



PROJET EOLIEN DU HAUT PLATEAU

Communes de BARLEUX, BELLOY-EN-SANTERRE et VILLERS CARBONNEL (80)

DOSSIER D'AUTORISATION UNIQUE



ETUDE DES DANGERS

Nom fichier informatique : 2.4.2-EtudeDangers

MARS 2016

PROJET ÉOLIEN DU HAUT PLATEAU

Communes de Barleux, Belloy-en-Santerre et Villers-Carbonnel

Département de la Somme

Demande d'autorisation unique en matière d'ICPE

Etude de dangers

Mars 2016

Maître d'ouvrage : SAS ELICIO France



PROJET ÉOLIEN DU HAUT PLATEAU

Communes de Barleux, Belloy-en-Santerre et Villers-Carbonnel

Département de la Somme

Demande d'autorisation unique en matière d'ICPE

Etude de dangers

Mars 2016

Maître d'ouvrage : SAS ELICIO France



Energies et Territoires Développement

<p><i>ETD Brest</i> Pôle d'innovation de Mescoat 29800 LANDERNEAU Tél : +33 (0)2 98 30 36 82 Fax : +33 (0)2 98 30 35 13</p>	<p><i>ETD Amiens</i> 4 rue de la Poste BP 30015 80160 CONTY Tél/Fax : 03 22 46 99 07</p>	<p><i>ETD Roanne</i> Télépôle - 27, rue Langénieux 42300 ROANNE Tél : +33 (0)4 77 23 78 20 Fax : +33 (0)4 77 23 78 46</p>
---	--	---

Sommaire

PREAMBULE	8
1. INTRODUCTION	10
1.1. Objectif de l'étude de dangers	10
1.2. Contexte législatif et réglementaire	10
1.3. Nomenclature des installations classées.....	12
2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION	13
2.1. Renseignements administratifs	13
2.2. Localisation du site.....	14
2.3. Définition de l'aire d'étude	14
3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT	17
3.1. Environnement humain	17
3.1.1. Zones urbanisées et urbanisables	17
3.1.2. Etablissements recevant du public (ERP)	18
3.1.3. Installations classées pour la protection de l'environnement et installations nucléaires de base.....	18
3.1.4. Autres activités	20
3.2. Environnement naturel	22
3.2.1. Contexte climatique	22
3.2.2. Risques naturels	25
3.3. Environnement matériel	31
3.3.1. Voies de communication	31
3.3.2. Les servitudes aéronautiques et radioélectriques	34
3.3.3. Réseaux publics et privés.....	35
3.3.4. Autres ouvrages publics.....	35
3.4. Synthèse des enjeux	36
3.4.1. Cartographie de synthèse des enjeux	36
4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	38
4.1. Caractéristiques de l'installation	38
4.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	38
4.1.2. Activité de l'installation.....	41
4.1.3. Composition de l'installation.....	41
4.2. Fonctionnement de l'installation	43
4.2.1. Principe de fonctionnement de l'éolienne M140 3,4 MW	43
4.2.2. Sécurité de l'installation	46
4.2.3. Opération d'entretien et de maintenance	50

4.2.4.	Stockage et flux de produits dangereux	51
4.3.	Fonctionnement des réseaux de l'installation	51
4.3.1.	Raccordements électriques.....	51
4.3.2.	Autres réseaux	52
5.	IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	53
5.1.	Les potentiels de dangers liés aux produits	53
5.2.	Les potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation.....	57
5.3.	Réduction des potentiels de dangers à la source.....	58
5.3.1.	Principales actions préventives	58
5.3.2.	Utilisation des meilleures techniques disponibles.....	59
6.	ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	60
6.1.	Inventaire des accidents et incidents en France.....	60
6.2.	Inventaire des accidents et incidents à l'international	62
6.3.	Inventaires des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant.....	63
6.4.	Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience.....	64
6.4.1.	Analyse de l'évolution des accidents et incidents en France	64
6.4.2.	Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents.....	65
6.5.	Limites d'utilisation de l'accidentologie.....	66
7.	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	67
7.1.	Objectif de l'analyse préliminaire des risques.....	67
7.2.	Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	67
7.3.	Recensement des agressions externes potentielles.....	68
7.3.1.	Agressions externes liées aux activités humaines.....	68
7.3.2.	Agressions externes liées aux phénomènes naturels	69
7.4.	Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	70
7.5.	Effets dominos	73
7.6.	Mise en place des mesures de sécurité.....	74
7.7.	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	84
8.	ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	86
8.1.	Rappel des définitions.....	86
8.1.1.	Cinétique.....	86
8.1.2.	Intensité	87
8.1.3.	Gravité	88
8.1.4.	Probabilité.....	89
8.1.5.	Grille de criticité	90
8.2.	Caractérisation des scénarios retenus.....	91

8.2.1.	Effondrement de l'éolienne.....	91
8.2.2.	Chute de glace.....	94
8.2.3.	Chute d'éléments de l'éolienne.....	97
8.2.4.	Projection de pales ou de fragments de pales.....	100
8.2.5.	Projection de glace.....	103
8.3.	Synthèse de l'étude détaillée des risques.....	106
8.3.1.	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	106
8.3.2.	Synthèse de l'acceptabilité des risques	107
8.3.3.	Cartographie des risques	108
9.	CONCLUSION.....	118
10.	RESUME NON TECHNIQUE	119
11.	BIBLIOGRAPHIE	120
	ANNEXE 1 : GLOSSAIRE	122
	ANNEXE 2 : PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL	125
	ANNEXE 3 : METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES.....	126
	ANNEXE 4 : ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE	128
	ANNEXE 5 : SCENARIOS GENERIQUES DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	146
	ANNEXE 6 : CERTIFICAT DE CONFORMITE A LA NORME IEC 61 400-1	149
	ANNEXE 7 : DECOUPAGE FONCTIONNEL DES EOLIENNES SENVION	158
	ANNEXE 8 : REPONSES SENVION AUX PRESCRIPTIONS DE L'ARRETE DU 26 AOUT 2011168	
	ANNEXE 9 : AVIS DE L'ARMEE ET DE L'AVIATION CIVILE	175

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 - Vue de la zone potentielle d'implantation depuis la D1029.....	20
Figure 2 – Rose des vents à la station de Rouvroy-en-Santerre.....	22
Figure 3 - Diagramme ombrothermique de la station de Saint-Quentin.....	23
Figure 4 - Diagramme mensuel de la conjonction humidité / gel.....	24
Figure 5 - Fonctionnement d'un parc éolien.....	38
Figure 6 - Dénomination des différents éléments d'une éolienne	39
Figure 7 - Illustration des emprises au sol d'une éolienne.....	40
Figure 8 – L'éolienne Senvion M140 3,4 MW.....	41
Figure 9 - Schéma de principe du raccordement électrique d'un parc éolien	51
Figure 10 - Analyse des accidents du parc éolien français selon SER-FEE	61
Figure 11 - Répartition des évènements accidentels dans le monde, SER-FEE.....	62
Figure 12 - Répartition des causes premières d'effondrement, SER-FEE.....	62
Figure 13 - Répartition des causes premières de rupture de pale, SER-FEE.....	63
Figure 14 - Répartition des causes premières d'incendie, SER-FEE	63
Figure 15 - Evolution du nombre d'incidents ou accidents annuels en France	64

LISTE DES CARTES

Carte 1 - Localisation du projet.....	15
Carte 2 - Identification des éoliennes et périmètre d'étude	16
Carte 3 - Zones habitées et zones destinées à l'habitation.....	19
Carte 4 - Sensibilité à la remontée de nappe phréatique	27
Carte 5 - Aléa retrait-gonflement des argiles	28
Carte 6 - Réseau routier local	33
Carte 7 - Synthèse des enjeux.....	37
Carte 8 - Plan détaillé de l'installation	42
Carte 9 - Carte de synthèse des risques : éolienne E1.....	109
Carte 10 - Carte de synthèse des risques : éolienne E2	110
Carte 11 - Carte de synthèse des risques : éolienne E3	111
Carte 12- Carte de synthèse des risques : éolienne E4	112
Carte 13 - Carte de synthèse des risques : éolienne E5	113
Carte 14 - Carte de synthèse des risques : éolienne E6	114
Carte 15 - Carte de synthèse des risques : éolienne E7	115
Carte 16- Carte de synthèse des risques : éolienne E8	116
Carte 17 - Carte de synthèse des risques : éolienne E9	117

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Nomenclature des installations classées	12
Tableau 2 - Données démographiques. Source : Insee, recensement 2011	17
Tableau 3 - Distance entre les éoliennes et les habitations les plus proches	17
Tableau 4 - Caractéristiques des exploitations agricoles, recensement général agricole 2010..	20
Tableau 5 - Les précipitations moyennes à Saint-Quentin – période 1971-2000.....	23
Tableau 6 - Nombre moyen de jours avec brouillard à Saint-Quentin.....	25
Tableau 7 – Statistiques de foudroiement (source : Météorage).....	29
Tableau 8 - Distances aux radars.....	34
Tableau 9 - Fréquentation du périmètre d'étude.....	36
Tableau 10 - Coordonnées des éoliennes	41
Tableau 11 - Classe de vent des éoliennes.....	46
Tableau 12 – Produits présents dans l'éolienne Senvion M140 3,4 MW.....	55
Tableau 13 - Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	57
Tableau 14 - Principales agressions externes liées aux activités humaines.....	68
Tableau 15 - Tableau synthétique des risques.....	72

Tableau 16 - Fonctions de sécurité des éoliennes Senvion M140 3,4 MW	83
Tableau 17 - Seuils d'intensité	87
Tableau 18 - Gravité des conséquences des accidents associés aux phénomènes dangereux	88
Tableau 19 - Echelle des probabilités	89
Tableau 20 - Grille de criticité adaptée par l'INERIS	90
Tableau 21 - Intensité du scénario d'effondrement.....	91
Tableau 22 - Niveaux de gravité de l'évènement « effondrement ».....	92
Tableau 23 - Références quant à la probabilité d'effondrement de l'éolienne	92
Tableau 24 - Intensité du scénario de chute de glace.....	95
Tableau 25 - Niveaux de gravité de l'évènement « chute de glace »	95
Tableau 26 - Intensité du scénario de chute d'éléments	98
Tableau 27 - Niveaux de gravité de l'évènement « chute d'éléments »	98
Tableau 28 - Intensité des scénarios de projection de pale	100
Tableau 29 - Niveaux de gravité de l'évènement « projection d'éléments »	101
Tableau 30 - Références pour l'évaluation d'une projection de pale ou de fragment	101
Tableau 31 - Intensité du scénario de projection de glace	103
Tableau 32 - Niveaux de gravité de l'évènement « projection de glace ».....	104
Tableau 33 - Synthèse de l'étude détaillée des risques.....	106
Tableau 34 - Grille de criticité.....	107

Préambule

Ce document constitue l'étude de dangers du projet éolien du Haut Plateau, situé sur les communes de Barleux, Belloy-en-Santerre et Villers-Carbonnel (département de la Somme). Ce projet est constitué de **9 éoliennes** de 3,45 MW de puissance maximale et de 3 postes de livraison pour une puissance totale maximale de 31,05 MW.

En application de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle II, les éoliennes sont désormais soumises au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

En effet, l'article 90 de cette loi précise que « *les installations terrestres de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent constituant des unités de production telles que définies au 3° de l'article 10 de la loi n°2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité, et dont la hauteur des mâts dépasse 50 mètres sont soumises à autorisation au titre de l'article L. 511-2, au plus tard un an à compter de la date de publication de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 précitée.* »

Le décret n°2011-984 du 23 août 2011, modifiant l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, crée la rubrique 2980 pour les installations de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs. Il prévoit deux régimes d'installations classées pour les parcs éoliens terrestres :

- Le **régime d'autorisation** pour les installations comprenant au moins une éolienne dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m et pour les installations comprenant uniquement des éoliennes dont le mât a une hauteur comprise entre 12 et 50 m et dont la puissance totale est supérieure ou égale à 20 MW.
- Le **régime de déclaration** pour les installations comprenant uniquement des éoliennes dont le mât a une hauteur comprise entre 12 et 50 m et dont la puissance totale est inférieure à 20 MW.

Par ailleurs, le décret n° 2014-450 du 2 mai 2014 a mis en place à titre expérimental, pour les parcs éoliens et les installations de méthanisation, dans certaines régions et pour une durée de trois ans **une autorisation unique** en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement. La loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, a élargi l'expérimentation à la France entière.

Le parc éolien du Haut Plateau comportant des éoliennes de plus de 50 m de mât relève du régime d'autorisation unique, et une étude de dangers est nécessaire.

Elicio souhaite que le projet puisse être réalisé avec des modèles d'éoliennes de plusieurs fournisseurs, sachant qu'il n'existe aucun standard en termes de dimensions et de caractéristiques de fonctionnement. Voici à titre d'exemple plusieurs modèles qui pourraient être envisagés :

Modèle	Puissance (MW)	Mat (m)	Diamètre (m)	Hauteur totale (m)	P parc (MW)
V126	3.3	117	126	180	29.7
N117	2.4	120	117	178.5	21.6
MM122	3	119	122	180	27
SWT130	3.3	115	130	180	29.7
N131	3	114	131	179.5	27
G132	3.3	114	132	180	29.7
V136	3.45	112	136	180	31.05
M140	3.45	110	140	180	30.6

Afin de ne pas sous-estimer les enjeux dans le cadre de la présente étude, l'éolienne correspondant au cas le plus défavorable a été retenue. Ainsi, le modèle choisi pour cette étude est l'éolienne **Senvion M140 3,4 MW**, avec une hauteur d'axe de **110 mètres** et un diamètre de rotor de **140 mètres**, soit une hauteur totale de **180 mètres**. Cette machine est retenue pour l'étude de dangers parce que considérée de part ses dimensions comme étant la machine majorante du point de vue de l'étude des risques.

A noter qu'une machine équivalente pourrait être envisagée : c'est-à-dire une éolienne présentant des dimensions inférieures ou égales, construites selon les mêmes normes, présentant les mêmes dispositifs de sécurité et les mêmes certifications.

La présente étude de dangers s'appuie sur le guide technique [19] « Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » de mai 2012, réalisé par l'INERIS et le Syndicat des Energies Renouvelables / France Energie Eolienne (SER-FEE) et validé par la Direction Générale de Prévention des Risques dans un courrier daté du 4 juin 2012 adressé au Syndicat des Energies Renouvelables. Elle comporte des données spécifiques à l'éolienne **Senvion M140 3,4 MW**, en utilisant les données fournies par la société Senvion.

Les principaux termes utilisés dans la présente étude sont explicités dans le glossaire en annexe 1.

1. Introduction

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 ELICIO pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien du Haut Plateau, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, 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 projet. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien du Haut Plateau, 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

Depuis la Loi Grenelle II n° 2010-788 du 12 juillet 2010, les éoliennes sont soumises à la réglementation ICPE, et une étude de dangers est nécessaire.

L'étude de dangers exigée pour toute demande d'autorisation unique en matière d'ICPE repose sur le fondement de l'article L512-1 du code de l'environnement et vise à protéger les intérêts visés à l'article L511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

Les principaux textes applicables sont les suivants :

- **Code de l'environnement Livre V** « Prévention des Pollutions des Risques et des Nuisances », Titre I « Installations Classées pour la Protection de l'Environnement » ;
- **Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003** relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages ;
- **Décret n°2005-1170 du 13 septembre 2005** modifiant le décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour application de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement ;
- **Arrêté du 10 mai 2000** relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;
- **Arrêté du 29 septembre 2005** modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;
- **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 ;

- **Décret n° 2011-984 du 23 août 2011** modifiant la nomenclature des installations classées.
- **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, modifié par l'**arrêté du 6 novembre 2014**.
- **Décret n° 2014-450 du 2 mai 2014** et **loi du 17 août 2015** relatifs à l'expérimentation d'une autorisation unique en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement ;

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 des 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, D, E, S, C (1)	Rayon (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a 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

Tableau 1 - Nomenclature des installations classées

Avec

- (1) A : Autorisation, D : déclaration, E : Enregistrement, S : Servitude d'Utilité Publique, C : soumise au contrôle périodique.
 (2) Rayon d'affichage de l'enquête publique en km

Le parc éolien du Haut Plateau se situe dans le premier cas, car il comporte des aérogénérateurs dont le mât est supérieur à 50 m de hauteur. Il est donc soumis à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers intégrée à sa demande d'autorisation d'exploiter. Le rayon d'affichage de l'avis d'enquête publique sera de 6 km. La liste des communes concernées par le rayon d'affichage figure dans le dossier de demande d'autorisation (38 communes).

2. Informations générales concernant l'installation

2.1. Renseignements administratifs

Maître d'ouvrage du projet et futur exploitant du site :

Le Maître d'ouvrage du projet et futur exploitant du parc éolien est la société **ELICIO France**, société par actions simplifiées au capital de 8.680.000 Euros dont le siège est à Paris. ELICIO France portait anciennement le nom d'Electrawinds France (changement de nom depuis le 1^{er} novembre 2014). ELICIO France est la branche française de l'entreprise d'énergie belge ELICIO dont le siège est à Ostende.

Renseignements administratifs :

SAS ELICIO France

Société par actions simplifiée au capital de 8.680.000 Euros

Date de création : 28/5/2015

Président : M. DUMONT Emile Jacques

Siège social : 30 Boulevard Richard Lenoir – 75011 PARIS

RCS : Paris 501 530 299

La présentation de l'entreprise Elicio figure par ailleurs dans le dossier de demande d'autorisation unique.

Rédacteurs de l'étude de dangers

L'étude de dangers a été rédigée par le bureau d'études **Energies et Territoires Développement (ETD)**, sous la direction du maître d'ouvrage représenté par M. Etienne THOMASSIN – ELICIO France.

ETD - Siège - Pôle d'innovation de Mescoat, 29800 LANDERNEAU

www.etd-energies.fr

Rédacteurs : Mme Marie-Noëlle PAILLER, M. Philippe DAUGUET, Mme Carole PIEDVACHE, ingénieurs et environnementalistes. Mme Rozenn CHARPENTIER, technicienne cartographe et PAO.

Tél. : 02 98 30 36 82 - Fax : 02 98 30 35 13

Energies et Territoires Développement est un bureau d'études travaillant essentiellement dans le domaine du grand éolien. Créé fin 2002, ETD compte aujourd'hui un effectif de 8 ingénieurs et chargés de mission, et dispose de 3 implantations en France (Brest, Roanne et Amiens). ETD intervient en conseil et réalise de nombreuses études, à la fois pour les porteurs de projets éoliens souhaitant être accompagnés dans leurs développements, mais aussi pour les collectivités engagées dans des analyses prospectives du développement de l'éolien sur leur territoire (schémas de développement et plans climat).

2.2. Localisation du site

Les éoliennes du projet éolien du Haut Plateau seront implantées sur un plateau agricole situé sur le territoire des communes de Barleux, Belloy-en-Santerre et Villers-Carbonnel, au sud-est du département de la Somme. Les communes de Villers-Carbonnel et Barleux appartiennent à la Communauté de Communes de la Haute Somme, alors que la commune de Belloy-en-Santerre appartient à la Communauté de Communes de Haute Picardie.

Les trois communes du projet font partie des communes favorables à l'éolien dans le Schéma Régional Eolien annexé au SRCAE (Schéma régional climat air énergie). Le Schéma Régional Eolien de Picardie a été validé par arrêté préfectoral le 14 juin 2012, et il est entré en vigueur le 30 juin 2012.

Les 9 éoliennes sont implantées sur une zone d'environ 2600 m du nord au sud et de 800 m d'est en ouest, à des distances comprises entre 490 et 760 m les unes des autres, et à des altitudes comprises entre 75 et 82 m environ.

Voir Carte 1 - Localisation du projet en page suivante.

2.3. Définition de l'aire d'étude

Limites de propriété

Les limites de propriété de l'installation étudiée correspondent à l'emprise des mâts des éoliennes et à celles des postes de livraison.

Périmètre d'étude

Les éoliennes du projet éolien du Haut Plateau possèdent une hauteur d'axe de 110 m et un rotor de 140 m de diamètre. 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 mètres à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 8.2.4. de l'étude de dangers¹.

Les 3 postes de livraison sont implantés sur une même plateforme à proximité de l'éolienne E6. A noter que les postes de livraison ne présentent pas d'enjeu en dehors des limites de propriété de ceux-ci.

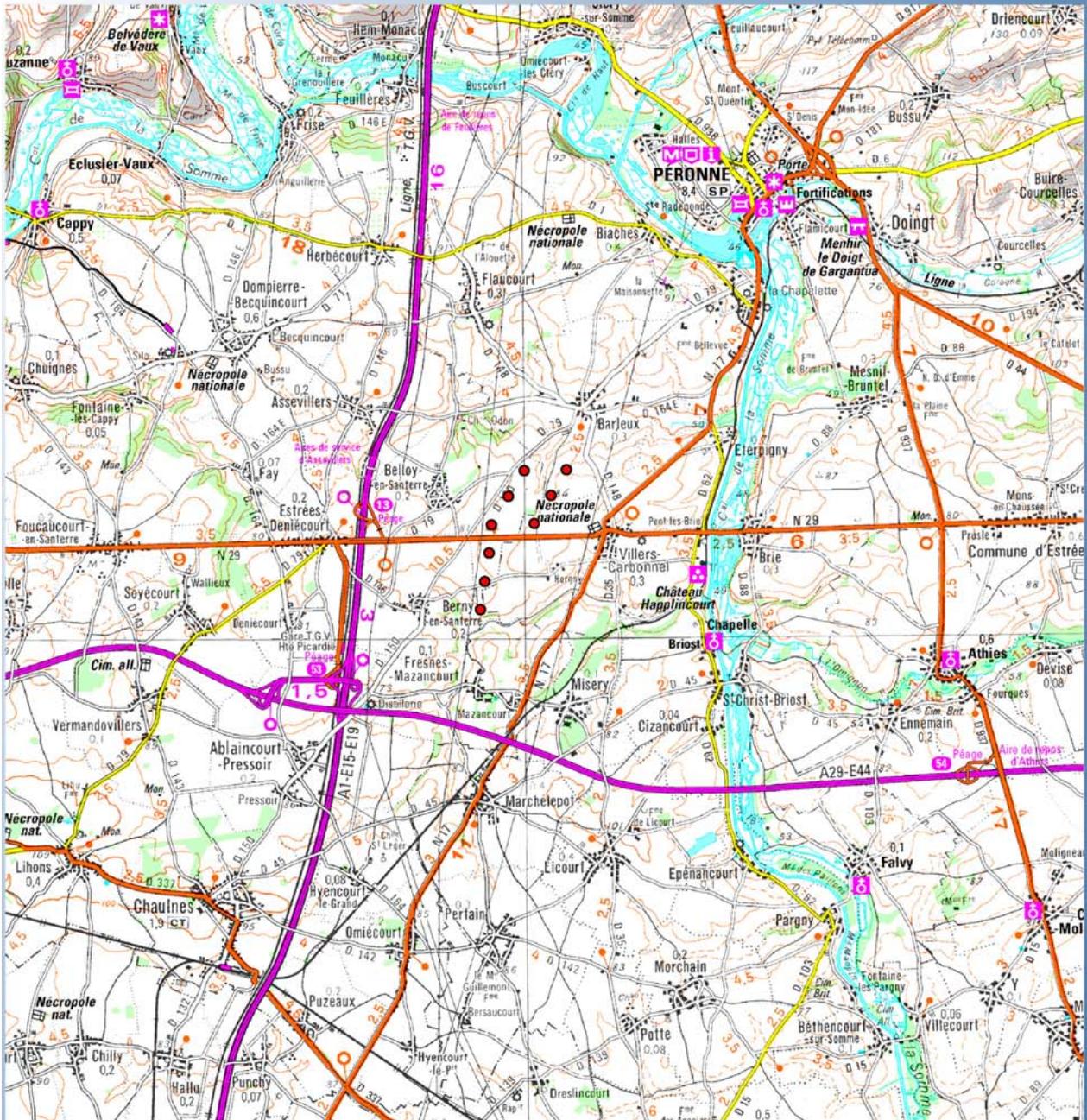
Le périmètre d'étude des 500 mètres concerne les communes de Barleux, Belloy-en-Santerre, Berny-en-Santerre, Villers-Carbonnel et Eterpigny. Cette dernière commune n'est concernée que par une surface de quelques centaines de m².

Le périmètre de l'étude de dangers figure sur la *Carte 2 - Identification des éoliennes et périmètre d'étude*.

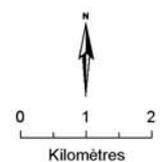
¹ La présente étude ne remet pas en cause ce périmètre d'effet de 500 mètres proposé dans le guide technique « Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » de mai 2012 [19], réalisé par l'INERIS et le Syndicat des Energies Renouvelables / France Energie Eolienne (SER-FEE) et validé par la Direction Générale de Prévention des Risques

LOCALISATION DU PROJET

Projet éolien du Haut Plateau

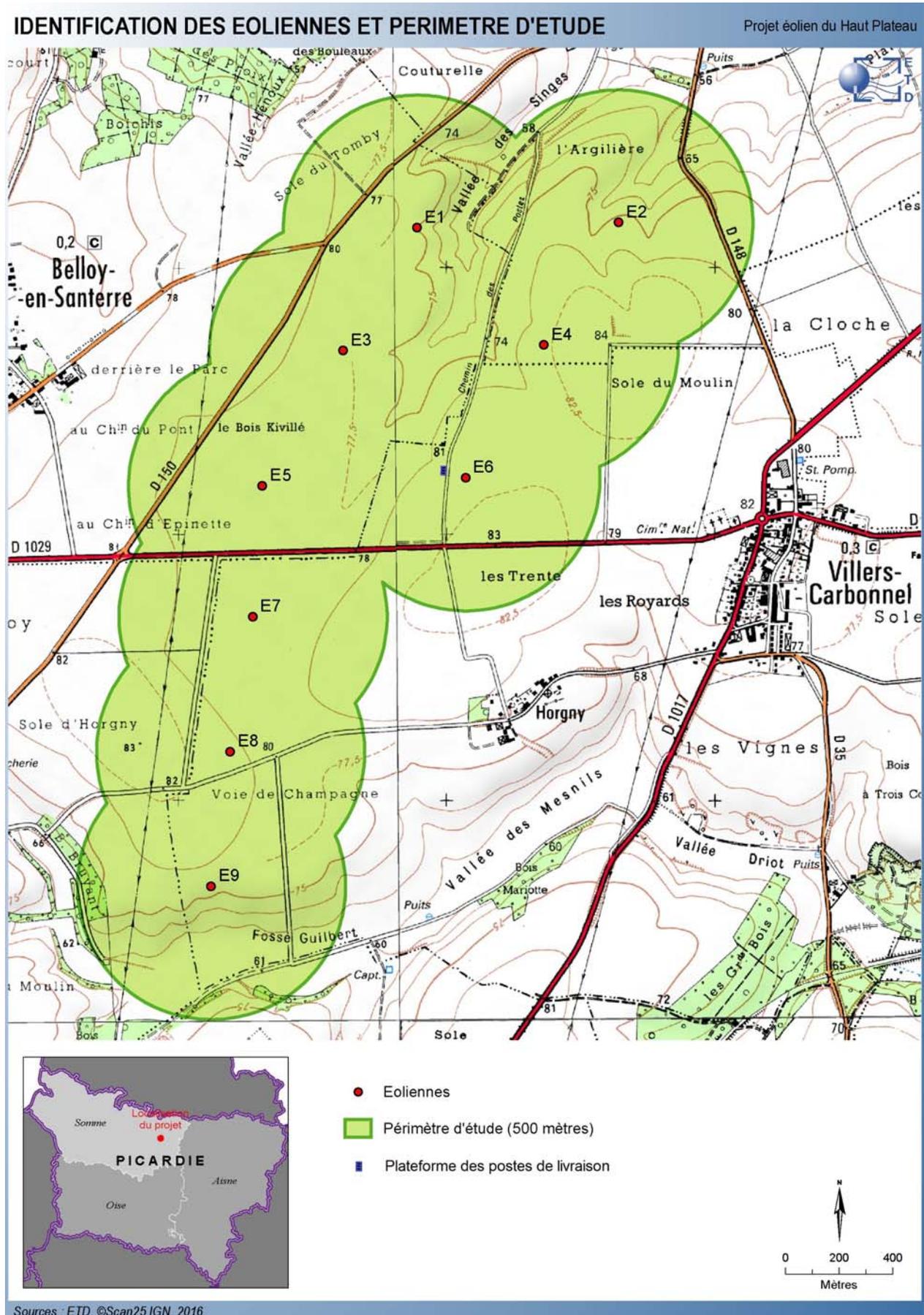


● Site éolien du Haut-Plateau



Sources : ETD, ©Scan100 IGN, 2016.

Carte 1 - Localisation du projet



Carte 2 - Identification des éoliennes et périmètre d'étude

3. Description de l'environnement

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

3.1. Environnement humain

3.1.1. Zones urbanisées et urbanisables

Population :

Comparée à l'ensemble du territoire national, la Picardie est relativement peu peuplée (99 habitants par km² contre 117)². Le département de la Somme se situe légèrement en-dessous en termes de densité de population, avec 93 habitants par km². Enfin, la densité de population de la Communauté de Communes de la Haute Somme n'est de 58 hab./km², et celle de la Haute Picardie de 52 hab./km².

	Villers-Carbonnel	Barleux	Belloy-en-Santerre
Population 2006	298	298	179
Population 2011	323	258	166
Evolution annuelle en % de 2006 à 2011	+1,6%	-2,8%	-1,5%
Superficie (km ²)	7,7	7,5	5,5
Densité de population en hab./km ² (2011)	42,2	34,6	30,2

Tableau 2 - Données démographiques. Source : Insee, recensement 2011

Zones habitées :

Dans le périmètre d'étude de 500 m on ne trouve aucune habitation.

La loi du 12 juillet 2010 stipule que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de « 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010. »

A l'approche du site, l'habitat est regroupé en villages ou hameaux, il n'y a pas d'habitat dispersé ou d'habitations isolées. Les distances approximatives entre les premières habitations et les éoliennes sont les suivantes :

Habitations	Eolienne	distance en mètres
Belloy-en-Santerre est	E5	800
Barleux sud	E2	880
Villers-Carbonnel nord	E4	950
Villers-Carbonnel - Horgny	E6	800
Berny-en-Santerre est	E9	960

Tableau 3 - Distance entre les éoliennes et les habitations les plus proches

² Source : INSEE- le recensement de la population, 2011

Urbanisme :

Il n'existe ni Plan Local d'Urbanisme (PLU) ni Plan d'Occupation des Sols (POS) sur la commune de Barleux. C'est donc le règlement national d'urbanisme qui s'applique sur cette commune. Sur Belloy-en-Santerre, une carte communale a été élaborée. L'ensemble de la zone potentielle d'implantation se situe en zone naturelle sur cette carte communale. Enfin, sur la commune de Villers-Carbonnel, il existe un Plan d'Occupation des Sols (une révision a été initiée il y a quelques années pour le transformer en PLU, mais ces démarches ont été arrêtées à ce jour).

3.1.2. Etablissements recevant du public (ERP)

Il n'existe aucun ERP dans le périmètre d'étude, ni même aucun bâtiment de quelque ordre que ce soit.

De même, aucun bureau n'est situé à moins de 500 m des installations (article 5 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 : contraintes si existence de bureaux à moins de 250 m).

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

La réglementation³ impose le respect d'une distance minimum de 300 mètres entre les éoliennes et les Installations SEVESO seuil bas ou seuil haut⁴ ou des installations nucléaires de base.

Aucune installation classée n'est répertoriée dans le périmètre de l'étude.

On ne recense aucune Installation Classée sur les communes d'accueil (Villers Carbonnel, Barleux et Belloy-en-Santerre). Sur la commune de Berny-en-Santerre sont référencées deux installations classées : un élevage de porcs enregistré (non Seveso) et un laboratoire de cosmétique autorisé (non Seveso).

L'élevage de porcs se situe au nord de la commune de Berny-en-Santerre, à plus de 900 m des éoliennes. Quant à l'entreprise Symbiose Cosmétique, elle se situe dans le centre de Berny, à plus de 1000 m des éoliennes.

Parmi les parcs éoliens construits ou accordés, les plus proches du projet sont les parcs existants d'Ablaincourt-Pressoir (7 éoliennes) et de Pertain Potte (6 éoliennes) situés à environ 5 km du projet, et ceux en construction des Champs Delcourt (9 éoliennes) et de Barleux, Biaches et Flaucourt (10 éoliennes).

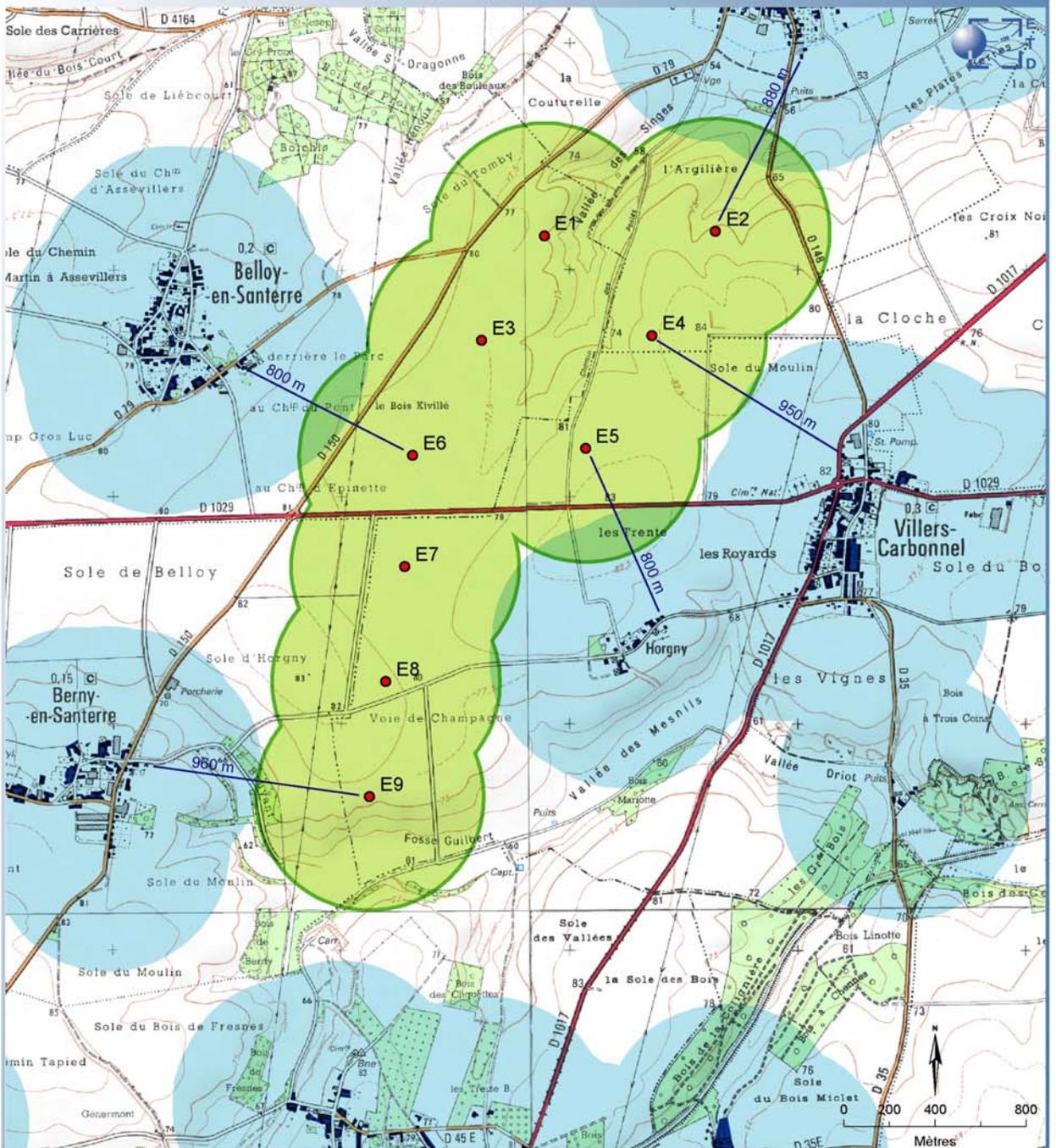
Titres miniers : Le site du projet n'est concerné par aucun titre minier.

³ Arrêté du 26 août 2011, relatif aux parcs éoliens soumis à autorisation au titre des Installations Classées Pour la Protection de l'Environnement ou ICPE

⁴ La directive 2012/18/UE ou directive SEVESO 3 impose aux États membres de l'Union d'identifier les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs.

ZONES HABITEES ET ZONES DESTINEES A L'HABITATION

Projet éolien du Haut Plateau



- Eoliennes
- Périmètre d'étude (500 mètres)
- Recul de 500 mètres aux habitations
- Distance entre les éoliennes et les habitations les plus proches

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

Carte 3 - Zones habitées et zones destinées à l'habitation

3.1.4. Autres activités

Agriculture :

Le recensement agricole de 2010 fournit les informations suivantes sur l'agriculture sur les communes d'accueil. On constate, comme dans l'ensemble de la France, que le nombre d'exploitations est en diminution depuis 1988. Le cheptel de bovins a complètement régressé. Presque toute la surface agricole est consacrée aux terres labourables. L'activité est orientée autour des grandes cultures : céréales, colza, pommes de terre, betteraves...

Commune	Année	Villers-Carbonnel	Barleux	Belloy-en-Santerre
Exploitations agricoles ayant leur siège dans la commune	2010	6	9	5
	2000	7	12	5
	1988	9	14	6
Travail dans les exploitations agricoles en unité de travail annuel	2010	6	21	8
Superficie agricole utilisée en hectare (SAU des exploitations ayant leur siège dans la commune)	2010	488	1226	449
Cheptel en unité de gros bétail	2010	0	43	13
	1988	17	218	87
Orientation technico-économique de la commune	2010	Cultures générales (autres grandes cultures)		
% Superficie en terres labourables en hectare	2010	100%	99%	99%

Tableau 4 - Caractéristiques des exploitations agricoles, recensement général agricole 2010

On peut noter aussi la présence à l'Est de la commune de Barleux de serres, situées à plus de 1300 m des éoliennes.

Agriculture dans le périmètre d'étude

La zone d'implantation des éoliennes est constituée de parcelles de terres labourables dédiées aux grandes cultures : pomme de terre, céréales, colza, betteraves.



Figure 1 - Vue de la zone potentielle d'implantation depuis la D1029

En terme de fréquentation humaine, l'enjeu représenté par la surface agricole du périmètre de l'étude de dangers (hors chemins d'exploitation, évalués à part) a été évalué selon la classification proposée par la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques de comptage applicables aux études de danger (voir en annexe 3), au titre des « Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts ...) », soit 1 personne permanente par tranche de 100 ha en moyenne annuelle.

Tourisme à proximité du site éolien :

Le département de la Somme et à échelle plus locale le Santerre sont représentés généralement par l'image de «grenier et de terre nourricière». De nombreuses descriptions littéraires renvoient cette image du territoire.

La vallée de la Somme est mise en avant pour son paysage de verdure et les nombreuses activités de loisirs que l'on peut y pratiquer (pêche, tourisme fluvial...). Elle est aussi reconnue pour son patrimoine naturel.

A l'échelle du périmètre éloigné, le tourisme est qualifié à la fois de tourisme vert (vallée de la Somme) et de tourisme de mémoire (Secteur du Souvenir). Les patrimoines bâtis liés à la Grande Guerre (Musée de Péronne) et les patrimoines paysagers (vallée de la Haute-Somme) sont mis à l'honneur dans des brochures touristiques qui s'adressent à un public appréciant le patrimoine, la randonnée pédestre et les loisirs de plein air (pêche...).

A proximité du site éolien, les activités de plein air sont principalement dédiées aux habitants (chasse, pêche dans la vallée de la Somme, randonnée). Les offres d'hébergement sont peu nombreuses et concentrées dans les villes (hôtels).

En conclusion les pôles touristiques se situent à une relative distance du site éolien (à plus de 5 km : Péronne, vallée de la Haute-Somme, secteur du Souvenir).

Chemins de randonnée :

Aucun sentier de grande randonnée ou sentier répertorié de petite randonnée ne traverse le périmètre de l'étude.
--

Autres activités :

En-dehors de l'agriculture, les communes du projet comptent quelques entreprises de services et commerces, toutes situées en dehors de la zone d'étude.

Aucune zone d'activité n'est recensée à l'intérieur du périmètre de l'étude de dangers.

3.2. Environnement naturel

3.2.1. Contexte climatique

Les données météorologiques présentées ici sont issues, selon disponibilité des mesures, soit de la station Météo-France de St Quentin – Fontaines-les-Clercs, station d'aéroport de type 0 située à environ 25 km à l'est du site éolien à une altitude de 98 m, soit celles de la station Météo-France de Rouvroy-en-Santerre, station de type 2 localisée à une quinzaine de km au sud-ouest du site (altitude : 95 mètres). Pour rappel, l'altitude moyenne des éoliennes du projet est de 79 m (soit 189 m. à hauteur d'axe).

Le vent :

A l'instar de la moitié nord de la France, le climat picard est largement conditionné par la circulation d'ouest en est des dépressions atlantiques contournant l'anticyclone des Açores par le nord. Cela se traduit notamment par des vents dominants de sud-ouest, ouest et nord-ouest, comme le montre la rose des vents de la station proche de Rouvroy ci-dessous. Le vent est surtout présent en automne, en hiver et au début du printemps.

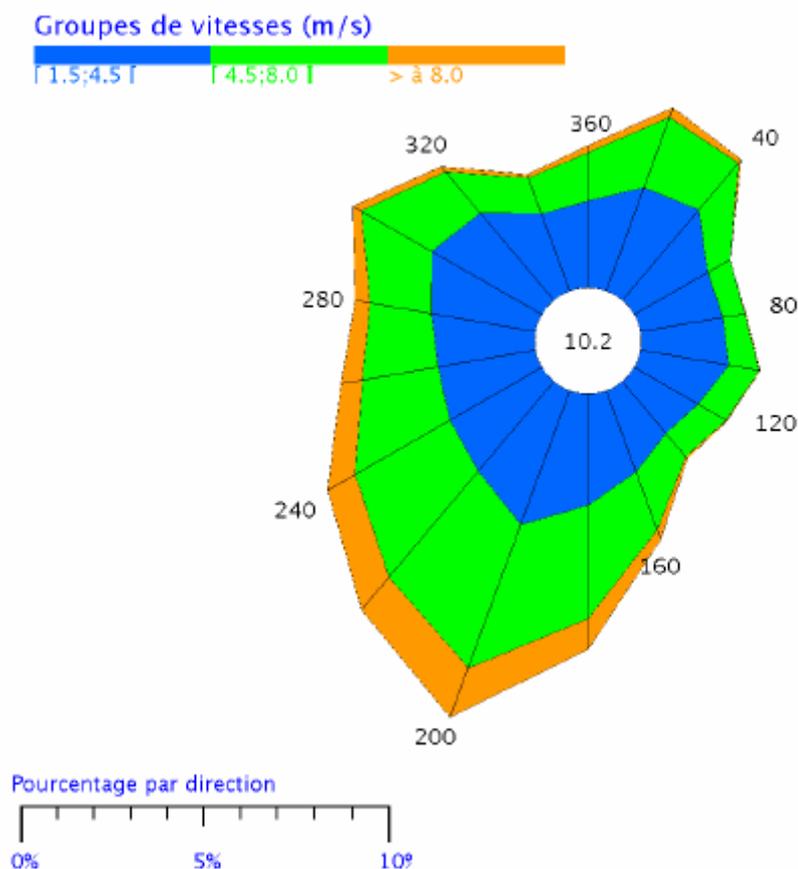


Figure 2 – Rose des vents à la station de Rouvroy-en-Santerre

A la station de St-Quentin, le vent moyen observé sur 20 ans à une hauteur de 10 m est de 4,4 m/s (4,3 m/s à Rouvroy), vitesse caractéristique d'un potentiel éolien élevé pouvant être estimé à **7,1 m/s à 110 m** (soit la hauteur d'axe des éoliennes)⁵.

⁵ Avec un coefficient de cisaillement (alpha) de 0,20.

L'estimation précise du potentiel éolien du site est en cours. Une campagne de mesure du vent a débuté en mars 2015 avec la pose d'un mât de mesure de 80 m. Cette campagne de mesure est destinée à durer au minimum un an.

La pluviométrie :

Dans le Sud de la Somme, les précipitations sont modérées (environ 800 millimètres d'eau par an), et assez régulièrement réparties dans toutes les saisons. Les relevés de Météo France indiquent une valeur de 694.7 millimètres d'eau précipités par an à Saint-Quentin pour la période 1971-2000. On compte en moyenne 122,9 jours par an avec précipitations supérieures à 1 millimètre à la station météo, soit moins d'un jour sur trois. Le nombre de jours avec pluies abondantes est peu important : 16,9 jours par an où on relève plus de 10 millimètres d'eau à la station sur la période 1971– 2000. La valeur maximale quotidienne relevée pendant la « normale » 1971–2012 a été de 76,6 millimètres d'eau en un jour à Saint-Quentin, le 20 juin 1992.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Prec. moy (mm)	55.6	45.2	55.2	48.9	63.0	67.4	57.0	54.7	57.6	61.7	62.7	64.7	694.7

Tableau 5 - Les précipitations moyennes à Saint-Quentin – période 1971-2000⁶

Le site n'est pas soumis au risque d'inondation, l'importance des précipitations n'aura pas d'incidence sur son fonctionnement.

Températures :

Sur les 10 dernières années à la station de **St-Quentin** (2003-2012), la température moyenne annuelle est de **10,7°C**. La température moyenne du mois le plus chaud (juillet) est de **18,4°C**, celle du mois le plus froid (janvier) est de **3,3°C**. L'amplitude est de 15 °C.

On note également: 9 jours par an où la température reste négative toute la journée
53 jours par an où la température descend sous 0°C
8 jours par an où la température descend sous -5°C
1,4 jour par an où la température descend sous -10°C

Sur les 80 dernières années, les températures extrêmes rencontrées sont de **-20°C** (le 17 janvier 1985) et de **37,9°C** (le 12 août 2003).

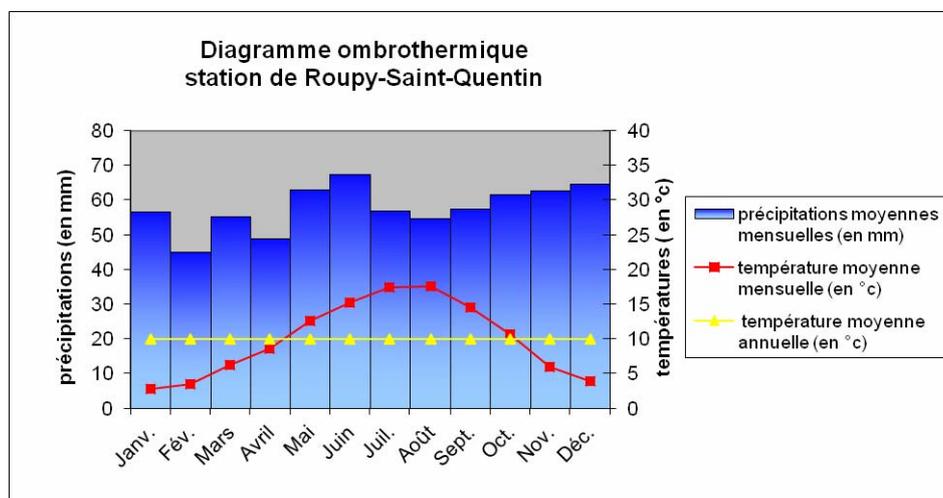


Figure 3 - Diagramme ombrothermique de la station de Saint-Quentin

⁶ Source : Météo France

Givre :

La conjonction du froid et de l'humidité peut entraîner l'accumulation de givre sur les pales des éoliennes. Le graphique ci-après montre la conjonction humidité/gel pour la station de St Quentin (moyennes mensuelles) :

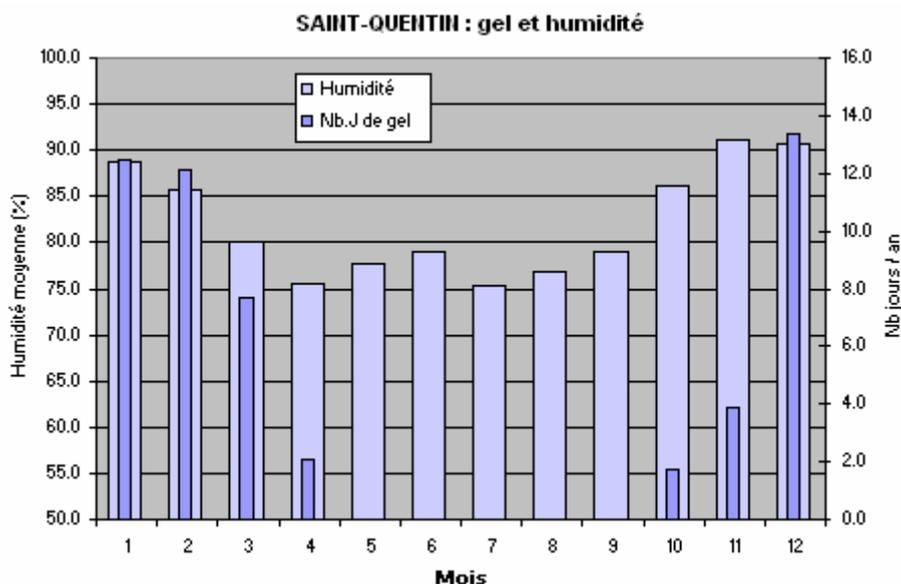


Figure 4 - Diagramme mensuel de la conjonction humidité / gel

Si les données mensuelles ne permettent pas de quantifier le risque de dépôt de givre ou de glace sur les pales des éoliennes, la conjonction observée indique un risque probable.

Le projet européen Wind Energy production in COld climates (WECO)⁷, piloté par l'institut météorologique de Finlande, a établi une carte européenne des zones les plus exposées au givre. Il apparaît que dans la Somme, ce risque est occasionnel à l'intérieur des terres (moins de 1 jour par an) et léger (entre 2 et 7 jours par an) à proximité du littoral.

Enneigement :

A la station de St Quentin, les chutes de neige sont présentes en moyenne 11 jours par an, le mois le plus enneigé étant le mois de février.

Grêle :

A la station de St Quentin, on relève une moyenne de 2,8 jours par an avec précipitation de grêle, les mois les plus concernés étant les mois de mars et avril.

Brouillard :

Dans la Somme, ce phénomène apparaît en moyenne 60 jours par an, valeur comparable à celles observées à Bordeaux, Quimper ou Reims par exemple. La répartition sur l'année est relativement régulière.

Comme le montre le tableau ci-après, le brouillard apparaît 73 jours par an à Saint-Quentin. Les mois de Mars à Juillet ont des valeurs inférieures à 6 jours de brouillard par mois. Cette valeur tend à augmenter l'été, atteindre son maximum en Novembre puis diminuer légèrement pendant le reste de l'hiver.

⁷ Source : Finnish meteorological institute, http://www.fmi.fi/research_meteorology/meteorology_9.html

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	An
Brouillard	7,6	6,8	5,4	3,5	3,8	3,6	4,4	6,1	6,5	7,8	9,1	8,5	73,1

Tableau 6 - Nombre moyen de jours avec brouillard à Saint-Quentin

3.2.2. Risques naturels

Dans le département de la Somme, les risques sont répertoriés dans le dossier départemental des risques majeurs (D.D.R.M.) approuvé en Mai 2009. On distingue d'une part les risques naturels (inondations, mouvements de terrain), technologiques et industriels d'autre part (transport de matières dangereuses...).

Seule la commune de Barleux est citée comme soumise au risque inondation. Les deux autres communes ne sont pas concernées. De même, aucune des trois communes n'est considérée concernée par les risques de « mouvement de terrain », ni par les risques technologiques « industries » et « transport de matières dangereuses ».

Sismicité :

Le terme "zone de sismicité" désigne un territoire défini par certaines caractéristiques sismiques (en particulier la fréquence et l'intensité des séismes dans cette zone). Le zonage sismique de la France n'est pas seulement une carte d'aléas sismiques, il répond également à un objectif de protection parasismique dans les limites économiques supportables pour la collectivité.

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. Ce zonage est entré en vigueur le 1^{er} Mai 2011 :

- une zone de sismicité 1 (risque « très faible ») où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible),
- quatre zones de sismicité 2 à 5 (de « risque faible » à « fort »), où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

En France métropolitaine, le zonage le plus fort est de type 4 (Moyen).

Le département de la Somme figure intégralement en zone de sismicité 1 (risque « très faible »). Dans ces zones, aucune construction à risque normal n'est soumise à des règles de construction parasismique.

Selon l'article R563-2 du code de l'environnement, pour la prise en compte du risque sismique, les ouvrages sont classés en deux catégories respectivement dites à « risque normal » et à « risque spécial ». Les éoliennes figurent parmi les installations à risque normal. Il n'y a donc pas de prescription parasismique particulière.

Inondations :

D'après le DDRM de la Somme, « l'inondation par ruissellement suite aux orages est l'aléa le plus fréquent dans la Somme, suivi des inondations par remontées de nappes phréatiques. Toute commune riveraine d'un cours d'eau peut être inondée de façon plus ou moins importante. ». Ce n'est pas le cas du site éolien qui se situe sur le plateau nettement au-dessus de la Somme.

Du fait des faibles pentes, le ruissellement suite à un orage ne concerne pas la majeure partie du site éolien, sauf sur ses extrémités nord et sud en bordure du plateau.

Remontée de nappe phréatique :

De même, le phénomène de remontée de nappe n'est pas susceptible de concerner la zone d'implantation. En effet, seule la vallée du Calvaire autour de la commune de Barleux et la vallée des Mesnils au Sud présentent une sensibilité aux inondations par remontée de nappe.

Dans le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) de la vallée de la Somme, la vallée du Calvaire est classée en zone à risque. Le plateau n'est pas concerné.

Mouvements de terrains et cavités:

Le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Somme indique que 46 communes du département sont concernées par le risque « mouvement de terrain ». La quasi-totalité des risques identifiés est liée à la présence de cavités souterraines. Ces cavités peuvent engendrer des effondrements de terrain dont le principal facteur est la pluviométrie.

Les communes d'implantation des éoliennes ne sont pas concernées.

Aucune cavité n'est recensée sur la zone potentielle d'implantation d'après le site internet georisques.gouv.fr. Seule une cavité est identifiée à proximité, à l'Est de la zone potentielle d'implantation. (cf. carte en page suivante).

Cependant, des cavités non identifiées sont susceptibles d'exister sur le site du fait du sous-sol crayeux. De plus, le secteur s'étant trouvé en limite Est de la ligne de front lors de la bataille de la Somme, en juillet 1916, des tranchées allemandes ont été creusées sur la zone potentielle d'implantation. La présence de cavités vestiges de cette époque n'est donc pas à exclure.

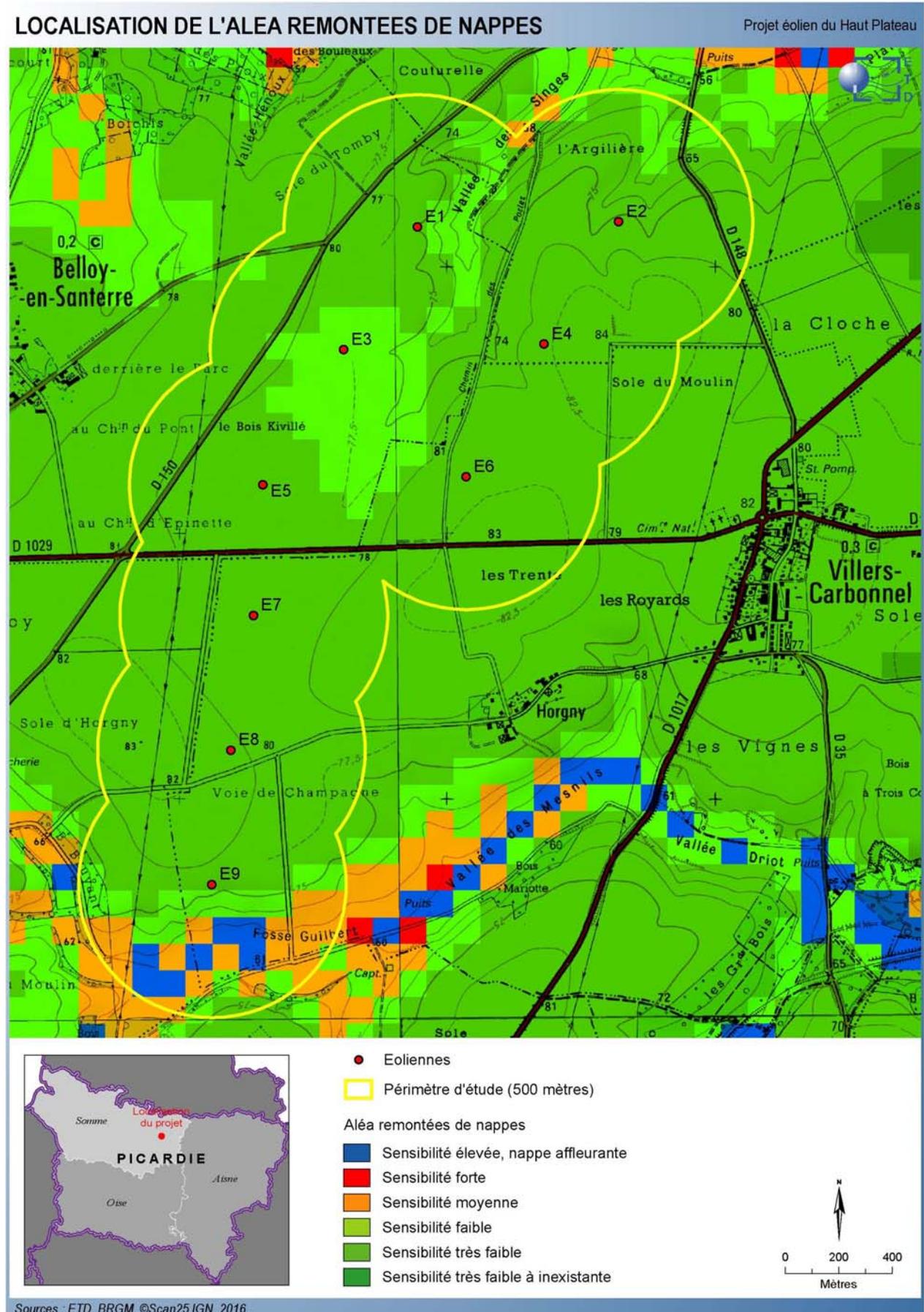
Au-delà de la simple caractérisation géologique des terrains sous-jacents du site, des analyses géotechniques et pédologiques seront menées par une entreprise spécialisée sur les points d'implantation des éoliennes. Cette étude de sol permettra de déterminer la technologie de fondation la plus adaptée au sol concerné.

Aléa retrait-gonflement des argiles :

Le changement d'humidité des sols argileux entraîne des modifications de volume du sol, pouvant créer des dégâts importants : ces tassements différentiels se manifestent par des désordres affectant principalement le bâti annuel pour lesquels il n'est généralement pas mené d'étude géotechnique préalable. Dans le cadre d'un projet éolien, une telle étude est systématiquement réalisée au droit de l'implantation de chaque aérogénérateur afin d'adapter les fondations au type de sol.

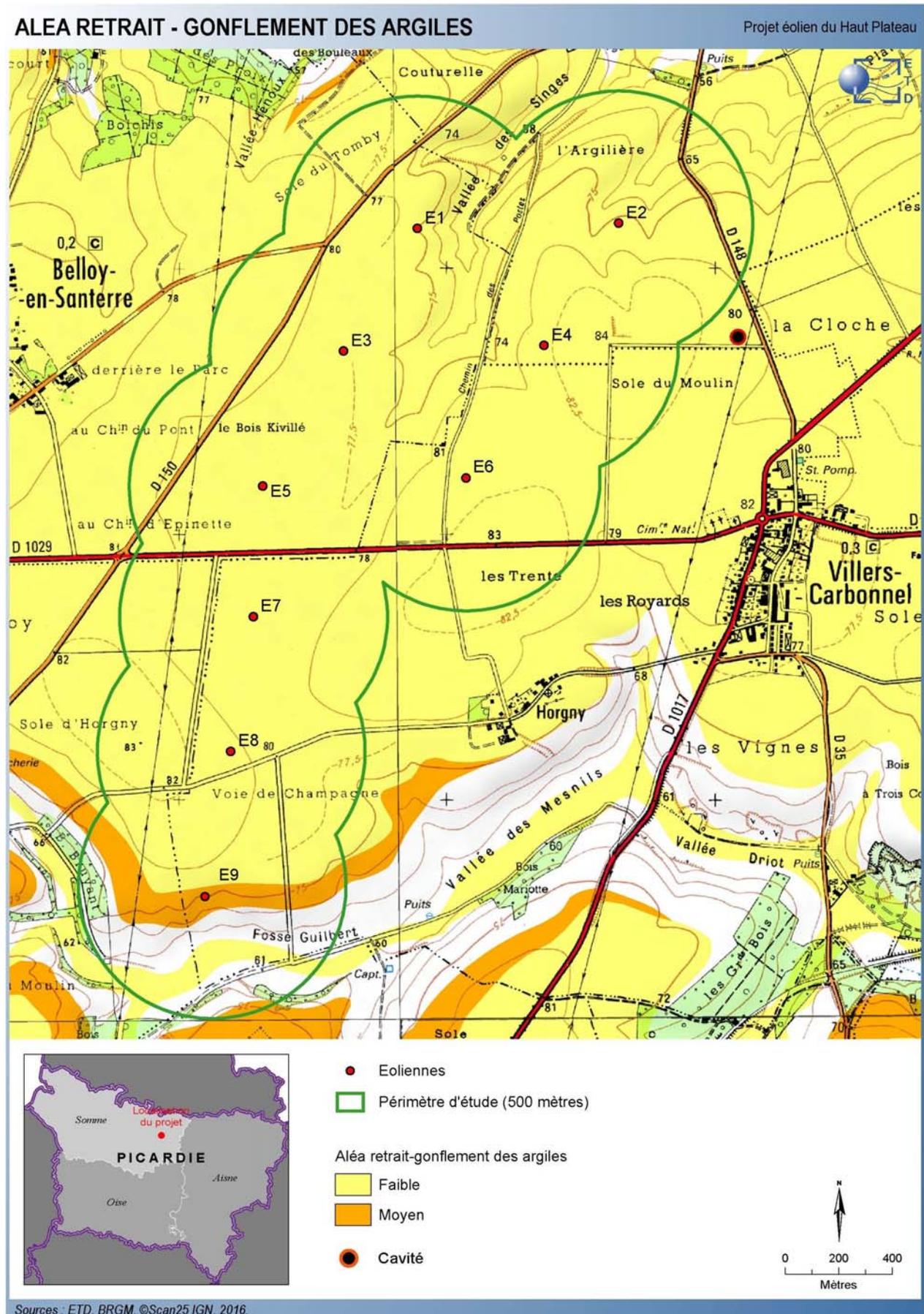
En outre, comme le montre la carte ci-après, l'aléa retrait-gonflement des argiles est estimé faible sur pratiquement toute la zone potentielle d'implantation, qui se situe sur un limon de plateau très peu argileux. Seule l'éolienne E9 est concernée par un aléa jugé moyen.

Des études géotechniques et pédologiques seront menées par une entreprise spécialisée sur les points d'implantation afin de déterminer la technique de fondation la plus adaptée au sol concerné.



Carte 4 - Sensibilité à la remontée de nappe phréatique

(Source : BRGM – Bureau de recherches géologiques et minières)



Carte 5 - Aléa retrait-gonflement des argiles

Vents extrêmes :

Selon Météo France, en moyenne quinze tempêtes affectent la France chaque année. Une sur dix peut être qualifiée de " forte " (un épisode est qualifié de " forte tempête " si au moins 20 % des stations départementales enregistrent un vent maximal instantané quotidien supérieur à 100 kilomètres/h).

L'ensemble du territoire français est exposé aux tempêtes. Les zones les plus sensibles se situent sur les franges littorales et le quart Nord-Ouest de l'hexagone⁸, et incluent donc le département de la Somme.

A St-Quentin, le nombre annuel moyen de jours avec des rafales supérieures à 28 m/s (100 km/h) est de 1,8. Cette moyenne est faible et reste modeste comparée aux observations réalisées dans les départements ayant une façade maritime (4 jours par an, par exemple, à Quimper).

Vents instantanés extrêmes :

Sur les 30 dernières années, une rafale à 133 km/h (37 m/s) a été enregistrée le 26 février 1990 à la station de St-Quentin, et une rafale à 140 km/h (39 m/s) a été enregistrée le 17 décembre 2004 à la station proche de Rouvroy. Sur la période, le vent instantané maximum a donc été de 39 m/s à 10 mètres, soit **51 m/s** à hauteur d'axe des éoliennes (110 m) par application du coefficient de cisaillement de la norme IEC 61400-1 pour les vents extrêmes⁹.

A noter qu'il s'agit là d'un « vent instantané » et non d'un vent moyenné sur 3 secondes.

Vents extrêmes sur 3 secondes :

Les rafales sur 3 secondes ne sont pas fournies par Météo France pour ces stations. A noter que les vents moyennés sur 3 secondes sont par définition inférieurs aux vents instantanés.

Vents moyens 10 mn maximum :

A la station de Rouvroy, le vent moyen 10 mn maximum enregistré en décembre 2004 a été de 29 m/s à 10 mètres, soit **38 m/s** à hauteur d'axe des éoliennes (110 m) par application du coefficient de cisaillement de la norme IEC 61400-1 pour les vents extrêmes.

Du point de vue de la résistance aux vents extrêmes, l'éolienne retenue est de classe **IEC III A** (voir à ce sujet les paragraphes 4.2.2 et 5.3.1).

Orages :

Les orages peuvent faire courir des risques aux aérogénérateurs. 16,6 jours d'orage par an se produisent en moyenne à Saint-Quentin. Par comparaison, en Corse et dans le Sud de l'Aquitaine, régions françaises les plus concernées par les orages, on dénombre plus de 30 journées par an. Comme sur la plus grande partie du territoire national, à l'exception du Sud-Est, la majorité des orages survient en été. Les statistiques de foudroiement recueillies sur la période 2004-2013 par Météorage, filiale de Météo France font apparaître les résultats annuels moyens suivants pour les communes du projet:

	Villers Carbonnel	Barleux	Belloy-en-Santerre	France
Densité d'arcs (nombre d'arcs par an et par Km ²)	1,44	1,21	1,64	1,54
Niveau kéraunique approximatif (Nk ~ 10 densité)	14	12	16	15

Tableau 7 – Statistiques de foudroiement (source : Météorage)

⁸ http://www.prim.net/citoyen/definition_risque_majeur/dossier_risq_tempete/pageintroduction.htm

⁹ soit $\alpha = 0,11$ et $v/v0 = (h/h0)^{\alpha}$

Le critère « densité d'arcs » (Da - qui est le nombre d'arcs de foudre au sol par km² et par an) rend compte de l'importance (la violence) des phénomènes orageux et constitue la meilleure représentation de l'activité orageuse.

Ces chiffres montrent une activité orageuse locale dans la moyenne nationale.

Il est rappelé que les éoliennes du projet sont équipées d'un système de protection anti-foudre intégré conforme à la norme IEC 61400-24, relative à la protection contre la foudre des éoliennes.

Feux de forêts :

Le site se situe entièrement en zone de grande culture. Aucun incendie n'y a été répertorié. Les communes d'accueil ne présentent pas de sensibilité au risque d'incendie. Plus largement, le risque « incendie » ne fait pas partie des risques recensés dans le département de la Somme.

Transport de marchandises dangereuses

Aucune des trois communes du projet n'est considérée concernée par les risques technologiques « industries » et « transport de matières dangereuses ».

3.3. Environnement matériel

3.3.1. Voies de communication

Aucune voie ferrée ou voie navigable ne traverse le périmètre de l'étude de dangers.

Voies de circulation :

Le réseau routier local figure sur la *Carte 6 - Réseau routier local* - en page 33.

Voies structurantes :

La route départementale **RD 1029** traverse le périmètre des 500 m des éoliennes E5, E6 et E7. Elle est considérée comme voie de circulation structurante avec un TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) de **6215 véhicules/jour**, dont 18% de poids lourds (Conseil Général de la Somme 2014).

La circulation de véhicules sur cette voie présente un enjeu qui a été apprécié selon la classification proposée par la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques de comptage applicables aux études de danger (voir en annexe 3). La fréquentation des voies de circulation structurantes est évaluée selon la règle forfaitaire : 0,4 personne permanente par km et par tranche de 100 véhicules par jour.

Voies non structurantes et voies à faible circulation:

Le périmètre de l'étude de dangers est également traversé par quelques routes départementales non structurantes présentant un TMJA compris entre 500 et 2000 véhicules/jour (Conseil Général de la Somme) : les RD 79, 148 et 150.

Quelques routes secondaires d'intérêt local (routes départementales de classe 3) et quelques voies à faible circulation et chemins d'exploitation agricoles traversent le périmètre de l'étude et viennent s'ajouter aux routes déjà identifiées.

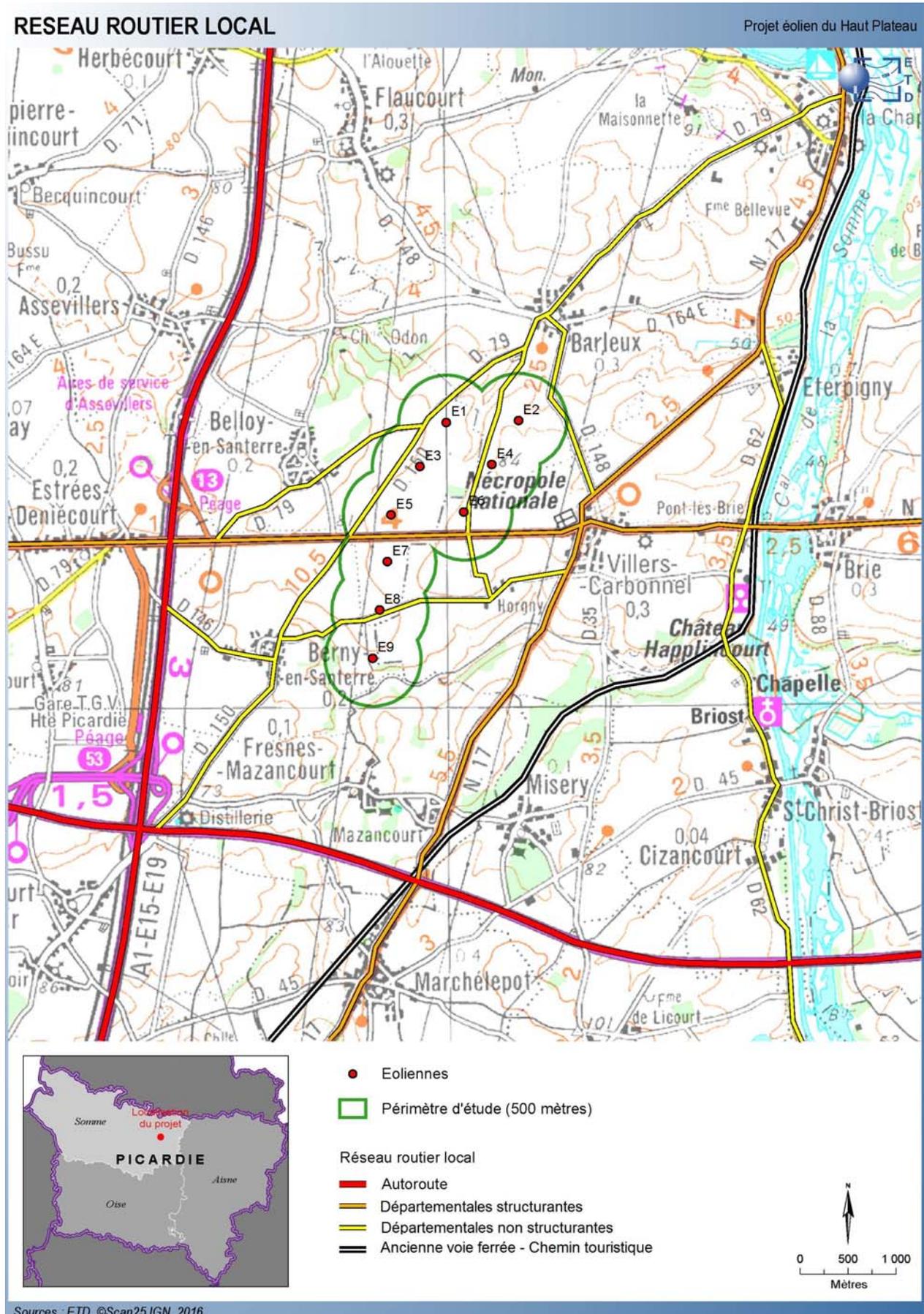
La circulation de véhicules sur ces voies présente un enjeu qui a été apprécié selon la classification proposée par la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques de comptage applicables aux études de danger (voir en annexe 3). Les voies de circulation non structurantes sont à considérer au titre des « terrains aménagés peu fréquentés », au même titre que les chemins agricoles et les chemins d'exploitation, soit 1 personne permanente pour 10 ha en considérant une largeur de voie de 6 m.

→ Les routes, chemins et voies à faible circulation ont été reportés sur la *Carte 7 - Synthèse des enjeux* en page 37.

Le tableau ci après indique, par éolienne, la distance entre l'éolienne et la voie de circulation la plus proche, ainsi que le linéaire de voies de circulation pris en compte dans l'étude détaillée des risques, dans le périmètre des 500 m de l'éolienne.

Note : Le linéaire des voies de circulation pour chaque périmètre d'effet correspondant aux différents risques figure dans les tableaux de l'étude détaillée des risques (paragraphe 8) et sur les cartes de cartographie des risques (8.3.3).

<i>(Distance par rapport au mât des éoliennes)</i>	Distance à la voie de circulation la plus proche	Linéaire des voies de circulation dans le périmètre des 500 m de l'éolienne Voies structurantes (en m)	Linéaire des voies de circulation dans le périmètre des 500 m de l'éolienne Voies à faible circulation (en m)
E1	235 m (RD79)		2 072
E2	338 m (RD148)		1 762
E3	255 m (RD150)		1 137
E4	223 m (chemin)		1 605
E5	224 m (RD1029)	870	1 015
E6	72 m (chemin)	859	1 019
E7	152 m (chemin)	872	679
E8	70 m (chemin)		2 086
E9	286 m (chemin)		1 994



Carte 6 - Réseau routier local

3.3.2. Les servitudes aéronautiques et radioélectriques

Circulation aérienne :

Consultée en 2012, la Direction Générale de l'Aviation Civile a répondu que le secteur était en dehors de toute servitude (voir annexe 9). La hauteur des éoliennes est limitée à 304,8 m NGF. L'altitude maximale de la zone potentielle d'implantation étant seulement de 84 m maximum, ceci permet la construction d'obstacles de 220m de haut, ce qui n'est pas limitant pour le projet éolien.

Contraintes aéronautiques militaires :

Il n'existe pas de contraintes liées à l'armée de l'air pour ce projet. Dans un courrier datant de 2012 et disponible en annexe 9, le commandement de la défense aérienne de la zone de défense Nord émet un avis favorable à la réalisation du projet éolien.

Par ailleurs, le site du projet étant situé en dehors des secteurs d'entraînement au vol à très basse altitude, le site n'est grevé d'aucune contrainte militaire.

Radars Météo-France :

L'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014 relatif aux parcs éoliens soumis à autorisation au titre de la réglementation ICPE précise les recommandations de distances d'éloignement minimales entre les éoliennes et les radars. Ce texte indique néanmoins que des distances inférieures sont possibles si, pour les radars météorologiques, l'exploitant peut démontrer selon une méthode de modélisation reconnue par l'État, et précisée à l'article 4-2-2 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014, que les impacts générés par les installations respectent certains critères d'acceptabilité, ou, pour les autres radars, si l'exploitant dispose d'un accord écrit de l'organisme en charge du radar.

Le radar Météo-France le plus proche se situe à Abbeville, à plus de 70 km des éoliennes du projet. La distance d'éloignement du radar d'Abbeville étant supérieure à 20 km, le projet éolien n'est pas soumis à autorisation de la part de Météo-France.

Distances aux radars :

Type de radar	Seuil fixé par l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié par arrêté du 6 novembre 2014	Distance au projet éolien	Conformité avec l'arrêté ministériel
Météo France	Entre 10 et 30 km selon le type de radar	77 km	Oui
Aviation civile, radars primaires	30 km	Supérieure à 90 km	Oui
Aviation civile, radars secondaires	16 km	100 km	Oui
VOR	15 km	40 km	Oui
Radars portuaires	20 km	Supérieure à 100 km	Oui
CROSS	10 km	Supérieure à 100 km	Oui
Radars militaires		Supérieure à 40 km	

Tableau 8 - Distances aux radars

Autres servitudes radioélectriques :**Servitudes hertziennes**

Il n'existe pas de servitudes hertziennes sur les communes de Villers Carbonnel, Barleux et Belloy-en-Santerre. Le Service de Zone des Systèmes d'Information et de Communication ne recense pas de servitudes radioélectriques sur cette zone.

France Télécom recense un faisceau à l'Est de la zone potentielle d'implantation. Ce faisceau reliant Cizancourt à Péronne traverse l'extrémité Est de la commune de Villers-Carbonnel. Il ne traverse pas le périmètre de l'étude.

3.3.3. Réseaux publics et privés**Lignes électriques haute ou très haute tension :**

Le périmètre d'étude des éoliennes E5, E7, E8 et E9 est traversé à l'ouest par la ligne haute tension aérienne de 225 kV Gavrelles-Pertain (distance minimale aux éoliennes : 252 m (E5) – Voir plan architecte). L'arrêté interministériel du 17 mai 2001 qui édicte des distances d'ouvrages électriques aux arbres et obstacles divers (art. 26) n'envisage pas les conséquences d'une chute d'éolienne sur une ligne électrique. Consulté, RTE dans son courrier de réponse demande de respecter une distance de recul égale à 1,4 fois la hauteur de l'éolienne pour cette ligne 225 kV, soit 252 m.

A noter que la ligne 63 kV Mohet-Pertain est située à plus de 500 m des éoliennes, soit en dehors du périmètre de l'étude et au-delà de la distance minimale préconisée par RTE pour une ligne 63 kV (230 m).

Canalisation de transport (gaz, hydrocarbures, produits chimiques)

Il n'existe aucune canalisation de transport ou de distribution dans le périmètre de l'étude de dangers.

Réseau d'assainissement

Le Syndicat Intercommunal d'Eau Potable (SIEP) du Santerre gère l'adduction d'eau potable sur les trois communes. Le réseau emprunte la D1029, et la D148 pour rejoindre Barleux. Une attention spécifique devra être portée sur ces réseaux lors des travaux de construction.

Les trois communes ne disposent pas de réseau d'assainissement, étant situées en zone d'assainissement individuel.

Captages d'eau potable

Aucun élément du parc éolien (éolienne, accès ou postes de livraison) ne se situe à l'intérieur d'un périmètre de protection de captage.

Fibre optique

Le réseau de fibre optique géré par Somme Numérique traverse la zone potentielle d'implantation le long de la départementale D1029. Ce réseau ne génère pas de contraintes spécifiques pour les éoliennes. Le recul appliqué à la départementale garantira un recul suffisant pour ce réseau souterrain. Une attention spécifique devra y être portée lors des travaux.

3.3.4. Autres ouvrages publics

Il n'existe pas d'autres ouvrages publics dans le périmètre d'étude.

3.4. Synthèse des enjeux

Au final, et selon les critères de l'étude de dangers¹⁰, les enjeux humains suivants ont été identifiés dans le périmètre de l'étude (soit dans un rayon de 500 m autour des éoliennes) :

- Personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes dans le périmètre de l'étude.
- Véhicules susceptibles d'emprunter les voies de circulation et chemins d'exploitation du périmètre d'étude.

La détermination du nombre de personnes (enjeux humains en équivalent personnes permanentes - epp) exposées dans le périmètre de l'étude de dangers est basée sur la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques de comptage applicables aux études de dangers (fiche n°1 de la circulaire – Voir l'**annexe 3**). Ont été distingués :

- Les terrains non aménagés peu fréquentés (terrains agricoles) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation et chemins d'exploitation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse forfaitaire d'1 personne permanente pour 10 ha.
- Les voies de circulation structurantes avec l'hypothèse forfaitaire de 0,4 personne permanente par km et par tranche de 100 véhicules par jour.

Pour chaque éolienne, par application des hypothèses de comptage mentionnées ci-dessus, la fréquentation du périmètre d'étude (500 m) en équivalent personnes permanentes (epp) est la suivante :

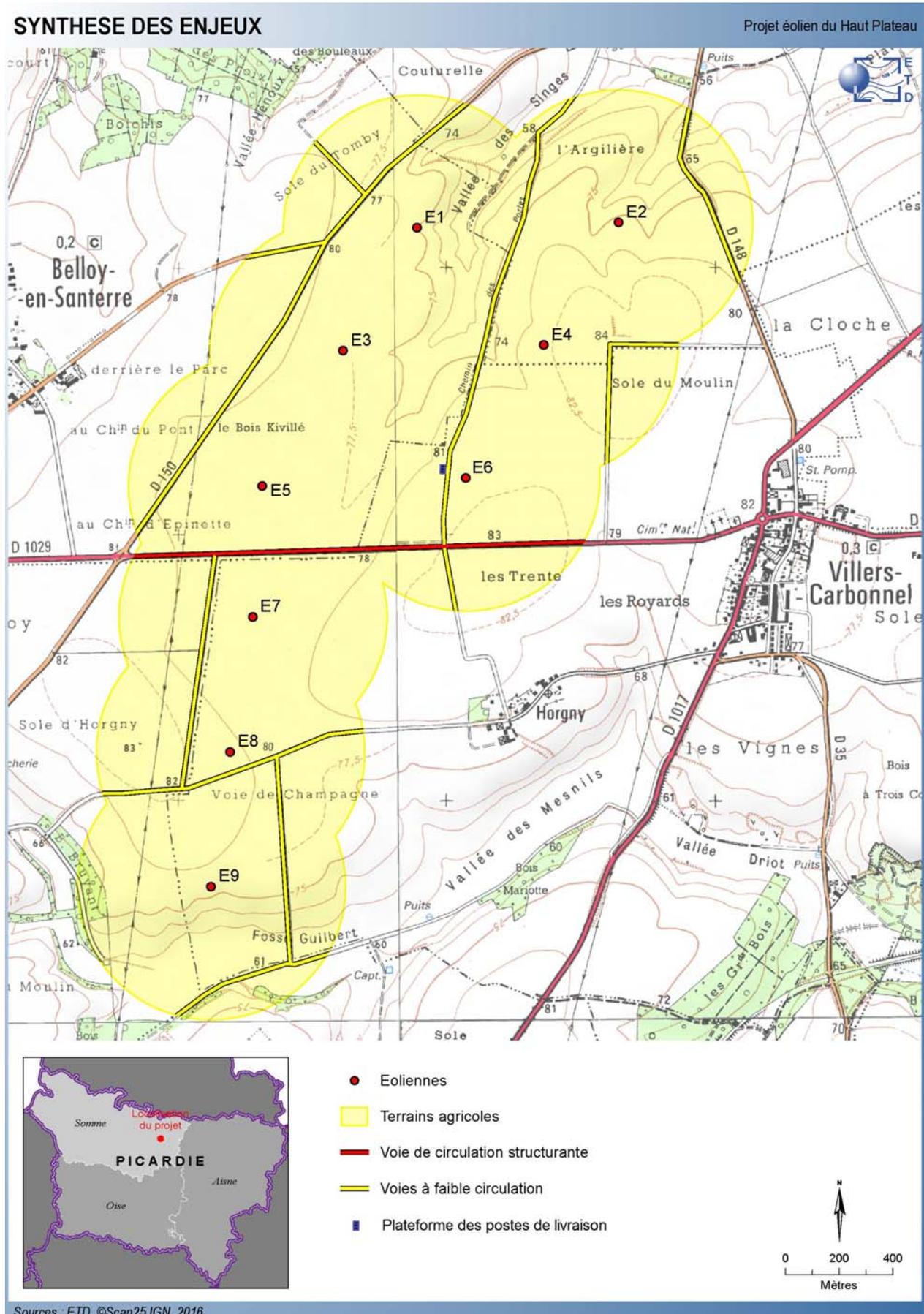
Eolienne	Enjeu: personnes non abritées		Enjeu: véhicules			Enjeu: véhicules			Total epp
	Terrains non aménagés		Voies peu fréquentées			Voies structurantes			
	S (ha)	epp	L (m)	S (ha)	epp	L (m)	v/j	epp	
E1	78.5	0.79	2 072	1.24	0.12				0.9
E2	78.5	0.79	1 762	1.06	0.11				0.9
E3	78.5	0.79	1 137	0.68	0.07				0.9
E4	78.5	0.79	1 605	0.96	0.10				0.9
E5	78.5	0.79	1 015	0.61	0.06	870	6215	21.63	22.5
E6	78.5	0.79	1 019	0.61	0.06	859	6215	21.35	22.2
E7	78.5	0.79	679	0.41	0.04	872	6215	21.68	22.5
E8	78.5	0.79	2 086	1.25	0.13				0.9
E9	78.5	0.79	1 994	1.20	0.12				0.9

Tableau 9 - Fréquentation du périmètre d'étude

3.4.1. Cartographie de synthèse des enjeux

Les enjeux identifiés dans le périmètre de l'étude ont été cartographiés sur la *Carte 7 - Synthèse des enjeux*. en page suivante.

¹⁰ L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation d'exploiter 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 s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes.



Carte 7 - Synthèse des enjeux

4. Description de l'installation

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 :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plate-forme » et/ ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés (20 000 V) 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 postes 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 (20 000 V) 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...

La distribution électrique sur le réseau est illustrée par la figure suivante :

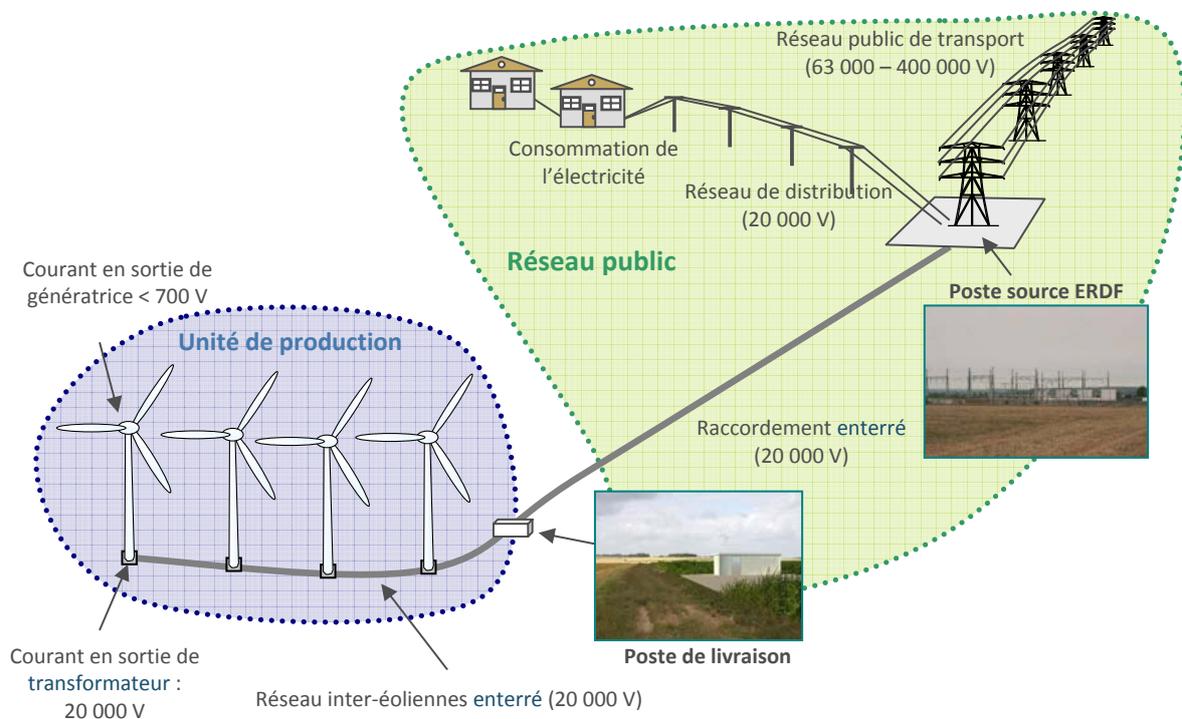


Figure 5 - Fonctionnement d'un parc éolien

L'éolienne :

Une éolienne est constituée des éléments principaux suivants :

- un rotor, constitué du moyeu, de trois pales et du système à pas variable (1)
- une nacelle supportant le rotor, dans laquelle se trouvent des éléments techniques indispensables à la création d'électricité (train d'entraînement, éventuellement multiplicateur, génératrice, système d'orientation, ...) (2)
- un mât maintenant la nacelle et le rotor (3) ;
- une fondation assurant l'ancrage de l'ensemble (4) ;
- un transformateur (dans le mât) et une installation de commutation moyenne tension.

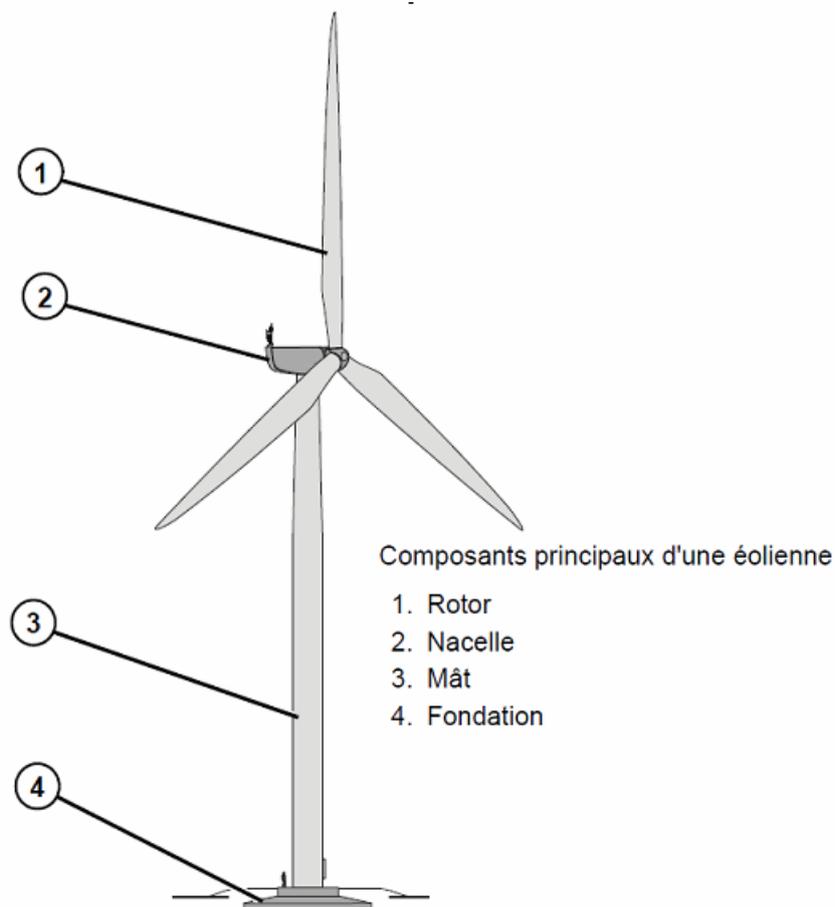


Figure 6 - Dénomination des différents éléments d'une éolienne

Note : l'éolienne Senvion M140 3,4 MW utilise une technologie d'entraînement du générateur par multiplicateur.

Emprise au sol

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

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

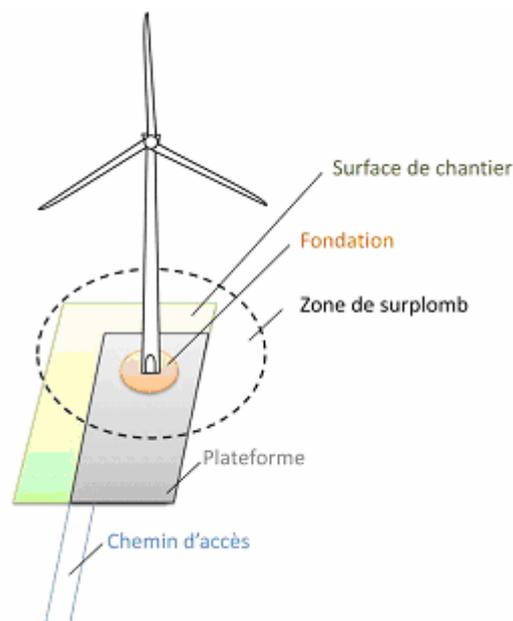


Figure 7 - Illustration des emprises au sol d'une éolienne

Chemins d'accès

Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de 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 constitutifs des éoliennes et de leurs annexes.

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

4.1.2. Activité de l'installation

Le parc éolien du Haut Plateau est destiné à la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec des aérogénérateurs d'une hauteur totale maximale de 180 mètres. A ce titre, cette installation est soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

4.1.3. Composition de l'installation

Le projet du parc éolien du Haut Plateau est composé de 9 éoliennes et de 3 postes de livraison (implantés sur une même plateforme a proximité de l'éolienne E6). La puissance totale maximale du projet est de 31,05 MW. Le modèle de référence retenu pour la présente étude est l'éolienne SENVION M140 3,4 MW (soit une puissance totale de 30,6 MW). Les éoliennes retenues présentent une hauteur de moyeu de 110 mètres et un diamètre de rotor de 140 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 180 mètres.



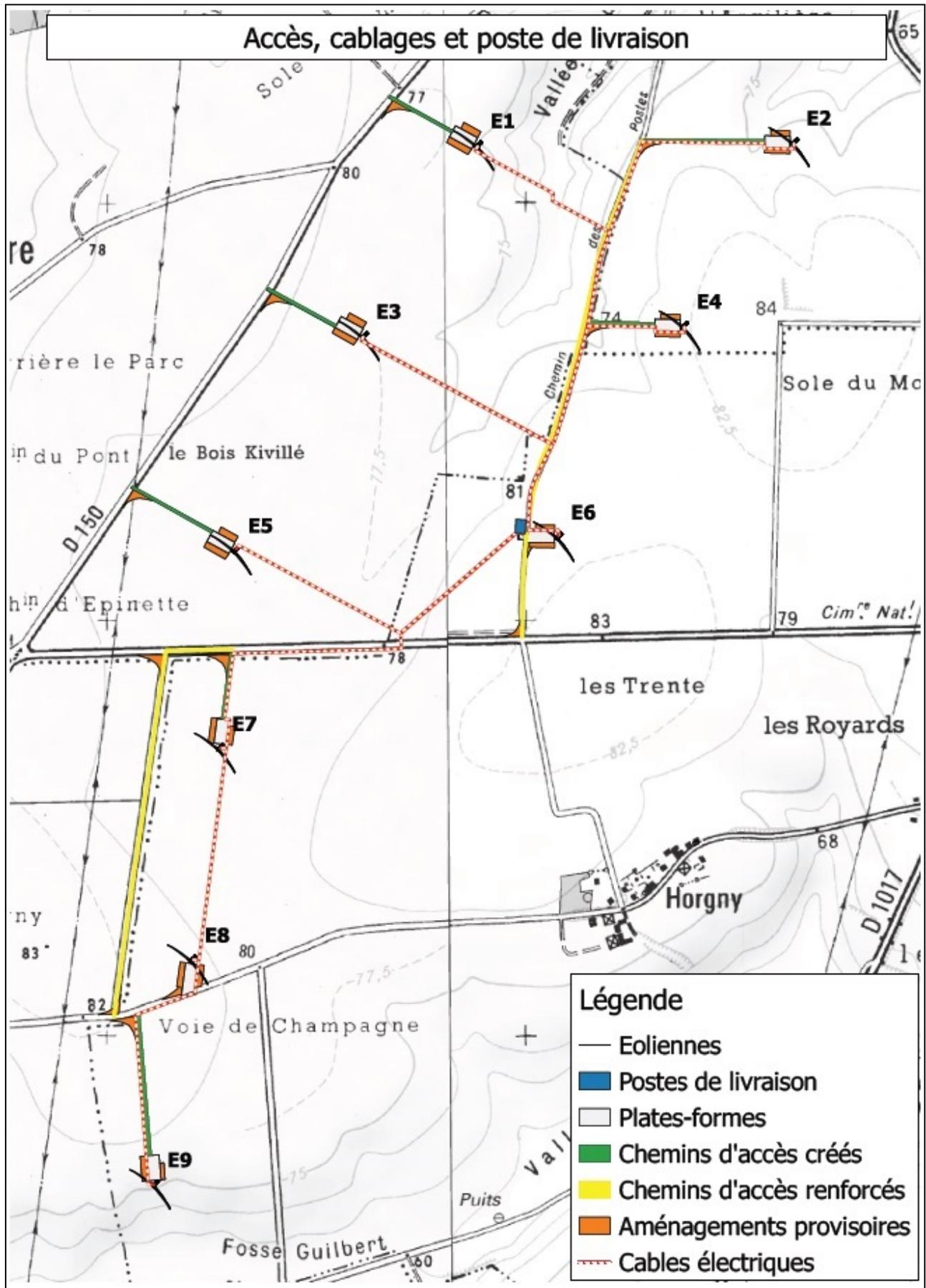
Figure 8 – L'éolienne Senvion M140 3,4 MW

Les coordonnées des éoliennes et de la plateforme des postes de livraison (PL) sont les suivantes :

Eolienne	Lambert 93		Altitude terrain (m)
	X	Y	
E1	691201.8	6976437.0	75.3
E2	691956.0	6976437.8	76.5
E3	690925.0	6975980.9	78.0
E4	691690.5	6975998.8	82.3
E5	690614.4	6975469.1	78.9
E6	691385.6	6975494.7	81.7
E7	690572.3	6974993.5	80.0
E8	690502.9	6974485.4	80.5
E9	690409.0	6973945.7	75.5
PL	691299	6975516	80.8

Tableau 10 - Coordonnées des éoliennes

Ci-après figure un plan schématique de l'installation (éoliennes, accès, réseau électrique, plateformes, postes de livraison). Le détail figure dans le plan architecte « abords des installations » présenté en grand format dans le dossier d'autorisation.



Carte 8 - Plan détaillé de l'installation

4.2. Fonctionnement de l'installation

4.2.1. Principe de fonctionnement de l'éolienne M140 3,4 MW

L'aérogénérateur Senvion **M140 3,4 MW** est une éolienne à angle variable et à vitesse de rotation variable disposant d'une puissance nominale de 3,4 MW. Elle convertit l'énergie éolienne en énergie électrique et qui est ensuite exportée vers les réseaux. L'éolienne a été conçue pour une utilisation sur terre et peut être utilisée ici à une hauteur de moyeu de 110 m avec les fondations adaptées. Le diamètre du rotor mesure 140 mètres.

La variabilité de la vitesse et la limitation de puissance sont atteintes grâce à un réglage combiné de couple de génératrice et d'angle de pale. La variabilité de vitesse permet d'assurer une grande adaptabilité au réseau et un rendement énergétique optimal pour une émission sonore minimale.

Le rotor permet de capter l'énergie du vent. Le flux d'air entrant génère une poussée aérodynamique sur les pales du rotor que celui-ci transforme en un mouvement rotatif, transmis à la génératrice par l'arbre du rotor et le multiplicateur. La génératrice convertit ce mouvement de rotation en énergie électrique. Le réglage en fréquence et tension du signal électrique produit s'effectue grâce à l'utilisation d'un convertisseur de puissance. Selon les machines, la génératrice est de technologie DFIG (machine asynchrone à double alimentation couplée à un convertisseur de puissance partielle) ou de technologie asynchrone à cage d'écureuil (couplée à un convertisseur pleine puissance).

Un poste de transformation élève ensuite en tension l'électricité produite qui est alors évacuée par un réseau de câbles HTA souterrains vers les réseaux électriques, via un ou plusieurs postes de livraison.

Un tableau du découpage fonctionnel de la machine est disponible **en annexe 7** du présent rapport.

Les principales caractéristiques des éoliennes du projet sont synthétisées dans le tableau ci-après :

Eolienne Senvion M140 3,4 MW		
Température ambiante d'opération	-20 °C à +40 °C	
Certificat	Classe III-A selon IEC 61400-1	
Conception technique	Puissance nominale	3400 kW
	Régulation de puissance	Variation active de pale individuelle (pitch) et vitesse de rotation variable
	Diamètre du rotor	140 m
	Hauteur du moyeu	110 m
	Concept de l'installation	Boîte de vitesse, vitesse de rotation variable
	Plage de vitesse de rotation du rotor	Environ 5 à 10 tours par min
Rotor <i>Capte l'énergie mécanique du vent et la transmette à la génératrice</i>	Type	Orientation active des pales face au vent
	Nombre de pales	3
	Surface balayée	15 390 m ²
	Contrôle de vitesse	Variable via microprocesseur
	Contrôle de survitesse	Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale
	Matériau des pales	Plastique renforcé à la fibre de verre et au carbone, protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 - 400-24 (Juin 2010)
	Arbre de rotor <i>Transmet le mouvement de rotation des pales</i>	Entraîné par les pales
Nacelle <i>Supporte le rotor et abrite le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i>	Multiplicateur <i>Augmente le nombre de rotation de l'arbre</i>	Engrenage planétaire à 3 étages
	Génératrice <i>Produit l'électricité</i>	Technologie asynchrone à cage d'écureuil, couplée à un convertisseur pleine puissance. Tension nominale de 750 V
Système de freinage	Frein principal aérodynamique	Orientation individuelle des pales par activation électromécanique avec alimentation de secours
	Frein auxiliaire mécanique	Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre rapide
Mât <i>Supporte le rotor et la nacelle</i>	Type	Tubulaire en acier
	Protection contre la corrosion	Revêtement multicouche résine époxy
	Fixation du pied du mât	Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation
Transformateur <i>Elève la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</i>	Caractéristiques	A l'intérieur du mât Tension de 20 kV à la sortie

Eolienne Senvion M140 3,4 MW		
Fondation <i>Ancre et stabilise le mât dans le sol</i>	Type	En béton armé
	Dimensions	Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction
Périodes de fonctionnement	Vent inférieur à 3 m/s	Un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent
	Environ 3 m/s	Le vent est suffisant pour générer de l'électricité. L'éolienne peut être couplée au réseau électrique
	> 3 m/s	La génératrice délivre un courant électrique alternatif, dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent
	11 à 22 m/s	L'éolienne fournit sa puissance nominale. Cette dernière est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales
Poste(s) de livraison <i>Adapte les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public</i>	Caractéristiques	Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV

4.2.2. Sécurité de l'installation

Note : Les différents systèmes de sécurité de l'installation sont détaillés au stade de l'analyse préliminaire des risques.

Conformité aux prescriptions de l'arrêté ministériel

L'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation ainsi qu'aux principales normes et certifications applicables à l'installation. Le détail des réponses apportées par SENVION aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 est fourni **en annexe 8**.

Classification des éoliennes Senvion M140 3,4 MW selon la norme IEC 61400-1

Les éoliennes qui seront implantées sur le parc éolien du Haut Plateau sont certifiées notamment **au titre de la solidité intrinsèque de la machine et de son adéquation aux conditions du site du projet**. En France, la classification fait référence à la norme « IEC 61400-1 ». Cette classification est résumée ci-dessous (vitesse du vent à hauteur d'axe de l'éolienne):

			Vitesse du vent à hauteur d'axe (m/s)		
			entre 8,5 et 10	entre 7,5 et 8,5	inférieure à 7,5
Moyenne annuelle					
Moyenne sur 10 mn maximale / 50 ans					
Moyenne sur 3 s maximale / 50 ans					
Classe de vitesse:			I	II	III
Intensité de turbulence moyenne (%)	entre 14% et 16%	A	IEC I A	IEC II A	IEC III A
	entre 12% et 14%	B	IEC I B	IEC II B	IEC III B
	Inférieure à 12%	C	IEC I C	IEC II C	IEC III C
Classe de turbulence			Classe de vent de l'éolienne		

Tableau 11 - Classe de vent des éoliennes

Les éoliennes industrielles sont dimensionnées pour chacune de ces classes. Il est donc important de faire correspondre la classe du site avec la classe de la turbine. A titre indicatif :

- les éoliennes de « classe IA » sont dimensionnées pour des sites avec beaucoup de vent et assez turbulent ;
- les éoliennes de « classe IIIC » sont dimensionnées pour des sites avec peu de vent et très peu de turbulence.

→ Le parc éolien du Haut Plateau est composé d'éoliennes **Senvion M140 3,4 MW de hauteur d'axe 110 m**, classées **IEC III A**.

Comparaison entre les vents estimés sur le site à la hauteur d'axe des éoliennes (voir le paragraphe 3.2.2) et la classe de vent de l'éolienne retenue:

	Vents estimés sur le site à hauteur d'axe (110 m)	Classe de vitesse de vent de l'éolienne retenue: IEC III
Moyenne annuelle	7,1 m/s	inférieure à 7,5 m/s
Moyenne sur 10 mn maximale / 50 ans	38 m/s	inférieure à 37,5 m/s
Moyenne sur 3 secondes maximale / 50 ans	Rafale maximale sur 3 secondes non disponible, mais inférieure au vent maximal instantané de 51 m/s	inférieure à 52,5 m/s

Pour les 3 critères de vitesse de vent de la norme IEC 61400-1, le site présente des vitesses de vent inférieures ou très proches des maxima de la classe **IEC III** de l'éolienne retenue. Il s'agit de vitesses moyennes. Des vitesses de vent instantanées supérieures peuvent être supportées par les éoliennes et des coefficients de sécurité sont appliqués lors de leur conception.

Note : Comme indiqué en préambule, le modèle retenu pour l'étude de dangers du projet est l'éolienne Senvion M140 3,4 MW parce que considérée de part ses dimensions comme étant la machine majorante du point de vue de l'étude des risques.

A noter que les constructeurs des machines demandent systématiquement à l'exploitant de lui mettre à disposition des données climatiques (vent, température, etc...) représentatives des conditions du site, ce afin de vérifier que les conditions du site sont compatibles avec les hypothèses de conception de l'aérogénérateur.

L'exploitant impose par ailleurs au constructeur qu'il délivre un **certificat de conformité** à la norme IEC 61400-1 adapté aux conditions de vent du site et réalisé suivant les règles et procédures de l'IEC WT 01. La fourniture des certificats est une condition de la réception définitive de l'installation. La certification ayant une durée de validité limitée le plus souvent à 5 ans, elle est renouvelée durant toute la durée de vie du parc éolien. Le certificat des éoliennes **Senvion M140 3,4 MW de hauteur d'axe 110 m** est fourni en annexe 6 (*type certificate*).

Autres règles de conception, système qualité, respect des normes :

Les éoliennes qui seront implantées sur le parc du Haut Plateau sont certifiées à plusieurs titres :

- **Pour la partie turbine**, la machine respecte les normes EN53108, EN 61400 ainsi que la directive machine 2006/42/CE.
- **Au titre de la conception et du contrôle des fondations**, outre l'application des règlements nationaux usuels pour les ouvrages de génie civil, le maître d'ouvrage impose dans son cahier des charges que les fondations soient conçues conformément à l'Eurocode 2 concernant les sollicitations de fatigue¹¹. En outre, le maître d'ouvrage confie toujours une mission couvrant la "Solidité des ouvrages et des éléments d'équipements indissociables" à un bureau de contrôle agréé. Les plans et notes de calcul doivent donc être soumis à l'avis du bureau de contrôle avant la réalisation des travaux.

¹¹ Rupture progressive

- **Au titre de la sécurité du personnel d'exploitation et de maintenance**, les éoliennes qui seront érigées seront conformes :
 - a) aux directives européennes :
 - "directive machine" 98/37/CE
 - directive 73/23/EEC, relative aux équipements électriques,
 - directive 89/336/EEC, relative à la compatibilité électromagnétique
 - b) à la norme : EN 50308 : aérogénérateurs – mesures de protection – exigences pour la conception, le fonctionnement et la maintenance
 - c) au Code du travail.

La tension présente aux postes de livraison est de 20000 Volts. L'ensemble des installations du réseau d'évacuation d'électricité répond aux normes en vigueur et en particulier aux normes suivantes :

- NFC 15-100 : installations électriques basse tension
- NFC 13-200 : installations électriques haute tension
- NFC 13-100 : postes de livraison Haute tension/Basse tension raccordés à un réseau de distribution de seconde catégorie

Enfin, l'exploitation et la maintenance des éoliennes sont confiées à du personnel qualifié et formé régulièrement suivant les consignes préalablement définies dans les manuels rédigés par le constructeur lui-même.

Méthodes et moyens d'intervention

Le parc éolien du Haut Plateau sera exploité par la société Elicio France, dépositaire de la présente demande d'autorisation d'exploiter. Le Service exploitation d'Elicio est responsable de la gestion administrative et opérationnelle de l'ensemble des installations de la société et de leur suivi permanent (24h/24h et 7j/7j). Ce suivi s'effectue depuis Ostende en Belgique. Afin d'avoir un contrôle permanent au plus près des installations et une grande réactivité sur place, un sous traitant local est mandaté pour chaque parc éolien. Ce sous traitant agit sur ordre du service exploitation pour toute action de première urgence.

Gestion des situations d'urgence :

Un plan de prévention (PDP) est défini par SENVION à la mise en place du contrat de maintenance. Ce document analyse les risques liés aux opérations de maintenance dans les éoliennes et définit les principales mesures de prévention à appliquer. Le PDP est approuvé par l'entreprise utilisatrice ainsi que les entreprises extérieures.

En cas d'incendie, l'ensemble des intervenants doit se rendre au point de rassemblement, constitué par les postes de livraison. Les techniciens de maintenance sont formés au travail en hauteur et à l'évacuation d'urgence (du haut de l'éolienne comme de l'échelle). Un système d'évacuation d'urgence est présent dans l'éolienne lors de toute opération de maintenance. Une trousse de premiers secours est à disposition sur site, au niveau des postes de livraison.

Les adresses et les noms des services d'urgence à contacter en cas d'accident sont affichés en pied de tour et au niveau de la nacelle. Tout incident et toute situation dangereuse, liés au travail sur le parc en exploitation, sera signalé au chargé d'exploitation ELICIO.

Numéros d'urgence :

Le personnel intervenant a pour consigne d'appeler le **112** en cas d'accident ou d'incendie. Les plans d'accès au site, ainsi que les coordonnées et caractéristiques pertinentes des aérogénérateurs (hauteur, conditions d'accès, identification et localisation des dangers, etc.) ont été communiqués au SDIS¹².

Circuits d'évacuation en cas de sinistre :

Chaque aérogénérateur compte 2 issues :

- Une porte en pied de tour,
- Une trappe dans la nacelle, qui permet l'évacuation par la nacelle à l'aide d'un dispositif de secours et d'évacuation (chaque aérogénérateur est équipé d'un tel dispositif, le nombre de dispositifs étant toutefois à adapter en fonction du nombre de personnes intervenant simultanément dans la nacelle).

Moyens de détection et/ou d'extinction incendie :

Chaque aérogénérateur est doté de 3 extincteurs au total :

- Plate-forme Armoire de contrôle : un extincteur CO2
- Nacelle : un extincteur Poudre ABC + un extincteur CO2

Moyens externes :

Le centre de secours le plus proche est celui de Péronne, situé à moins de 10 km du site.

Premiers secours :

Le personnel intervenant dans les aérogénérateurs est formé aux premiers secours. Chaque aérogénérateur est équipé de 2 boîtes de premiers secours (1 en pied de tour, 1 en nacelle). Les véhicules des techniciens de maintenance sont également dotés d'une boîte de premiers secours.

Règles particulières en cas de choc électrique : Les consignes de soins aux électrisés sont affichées dans chaque aérogénérateur et au poste de raccordement. Une perche à corps doit être utilisée lors des manœuvres sur les installations HT, conformément aux instructions données lors des formations de préparation à l'habilitation électrique.

¹² SDIS : Service départemental incendie et secours

4.2.3. Opération d'entretien et de maintenance

Résumé des opérations de maintenance préventives effectuées sur les aérogénérateurs SENVION

Les opérations de maintenance préventives préconisées par Senvion sont détaillées dans des manuels dédiés. Le suivi de ces préconisations est impératif car leur respect conditionne le maintien opérationnel de l'éolienne et de ses fonctions de sécurité. Le manuel de maintenance de chaque aérogénérateur est par ailleurs dûment établi et validé dans le cadre de sa certification-type.

Ces opérations incluent des contrôles visuels, vérification de serrages, graissages, changement d'huile, vérification de niveaux, test des systèmes de sécurité, remplacement des charbons des collecteurs, mesures de niveau d'isolement électrique, etc... qui sont semestriels ou annuels. Des essais d'arrêt, d'arrêt d'urgence et de simulation de survitesse sont réalisés lors de la mise en service de l'aérogénérateur ainsi que lors des opérations de maintenance préventive (dont la périodicité n'excède pas 1 an).

Le contrôle visuel et de serrage des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât font partie des opérations de maintenance préventive de l'aérogénérateur. Ils sont consignés et répertoriés dans les protocoles de maintenance, mis à la disposition de l'exploitant. Ces contrôles interviennent 3 mois, puis un an après la mise en service de l'aérogénérateur, puis avec une périodicité inférieure à un an pour le contrôle visuel et de serrage. De même, le contrôle des systèmes instrumentés de sécurité est effectué lors de chaque maintenance préventive, d'une périodicité inférieure à un an. Le serrage des brides de fixations et du mât est réalisé tous les deux ans sur un échantillon tournant permettant la révision complète à terme des serrages de chaque vis de toutes les brides.

Ces opérations sont détaillées et regroupées par ensemble fonctionnel de l'aérogénérateur : ils constituent une check-list suivie par les équipes de maintenance, dûment renseignée, signée, et mise à la disposition de l'exploitant au terme de chaque opération de maintenance.

A titre d'exemple, ci-après : rubriques du manuel de maintenance d'un aérogénérateur Senvion :

1. Contrôles visuels généraux
2. Pales (vérifications visuelles, relevé des cartes foudre)
3. Ecrous de pale (serrages)
4. Roulements de pale
5. Système de pitch (orientation de la pale)
6. Moyeu
7. Roulement du rotor
8. Système de blocage du rotor
9. Multiplicateur
10. Slip ring (collecteur à bagues rotatives)
11. Frein de sécurité actif
12. Accouplement
13. Génératrice
14. Groupe hydraulique
15. Système de refroidissement du convertisseur
16. Freins d'azimut
17. Roulement d'azimut
18. Mécanisme d'orientation de la nacelle
19. Système électrique (câbles / gaines à barre)
20. Equipement de la tour
21. Système de contrôle commande et convertisseur
22. Transformateur sec en pied de mât
23. Câbles électriques en haut de mât
24. Cellules HTA
25. Câblage électrique en pied de mât
26. Fonctions de sécurité
27. Nettoyage de l'aérogénérateur
28. Massif de fondation
29. Environnement de l'aérogénérateur

4.2.4. Stockage et flux de produits dangereux

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

Nota : les produits de nettoyage (type solvant) ne sont pas présents sur le site mais sont apportés de manière ponctuelle par les techniciens lors des phases de maintenance.

4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation

4.3.1. Raccordements électriques

Trois réseaux sont nécessaires au bon fonctionnement d'un parc éolien :

- Le réseau HTA inter-éoliennes, qui achemine l'énergie produite par les éoliennes au(x) poste(s) de livraison,
- La fibre optique, qui permet la supervision du parc,
- La liaison HTA entre le ou les postes de livraison et le poste source ERDF.

Le schéma ci-dessous permet d'illustrer le raccordement électrique d'un parc éolien au réseau public :

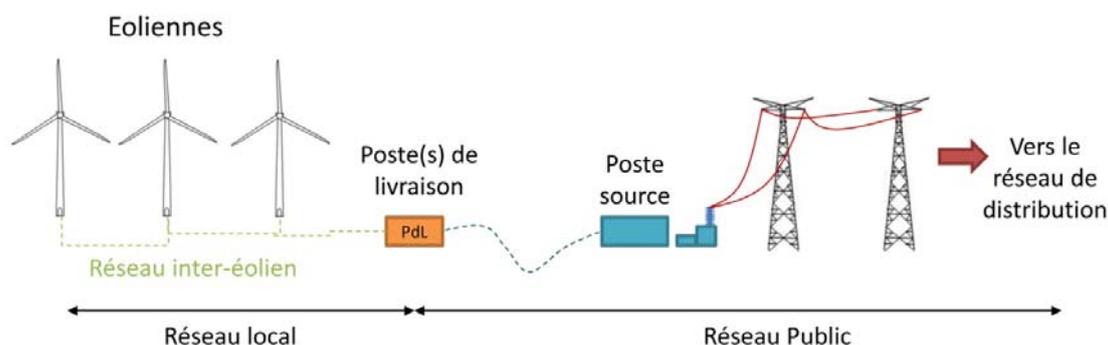


Figure 9 - Schéma de principe du raccordement électrique d'un parc éolien

- **Le réseau HTA inter- éoliennes**

Les éoliennes sont reliées entre elles par des câbles enfouis à une profondeur minimale de 80 cm, normalisés et prévus pour le transport d'un courant d'une tension de 20 000 V. Sur le parc du Haut Plateau, les liaisons enterrées inter éoliennes, puis de raccordement vers les postes de livraison, sont réalisées en bordure de chemin ou sous la route si l'accotement n'est pas utilisable.

Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance.

Conformité des liaisons électriques

Normes : L'ensemble des installations du réseau d'évacuation d'électricité répond aux normes en vigueur et en particulier aux normes suivantes :

- NFC 15-100 : installations électriques basse tension
- NFC 13-200 : installations électriques haute tension
- NFC 13-100 : postes de livraison Haute tension/Basse tension raccordés à un réseau de distribution de seconde catégorie

Par ailleurs, 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

Note : La demande d'approbation du projet d'ouvrage de la ligne électrique souterraine HTA et des postes de livraison selon l'article 24 créé par le décret n°2011-1697 du 1er décembre 2011 modifié fait l'objet d'un document joint à part dans le dossier.

- **La liaison postes de livraison - poste source**

L'énergie produite par le parc éolien est centralisée aux postes de livraison et ensuite injectée sur le réseau EDF via une liaison HTA (20 000 V) enterrée à réaliser entre les postes de livraison et le poste source ERDF. Ce raccordement est prévu au poste électrique de Pertain situé à environ 8 km au sud du site.

Néanmoins, la demande de raccordement électrique auprès de ERDF ne se fera qu'après obtention de l'arrêté d'autorisation unique.

4.3.2. Autres réseaux

Le parc éolien du Haut Plateau 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.

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 ou des modes de fonctionnement)

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

5.1. Les potentiels de dangers liés aux produits

Les risques associés aux différents produits sont :

L'incendie : des produits combustibles sont présents dans l'éolienne. Ainsi, la présence d'une charge calorifique peut alimenter un incendie en cas de départ de feu.

La toxicité : Ce risque peut survenir suite à un incendie créant certains produits de décomposition nocifs, entraînés dans les fumées de l'incendie.

La pollution : En cas de fuite sur une capacité de stockage, la migration des produits liquides dans le sol peut entraîner une pollution, également en cas d'entraînement dans les eaux d'extinction incendie.

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières (hormis l'acier et/ ou le béton qui ont été nécessaires à la construction des éoliennes), ne génère pas d'émission atmosphérique mais peut générer une petite quantité de déchets dans le cadre de l'exploitation des parcs.

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

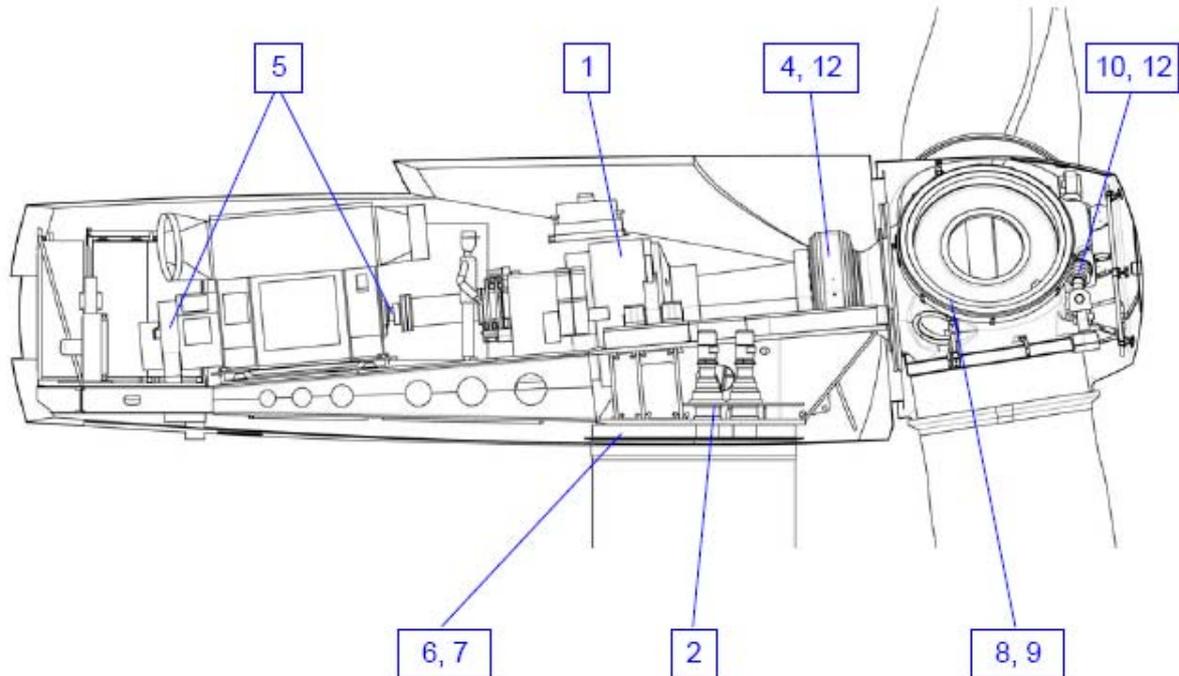
- **Produits nécessaires au bon fonctionnement des installations** (graisses et huiles de transmission, huiles hydrauliques pour systèmes de freinage...), qui une fois usagés sont traités en tant que déchets industriels spéciaux,
- **Produits de nettoyage et d'entretien** des installations (solvants, dégraissants, nettoyants...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...), évacués selon la procédure adaptée¹³. Le détail concernant les produits de nettoyage et d'entretien des installations présents ponctuellement au moment des opérations d'entretien des machines sera apporté par l'exploitant au moment de la mise en service de l'installation.

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou les postes de livraison (en dehors des produits nécessaires au fonctionnement de l'éolienne).

Ci-après figurent les informations SENVION relatives aux produits utilisés dans la machine M140 3,4 MW.

¹³ Voir demande d'autorisation d'exploiter - Procédure de Gestion des déchets

INVENTAIRE DES PRODUITS



No.	Location	Type	Brand	Quantity	WHC*	HSC*
1	Gearbox	Synthetic oil	Mobil SHC XMP 320 or Castrol Optigear SYN A320	≈580 l	1	-
					2	-
2	Yaw gearbox	Synthetic oil	Mobil SHC XMP 150 or Mobil SHC Gear 150	≈20 l ≈20 l	1	-
					2	-
3	Hydraulic system	Hydraulic oil	Fuchs ECO-HYD S plus (NCV) Shell Tellus Arctic 32 (CCV)	≈20 l ≈20 l	1	-
					2	-
4	Main bearing	Lubrication grease	Fuchs Lubritech Stabyl EOS E2	≈135 kg	1	-
5	Generator bearing	Lubrication grease	Klüberplex BEM 41-132	≈11 kg	1	-

.../...

6	Yaw – bearing	Lubrication grease	Fuchs Lubritech Gleitmo 585K	≈17 kg	2	-
7	Yaw – gearing	Lubrication grease	OKS 495 or Fuchs Lubritech Gleitmo 585K	≈1 kg ≈1 kg	1 2	- -
8	Rotor blade – bearing	Lubrication grease	Fuchs Lubritech Gleitmo 585K	≈3x10 kg +15 kg	2	-
9	Blade bearing – gearing	Lubrication grease	OKS 495 or Fuchs Lubritech Gleitmo 585K	≈3x1 kg ≈3x1 kg	1 2	- -
10	Blade pitch gearbox	Synthetic oil	Mobil SHC XMP 150 or Mobil SHC Gear 150	3×7.5 l 3×7.5 l	1 2	- -
11	Blade pitch gearb. seal	Lubrication grease	Fuchs Lubritech Stabyl EOS E2	<1 kg	1	-
12	Rotor lock, door hinges, etc.	Lubrication grease	Fuchs Lubritech Stabyl EOS E2	<1 kg	1	-

* - WHC = water hazard class (- = not applicable because insoluble solid substance)

** - HSC = hazardous substances class (- = not applicable)

Tableau 12 – Produits présents dans l'éolienne Senvion M140 3,4 MW

L'ensemble des substances et produits utilisés répondent aux exigences de la Directive Européenne relative à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses (*Directive 67/548/CEE du Conseil, du 27 juin 1967, concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses ; modifiée par le nouveau règlement (CE) N° 1272/2008 et la création de l'Agence Européenne des produits chimiques*). Aucune substance ou produit utilisé par Senvion ne sont classifiés comme **CMR** (Cancérogène, Mutagène, Repro-toxique) au sens de l'article **R4411-1** et suivants du code du travail.

Des Equipements de Protection Individuels appropriés sont mis à disposition par l'employeur afin de protéger les opérateurs contre les risques chimiques générés par l'utilisation de certains produits. Les dangers représentés par l'utilisation de certains produits ainsi que les mesures de prévention associées sont détaillés dans des instructions à usage interne ainsi que dans les plans de prévention des risques qui sont présents en machine et dont les opérateurs prennent connaissance avant toute intervention.

Les substances et produits utilisés lors des maintenances sont regroupés en 16 groupes pour chacun desquels une fiche de groupe contenant les risques et les moyens de protection utilisés est disponible.

Note relative au renouvellement de l'huile de multiplicateur :

Il est à noter que l'huile du multiplicateur est remplacée régulièrement (tous les 3 ans ou après analyse d'huile). L'huile usagée est récupérée par un véhicule de pompage spécialisé directement dans le multiplicateur. L'huile neuve est injectée de la même manière. L'huile récupérée est ensuite transportée :

- directement en centre de traitement de filiales de filtrage / retraitement / élimination agréés au regard de la réglementation applicable **ou**

- directement dans le centre de maintenance en vue de sa prise en charge et de son filtrage / retraitement / élimination selon des filiales agréées au regard de la réglementation applicable

Rappel de la réglementation

- Code de l'environnement articles **L541-1** à **L541-8**

- Directive 67/548/CEE du Conseil, du 27 juin 1967, concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses ; modifiée par le nouveau règlement (CE) N° 1272/2008 et la création de l'Agence Européenne des produits chimiques

5.2. Les potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien (hors causes externes) sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

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

Tableau 13 - Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

5.3. Réduction des potentiels de dangers à la source

5.3.1. Principales actions préventives

Dès la conception du projet, la société Elicio a veillé à réduire autant que possible les potentiels de dangers en intégrant cet aspect dans le choix du positionnement des éoliennes. D'autre part, le choix d'un modèle d'éolienne certifiée a été effectué afin d'assurer une sécurité optimale de l'installation.

Réduction des potentiels de dangers lors de la conception du projet :

Les éoliennes doivent être légalement éloignées d'au minimum 500 m des habitations. La distance minimale aux habitations observée sur ce projet est de 800 m.

Les éoliennes sont implantées en terrain essentiellement agricole très peu fréquenté. Les enjeux additionnels considérés dans le périmètre de l'étude de dangers (soit dans le rayon des 500 m autour des éoliennes) sont ceux liés à la présence d'une voie de circulation structurante et de quelques voies à faible circulation et chemins d'exploitation agricole.

Dans le périmètre de l'étude, on ne note aucun terrain aménagé potentiellement fréquenté, aucun sentier de randonnée, ni voie ferrée, ni voie navigable, aucun établissement recevant du public et aucune zone d'activité.

Par ailleurs, le site se situe en dehors des zones à risques de mouvements de terrain.

Réduction des potentiels de dangers par le choix des caractéristiques de l'éolienne :

L'éolienne choisie est l'éolienne Senvion M140 3,4 MW. Il s'agit d'une éolienne de conception récente certifiée, respectant les normes européennes.

En ce qui concerne **la résistance aux vents extrêmes**, les éoliennes retenues présenteront les caractéristiques de la classe **IEC III A** (norme IEC 61400-1). La classification de l'éolienne, les normes de sécurité appliquées, ainsi que les principaux systèmes de sécurité de l'éolienne M140 3,4 MW sont décrits au paragraphe **4.4.2 – Sécurité de l'installation**. Le certificat de l'éolienne retenue est fourni en **annexe 6**.

Concernant **la projection de bris de glace**, la réduction des dangers est assurée via un système de déduction de givre sur les pales ainsi que par l'arrêt complet de la machine en cas de gel sévère. Conformément à la réglementation ICPE, des panneaux d'information seront mis en place pour informer les riverains des risques éventuels.

Concernant les **incendies**, la majorité des matériaux composant les éoliennes sont incombustibles. La maintenance permettra également de repérer et d'endiguer (si besoin est) les fuites de lubrifiants. Des extincteurs sont mis à disposition dans chaque éolienne. La voie d'accès sera entretenue de manière régulière pour faciliter le passage des pompiers. On notera également la présence d'extincteurs et de systèmes de protection anti-incendie à l'intérieur de chaque éolienne.

Une **maintenance régulière** (cf. 4.2.3) permet de prévenir les accidents type bris de pales, chute d'objets.

Concernant les dangers associés à la **foudre**, des systèmes parafoudres internes et externes (paratonnerre) sont prévus pour chaque éolienne.

Le **balisage** des éoliennes permet de les distinguer plus facilement de jour comme de nuit et ainsi d'éviter des collisions.

Une surveillance constante effectuée via les capteurs placés sur l'éolienne permet de détecter les dérives de fonctionnement du système.

Réduction des dangers liés aux produits

Pour quelque opération de maintenance que se soit, l'ensemble des produits entrants sont utilisés durant les maintenances :

- les excédents sont systématiquement remportés par les équipes en fin de journée (que la maintenance soit terminée ou non) afin d'être stockés dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation ;
- les pièces défectueuses remplacées sont également remportées par les équipes afin d'être stockées dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation ;
- les déchets dangereux (chiffons souillés, contenants vides ...) générés lors des maintenances sont systématiquement remportés par les équipes en fin de journée afin d'être stockés dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation ;

Par ailleurs, un nettoyage minutieux de la machine est opéré après chaque maintenance afin de s'assurer qu'aucun produit / déchet ne reste dans la machine lors du départ des équipes. A des fins de performance, sécurité, fiabilité mais également propreté, Senvion s'appuie sur une technologie à pitch électrique, ce qui réduit considérablement la quantité de fluides localisés dans les parties tournantes de l'éolienne.

5.3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles

La directive relative aux émissions industrielles (2010/75/UE dite IED transposée) définit une **approche intégrée** de la prévention et de la réduction des pollutions émises par les installations industrielles et agricoles entrant dans son champ d'application. Un de ses principes directeurs est le recours aux **meilleures techniques disponibles (MTD)** afin de prévenir les pollutions de toutes natures. Elle impose aux États membres de fonder les conditions d'autorisation des installations concernées sur les performances des MTD. La directive IED remplace la directive 2008/1/CE, dite directive IPPC, relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution.

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'expérience

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, littérature spécialisée, etc.). Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information.

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrées 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

Données de la Base Aria

Au 28 septembre 2015, la base Aria du Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels recense une quarantaine d'accidents majeurs en France. Ces accidents sont présentés en détail dans l'annexe 4 « Accidentologie française »

Autres accidents et incidents recensés

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter un parc éolien. 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 [19].

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

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

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

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens [19], et complétée depuis, 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. Un total de 55 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2015. (voir tableau détaillé en annexe 4)

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

Notons que si on excepte les opérations de maintenance, tous ces accidents français n'ont jamais entraîné de victime.

Analyse de ces accidents (SER-FEE)

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français (source : guide technique [19] « Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » INERIS/SER-FEE)¹⁴. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs. Dans ce graphique sont présentés :

- La répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie, par rapport à la totalité des accidents observés en France. Ils sont représentés 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.

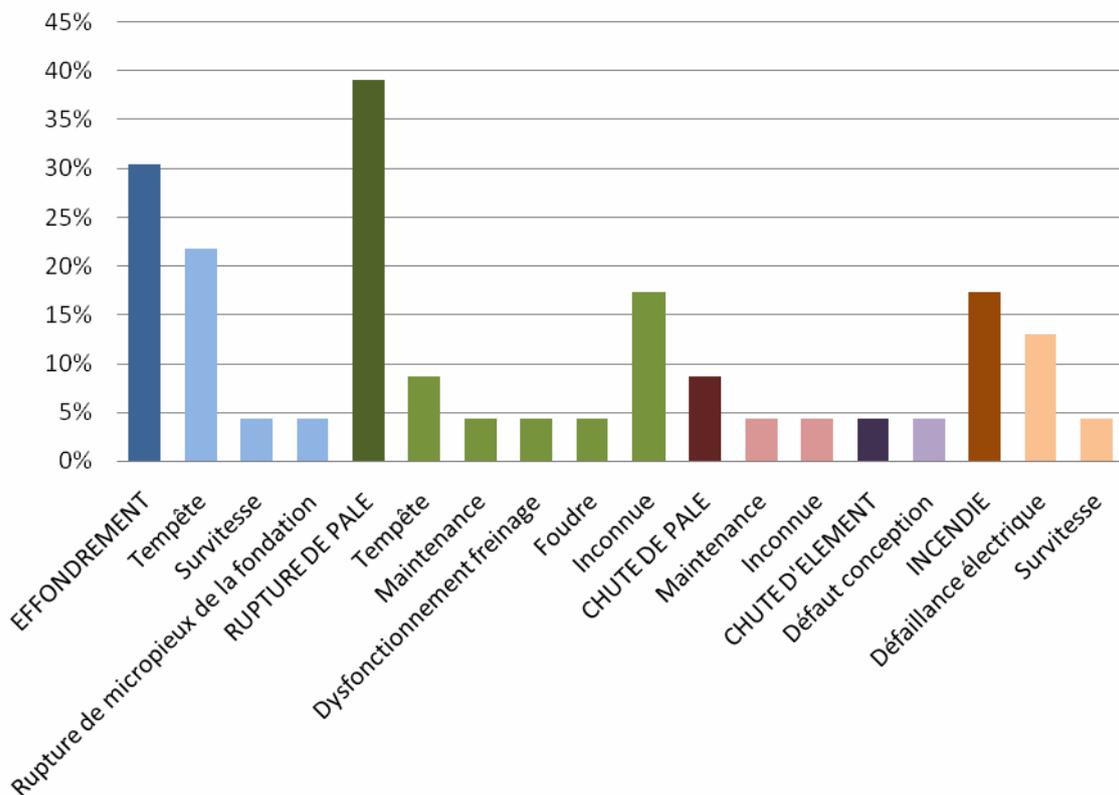


Figure 10 - Analyse des accidents du parc éolien français selon SER-FEE

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 la tempête.

¹⁴ Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens [19] apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000.

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 précédemment mentionné, 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.

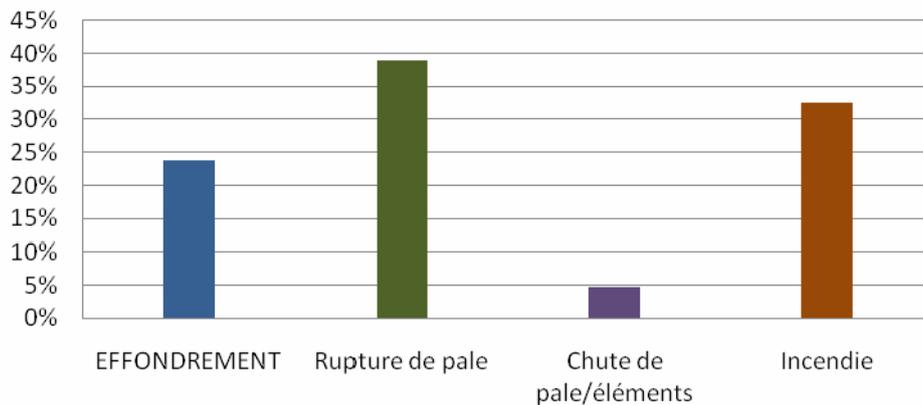


Figure 11 - Répartition des événements accidentels dans le monde, SER-FEE

Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés).

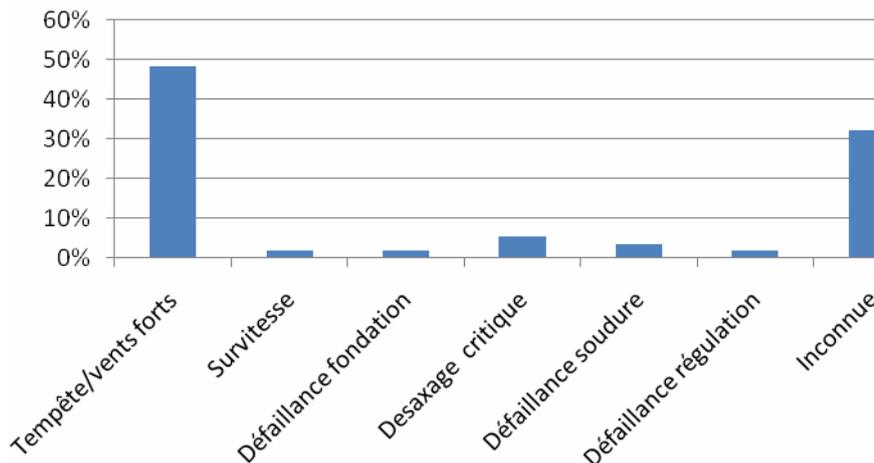


Figure 12 - Répartition des causes premières d'effondrement, SER-FEE

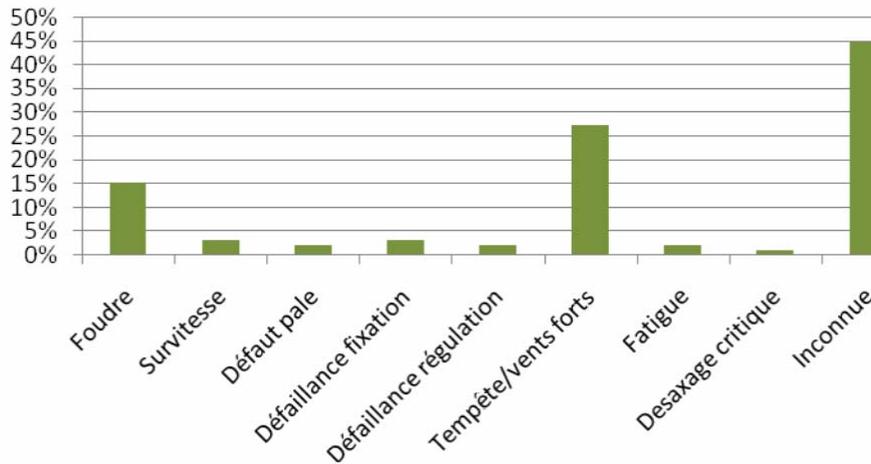


Figure 13 - Répartition des causes premières de rupture de pale, SER-FEE

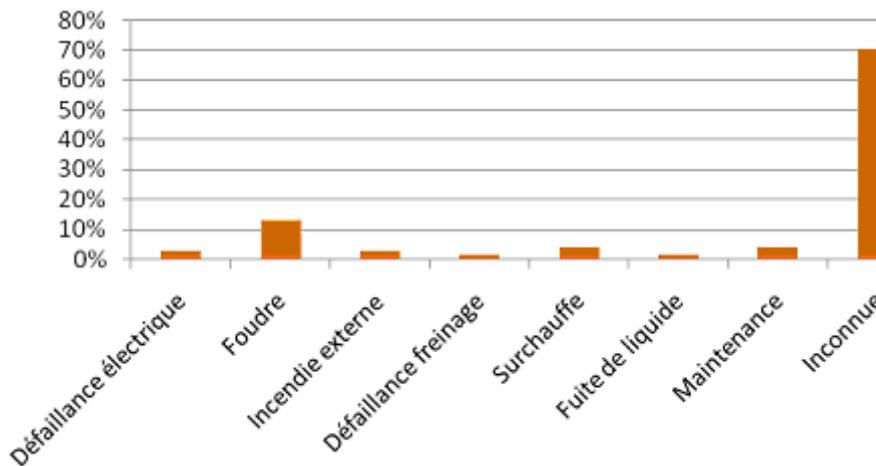


Figure 14 - Répartition des causes premières d'incendie, SER-FEE

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. Inventaires des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant

D'après le guide de l'étude de dangers éolienne [19], la liste des accidents survenus sur le site de l'exploitant doit être fournie en cas d'extension d'une installation existante, ce qui n'est pas le cas ici.

Aucun incident de type susmentionné n'a été recensé sur les sites dont le suivi d'exploitation est réalisé par la société Elicio

Deux éoliennes Senvion (ex Repower) apparaissent aujourd'hui dans l'accidentologie française répertoriée : 2 chutes de pale (voir **Annexe 4**).

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

6.4.1. Analyse de l'évolution des accidents et incidents 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 ou d'accidents 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 ou accidents par an reste relativement constant. Cette tendance s'explique principalement par un parc éolien français assez récent, qui utilise majoritairement des éoliennes de nouvelle génération, équipées de technologies plus fiables et plus sûres.

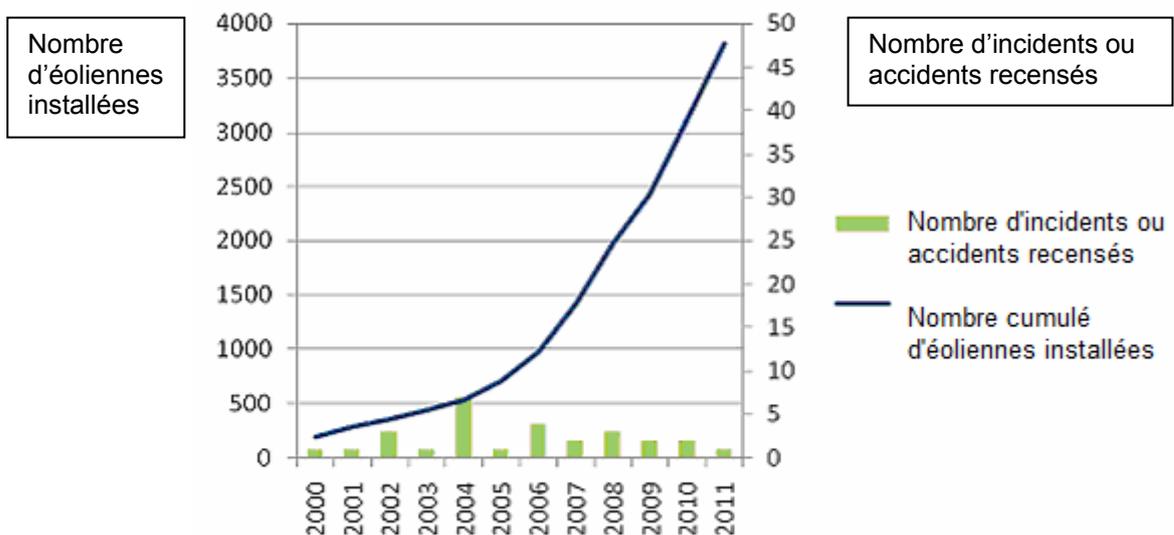


Figure 15 - Evolution du nombre d'incidents ou accidents annuels en France

On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'incidents ou d'accidents reste relativement constant, avec même une certaine tendance à la baisse.

6.4.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

Cause des accidents : Le retour d'expérience de la filière éolienne française et internationale permet d'identifier les principaux événements redoutés suivants :

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

Effondrement d'une machine, perte de pales : D'après le Conseil Général des Mines, la première cause d'accident est la perte de tout ou partie d'une pale, causée par 2 phénomènes :

- une faiblesse dans la structure de la pale
- une mise en survitesse de la machine (ex : Port-la-Nouvelle, carence des dispositifs de sécurité)

L'effondrement d'une éolienne peut avoir d'autres origines : tempête, fondations mal réalisées, erreur de calcul, etc. Cependant, ce risque est très limité quant à ses conséquences, puisqu'il est limité à la taille de l'éolienne.

La réglementation actuelle, exigeant une distance minimale de 500 mètres par rapport aux habitations et zones destinées à l'habitation, permet d'écarter ce risque pour les riverains. On ajoutera que peu de personnes se rendent à proximité des éoliennes lors d'une tempête, limitant d'emblée ce risque pour d'éventuels promeneurs.

Incendie : Souvent rapportés par les opposants aux éoliennes, les incendies sur les éoliennes sont spectaculaires. En effet, l'incendie d'une nacelle à une centaine de mètres d'altitude est impossible à éteindre s'il n'est pas traité dès le départ avec un extincteur. Ces incendies peuvent être causés par des défaillances des systèmes de lubrification ou de refroidissement, par une survitesse du rotor, ou par des actes de malveillance. Cette éventualité, pouvant avoir plusieurs causes, a tout de même un impact mesuré et encadré.

Projection de glace : Des projections ont été constatées jusqu'à 92m dans une étude scientifique du professeur René Cattin [14]. Pour certains parcs, les exploitants ont relevé des projections jusqu'à 150 m. Les personnes étudiant ou s'intéressant à ce phénomène sont unanimes pour dire que ces projections sont localisées géographiquement et souvent dans les 20m autour d'une éolienne.

Accidents du travail : La grande majorité des accidents qui concernent les éoliennes relèvent des accidents du travail, et sont liés soit au travail à grande hauteur, soit au matériel électrique. Ils sont abordés dans la notice hygiène et sécurité.

Synthèse et atteinte aux personnes : L'analyse précédente a montré que les incidents liés aux éoliennes de part le monde étaient relativement peu nombreux. D'après les données disponibles les incidents de type chute d'éolienne, projection de débris ou de glace, ou incendie sur les éoliennes n'ont jamais créé de décès dans le monde. Les décès liés à l'éolien touchent presque exclusivement les personnes concernées par les opérations de maintenance ou de construction.

6.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

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

L'analyse du retour d'expérience permet ainsi de dégager de grandes tendances, mais comportent des incertitudes importantes.

7. Analyse préliminaire des risques

7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets.

Les scénarios d'accident potentiels sont d'abord hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accident majeurs, ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes tierces.

7.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques

Comme cela est précisé dans la circulaire du 10 mai 2010, les événements 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. 214-112 du Code de l'environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-113 du même code ;
- Actes de malveillance.

Du fait du choix du site d'implantation, certains risques ont été volontairement écartés de l'analyse des risques, il s'agit de :

- Avalanche : site en dehors d'une zone concernée ;
- Inondations / crues : site non concerné d'après les plans de prévention en vigueur ;
- Houle, vague : site non concerné ;
- Tsunami : site non concerné car à plus de 50 km de l'océan ;
- Accident ferroviaire : site non concerné, aucune voie de chemin de fer dans le périmètre de l'étude ;

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 :

- 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. Par exemple, une forte tempête peut endommager une éolienne et conduire à la destruction du rotor. Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés : d'une part les agressions externes liées aux activités humaines, et d'autre part les agressions externes liées à des phénomènes naturels.

7.3.1. Agressions externes liées aux activités humaines

Dans le tableau qui suit figure l'estimation des distances minimales séparant chaque aérogénérateur des éventuelles sources d'agression potentielle. 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, à l'exception de la présence des aérodromes qui sera reportée lorsque ceux-ci sont implantés dans un rayon de 2 km et des autres aérogénérateurs qui seront reportés dans un rayon de 500 mètres.

<i>(Distance par rapport au mât des éoliennes)</i>	Voies de circulation (1)	Autres éoliennes	Lignes THT
Fonction	Transport	Production d'électricité	Transport d'électricité
Événement redouté	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Accident générant des projections d'éléments	Rupture de câble
Danger potentiel	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	Energie cinétique des éléments projetés	Arc électrique, surtensions
Périmètre	200 m	500 m	200 m
E1	-	-	-
E2	-	-	-
E3	-	-	-
E4	-	-	-
E5	-	E7 : 478 m	-
E6	72 m	-	-
E7	152 m	E5 : 478 m	-
E8	70 m et 160 m	-	-
E9	-	-	-

(1) : Routes et chemins d'exploitation. Les accès aux éoliennes ne sont pas considérés.

Tableau 14 - Principales agressions externes liées aux activités humaines

Par ailleurs : aucun aérodrome n'est présent dans un rayon de 2 km des éoliennes. L'aérodrome le plus proche du site est celui de Péronne-St-Quentin situé à 9 km à l'est du site. Le parc éolien se situe à l'écart des zones présentant des servitudes aéronautiques. Aucune installation classée pour l'environnement (autre que les autres éoliennes du parc) n'est présente dans un rayon de 500 m des éoliennes. Il n'existe

aucune canalisation de transport de gaz, hydrocarbures ou produits chimiques à moins de 200 m des éoliennes.

7.3.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels

7.3.2.1. Généralités

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

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 (voir *Tableau 16 - Fonctions de sécurité des éoliennes*). 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 d'incendie, etc.). En effet, le système de mise à la 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.

7.3.2.2. Identification des agressions potentielles

En ce qui concerne les phénomènes naturels, les agressions externes potentielles à considérer sont les suivantes :

Les tempêtes : Les vents violents peuvent être la cause de détériorations de structures, de chute/pliage de mât, de survitesse des pales et de projection de pales. Les vents violents sont pris en compte dans le dimensionnement des éoliennes. Du point de vue de la résistance aux vents extrêmes, l'éolienne retenue est de classe **IEC III A** (voir à ce sujet le paragraphe 4.2.2 – Sécurité de l'installation).

La formation de glace ou l'accumulation de neige : Il n'est pas rare que de la glace se forme sur les éoliennes en période hivernale, que ce soit sur les pales, le moyeu ou sur la nacelle. L'augmentation de température entraînant la fonte partielle ou la mise en rotation du rotor peuvent alors provoquer des chutes de glace ou des projections de morceaux de glace. Pour rappel, on note une moyenne de 53 jours par an de gel possible à la station de St-Quentin. Cependant le projet européen Wind Energy production in COld climates (WECO)¹⁵, piloté par l'institut météorologique de Finlande, a établi une carte européenne des zones les plus exposées au givre. Il apparaît que le secteur ne présente qu'un risque occasionnel (moins de 1 jour par an).

Les éoliennes du projet ne sont pas concernées par le risque glissement de terrain et affaissement minier. A noter que des analyses géotechniques et pédologiques seront menées sur les points d'implantation des éoliennes. Cette étude de sol permettra de déterminer la technologie de fondation la plus adaptée au sol concerné, et de vérifier l'absence de cavité au droit des éoliennes.

A noter également que le caractère inondable d'un terrain sur lequel un projet d'implantation aurait lieu doit être dûment considéré. Des solutions de massifs de stabilité avec butte peuvent par exemple être envisagées, afin de limiter les risques pour les composants de l'éolienne. En ce qui concerne les risques liés à la présence d'eau dans les terrains et sous-sols, **Senvion** impose dans ses contrats une approche conservatrice : en cas de doute sur le niveau des eaux exceptionnelles, le dimensionnement du massif de stabilité doit prendre en compte la poussée d'Archimède.

¹⁵ Source : Finnish meteorological institute, http://www.fmi.fi/research_meteorology/meteorology_9.html

7.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

Après avoir recensé, dans un premier temps, les potentiels de dangers des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux, et les agressions externes potentielles, l'analyse préliminaire des risques (APR) 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 qualitative de l'intensité de ces événements.

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.

L'annexe 5 du présent document apporte un certain nombre de précisions par rapport à chacun des scénarios étudiés dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques.

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 sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événements redoutés centraux identifiés (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique et N°)	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 (fonction N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02		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 (fonction N°1)		2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (fonction N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique					

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique et N°)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation		Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques Prévenir la survitesse (fonction N°4)		
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification			Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (fonction N°3)		
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	
I06	Rongeur					
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	
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement				
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		Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)		
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle				
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes 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		Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11) Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)		

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique et N°)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage			Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)		
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					
E05	Crash d'aéronef					
E07	Effondrement engin de levage travaux			Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	
E08	Vents forts	Défaillance fondation		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)	Projection/chute fragments et chute mât	
E09	Fatigue	Défaillance mât		Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)		
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât		Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)		

Tableau 15 - Tableau synthétique des risques

7.5. Effets dominos

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

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 ».

Mis à part les éoliennes du projet, il n'existe aucune autre installation classée dans le périmètre d'étude du projet. Le guide de l'INERIS [19] préconise de négliger les effets dominos potentiels pour les installations ICPE situées à plus de 100 mètres des éoliennes.

7.6. Mise en place des mesures de sécurité

Le tableau suivant synthétise les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes Senvion M140 3,4 MW du parc éolien du Haut Plateau. Les aspects relatifs aux fonctions de sécurité qui sont détaillés sont les suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé un tableau par fonction de sécurité (*Tableau 16 - Fonctions de sécurité des éoliennes*). 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** : 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** : 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).
- **Description** : permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »). Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est recommandé de mesurer cette indépendance à travers les questions suivantes :
 - o 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.
 - o 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 :
 - o 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 ;
 - o une seconde mesure 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 ;
 - o une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'une survitesse » doit permettre de détecter une survitesse et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;
 - o si applicable, une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « Prévenir les projections de glace » doit permettre de détecter la formation importante

de glace sur les pales 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.

- **Test (fréquence)** : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.

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

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 et stratégie d'arrêt et de redémarrage en cas de formation de givre ou glace		
Description	<p>Détection de la glace et du givre: Chaque aérogénérateur Servion est équipé en standard d'un système de détection redondant et correspondant à l'état de l'art, qui a été certifié par le bureau de contrôle TÜV Nord, qui permet d'efficacement détecter la présence de givre aussi bien sur une éolienne en rotation que sur une éolienne à l'arrêt.</p> <p>Les conclusions de la certification du TÜV Nord sont les suivantes :</p> <p><i>"The concept of prior assessment of the hazard potential with effect on the chain of reaction, from switch-off of the turbine up to re-start, is in itself consistent and logical. The system installed by Servion for detection of icing on the rotor blades and switching off of iced turbines is plausible and accords with the current state of technology. Examination of the system has shown that the system is suitable in order to prevent throw-off of thick-walled ice fragments with high hazard potential from the rotating blades of the Servion wind turbines. Based on the machinery control system which follows the procedure described by Servion it can be assumed that large-sized ice fragments will not be thrown off during re-start of a turbine which has been previously stopped because of ice formation. Formation of ice on a non-rotating turbine can be compared with ice formation on towers, bridges or masts, for example, and therefore does not represent a hazard requiring additional assessment."</i></p> <p>Traduction libre: le concept d'évaluation préalable du risque agissant sur la stratégie et chaîne de réaction de l'éolienne, de son arrêt jusqu'à son redémarrage, est consistant et logique. Le système installé par Servion pour la détection de glace sur les pales et l'arrêt des machines qui s'ensuit est plausible et en phase avec l'état de l'art technologique. L'examen du système a démontré qu'il est efficace afin d'éviter lors de la rotation du rotor des éoliennes Servion la projection d'épais fragments de glace source de danger. En s'appuyant sur la stratégie et procédure de contrôle de l'éolienne, il peut être déduit qu'il n'y aura pas de projection de fragments de taille importante lors du redémarrage de l'éolienne lorsqu'elle aura été auparavant arrêtée sur détection de glace. La formation de glace sur une éolienne à l'arrêt est comparable avec la formation de glace sur des tours, des ponts ou des mâts, et par conséquent, ne représente pas un risque significatif nécessitant de prendre des mesures additionnelles.</p> <p>Les trois méthodes redondantes de détection utilisées sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparaison des mesures de vent par deux anémomètres sur la nacelle, l'un étant chauffé, l'autre non, associé à des paramètres climatiques additionnels (notamment critère de température) - Analyse de données de fonctionnement de l'éolienne, le dépôt de givre modifiant le profil aérodynamique de la pale et impactant par conséquent la production électrique de la machine. - Système de mesure des oscillations et des vibrations qui sont causées par le balourd provoqué par la formation de glace sur les pales qui peuvent, en cas extrême, déclencher un arrêt d'urgence (intégré dans la chaîne de sécurité de l'éolienne, cf fonction de sécurité « survitesse » ci-après). <p>Ces trois méthodes sont associées à l'envoi de codes d'état et d'information via le système SCADA.</p> <p>En cas de danger particulièrement élevé sur un site, des systèmes de détection redondants additionnels peuvent être envisagés, en sus des trois précédemment cités (par exemple système de mesure des fréquences propres d'oscillation des pales ou bien</p>		

	<p>azimut de l'éolienne dans une position prédéfinie suite à la détection de givre).</p> <p>En cas de détection de glace, l'aérogénérateur est automatiquement mis à l'arrêt. Le redémarrage peut se faire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - soit automatiquement après disparition des conditions de givre (ie. lorsque le système de détection conclue à l'absence de glace) - soit manuellement sur site, au terme d'une inspection visuelle concluant à l'absence de glace sur l'aérogénérateur. <p>Tous les arrêts et redémarrages des éoliennes sont enregistrés et répertoriés dans le système SCADA.</p> <p>Des adaptations à ces stratégies standard de détection et d'arrêt / redémarrage peuvent être apportées de manière spécifique, selon la sensibilité du parc éolien et les caractéristiques de son environnement immédiat. Pour cela, Senvion demande aux exploitants de mener chaque année une évaluation des risques. Cette évaluation s'appuie sur une analyse de la présence ou non d'infrastructures dans un périmètre donné autour de l'éolienne et classe en conséquence les parcs dans différentes catégories de risques.</p>
Indépendance	Oui. Le système se base sur trois procédés de détections, dont deux indépendants. Ces procédés fonctionnent en redondance.
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011
Efficacité	100 % dans le temps de réponse ci-dessus
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	<p>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). Senvion suggère des distances minimales (différentes selon type de machine et hauteur de moyeu) autour de chaque aérogénérateur au-delà desquelles les risques deviennent faibles et au niveau desquels un marquage adéquat (panneau avertisseurs notamment) est demandé.</p> <p>Ces distances sont fournies ci-après à titre indicatif :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Wind turbine type</th> <th>Rotor diameter</th> <th>Hub height</th> <th>Radius of area where ice might fall</th> </tr> <tr> <td></td> <td><i>m</i></td> <td><i>m</i></td> <td><i>m</i></td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">5M/6M onshore</td> <td>126</td> <td>87-100</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>126</td> <td>112-120</td> <td>370</td> </tr> <tr> <td>3.2M</td> <td>114</td> <td>93</td> <td>320</td> </tr> <tr> <td>3.2M</td> <td>114</td> <td>123</td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>3.4M</td> <td>104</td> <td>78-80</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>3.4M</td> <td>104</td> <td>93</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>3.4M</td> <td>104</td> <td>96.5 - 100</td> <td>320</td> </tr> <tr> <td>3.4M</td> <td>104</td> <td>125 - 128</td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>MM82</td> <td>82</td> <td>59</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>MM82</td> <td>82</td> <td>100</td> <td>290</td> </tr> <tr> <td>MM82</td> <td>82</td> <td>69</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>MM82</td> <td>82</td> <td>78.5 - 80</td> <td>260</td> </tr> <tr> <td>MM92</td> <td>92</td> <td>78.5 - 80</td> <td>260</td> </tr> <tr> <td>MM92</td> <td>92</td> <td>100</td> <td>290</td> </tr> <tr> <td>MM92</td> <td>92</td> <td>68.5</td> <td>260</td> </tr> </tbody> </table>			Wind turbine type	Rotor diameter	Hub height	Radius of area where ice might fall		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	5M/6M onshore	126	87-100	340	126	112-120	370	3.2M	114	93	320	3.2M	114	123	360	3.4M	104	78-80	300	3.4M	104	93	300	3.4M	104	96.5 - 100	320	3.4M	104	125 - 128	360	MM82	82	59	230	MM82	82	100	290	MM82	82	69	230	MM82	82	78.5 - 80	260	MM92	92	78.5 - 80	260	MM92	92	100	290	MM92	92	68.5	260
Wind turbine type	Rotor diameter	Hub height	Radius of area where ice might fall																																																																			
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>																																																																			
5M/6M onshore	126	87-100	340																																																																			
	126	112-120	370																																																																			
3.2M	114	93	320																																																																			
3.2M	114	123	360																																																																			
3.4M	104	78-80	300																																																																			
3.4M	104	93	300																																																																			
3.4M	104	96.5 - 100	320																																																																			
3.4M	104	125 - 128	360																																																																			
MM82	82	59	230																																																																			
MM82	82	100	290																																																																			
MM82	82	69	230																																																																			
MM82	82	78.5 - 80	260																																																																			
MM92	92	78.5 - 80	260																																																																			
MM92	92	100	290																																																																			
MM92	92	68.5	260																																																																			
Indépendance	Oui																																																																					
Temps de réponse	NA																																																																					
Efficacité	100 % Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.																																																																					
Tests	NA																																																																					
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.																																																																					

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	Tous les principaux composants sont équipés de capteurs de température. Un certain nombre de seuils sont prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne. En cas de dépassement de seuils (caractéristiques sur chaque type d'aérogénérateur, type de composant et prédéfinis), des codes d'état associés à des alarmes sont activés et peuvent, le cas échéant, entraîner un ralentissement de la machine (bridage préventif) voire un arrêt de la machine. Tout phénomène anormal est ainsi automatiquement 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.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	<30s		
Efficacité	100 %		
Tests	Vérification à chaque maintenance de la cohérence des valeurs des capteurs dédiés.		
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	<p>Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande.</p> <p>Le système de freinage comprend un frein aérodynamique principal et un frein mécanique auxiliaire.</p> <p>Le frein aérodynamique est assuré par trois pales de l'éolienne, chacune équipée de contrôleurs indépendants, de moteurs de calage et d'alimentation de secours, assurant un niveau élevé de redondance.</p> <p>Le freinage aérodynamique devient effectif en pivotant les pales jusqu'à la position dite en drapeau, avec la possibilité d'obtenir différentes vitesses de calage pour éviter les efforts trop importants. Chaque système de calage est complètement indépendant. En cas de perte de réseau, les moteurs de calage sont alimentés par des jeux d'accumulateurs.</p> <p>La force de freinage liée au réglage d'une seule pale est suffisante pour ralentir l'éolienne à une vitesse sécurisée. Le système de freinage est donc trois fois redondant.</p> <p>Le système de freinage du rotor mécanique est installé sur l'arbre rapide. Il est activé en cas de défaillance partielle ou totale des systèmes de sécurité principaux et arrête le rotor conjointement au système de réglage des pales. Il est également utilisé pour immobiliser le rotor une fois celui-ci arrêté par le système de freinage aérodynamique afin de sécuriser les opérations de maintenance.</p> <p>Le système de freinage est conçu pour remplir la fonction « fail safe ». Cela signifie qu'en cas de dysfonctionnement d'un composant du système, l'éolienne est arrêtée en toute sécurité.</p> <p>Des systèmes de coupure au niveau du rotor et au niveau du multiplicateur s'enclenchant en cas de dépassement de seuils de vitesse prédéfinis sont directement intégrés à la chaîne de sécurité de l'aérogénérateur.</p> <p>La chaîne de sécurité de l'aérogénérateur est un circuit à câblage direct dans lequel tous les contacts sont couplés en série pour déclencher un arrêt d'urgence, indépendamment du bon fonctionnement du système de contrôle commande.</p> <p>Lorsque la chaîne de sécurité est interrompue, l'éolienne s'arrête immédiatement. La</p>		

	remise en marche n'est admissible que si la cause qui a entraîné son déclenchement a été éliminée. A ce jour, Servion ne recense aucun cas d'entrée en survitesse d'un de ses aérogénérateurs.
Indépendance	Oui
Temps de réponse	Arrêt immédiat (<10s) 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'organe de coupure et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout déclenchement ou fonctionnement anormal des composants électriques donne lieu à l'envoi de codes d'état et, le cas échéant, d'alarmes via le système SCADA. Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement, serrage des câbles sont intégrés dans les procédures de maintenance préventive mises en œuvre.		
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 les 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	L'éolienne est pourvue d'une installation de protection anti-foudre et satisfait au degré de protection défini dans la norme internationale IEC 61024-1 II. La foudre est capturée par des récepteurs dans les pales du rotor et déviée depuis le rotor vers le mât via des contacts glissants et des éclateurs au niveau du moyeu et du châssis de la nacelle. Le courant de foudre est ainsi évacué dans le sol via des prises de terre de fondation. Globalement, l'aérogénérateur Servion est de Classe de Protection Foudre 1 (LPC 1). Si nécessaire et sur demande, des éléments et descriptions plus détaillés du système de mise à la foudre des éoliennes MM et 3.XM peuvent être fournis à l'exploitant. Des parasurtenseurs sont présents sur les circuits électriques BT. La valeur de mise à la terre est contrôlée avant mise en service (<2 Ohm en standard, et dans tous les cas <10 Ohm).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
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	<p>Le design global de l'éolienne est fait pour minimiser les risques d'incendie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - utilisation de transformateurs secs dans un compartiment dédié et condamné, en pied de tour - transport de l'énergie produite par l'éolienne entre nacelle et pied de mât par gaine –barres, afin d'assurer une protection optimale en cas de court-circuit, - capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne agissant si nécessaire, en cas de dépassements de seuils, sur le fonctionnement de la machine (bridage voire mise à l'arrêt automatique et envoi d'alarme via le système SCADA). - utilisation de moteur non hydraulique pour l'orientation des pales et le contrôle de l'azimut <p>En outre, un système de détection incendie relié à une alarme est mis en œuvre : des détecteurs sont placés au voisinage des principaux composants électriques (transformateur, convertisseur, génératrice) et permettent, en cas de détection :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'arrêter l'éolienne - d'émettre une alarme sonore afin d'informer les éventuelles équipes de maintenance en cours d'intervention dans l'éolienne - d'émettre une alarme informant immédiatement de la survenance de l'incendie, ce qui peut lui permettre d'informer les services de secours <p>Il est enfin à noter que les analyses de risques internes menées par Servion (AMDEC) confirment le caractère tout à fait improbable d'une perte de contrôle totale de l'éolienne du fait d'un incendie.</p> <p>En effet, si un incendie se déclare en nacelle ou dans le mât, le système de freinage principal de l'éolienne (frein aérodynamique par pitch) reste fonctionnel et permet la mise en arrêt de l'éolienne. Si un incendie se déclare dans le moyeu, il est considéré comme improbable qu'il entraîne simultanément, sans défaillance préalable et sans signe avant-coureur la mise hors d'état des trois systèmes autonomes et indépendants de pitch. De plus, le système de freinage secondaire d'urgence par le frein mécanique sur l'arbre du rotor ne pourrait être affecté instantanément par un incendie dans le moyeu.</p> <p>Par conséquent, quelle que soit la situation, une éolienne à l'intérieur de laquelle un incendie se déclarerait serait arrêtée et mise en position de sécurité, sans redémarrage incontrôlé possible.</p> <p>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)</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
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	Capteurs pression et niveau d'huiles Système de rétention Procédure d'urgence Kit antipollution		
Description	<p>Les fuites depuis le moyeu ou la nacelle sont évitées par les systèmes passifs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - labyrinthe dans le carénage du moyeu (spinner) - chicanes de récupération et de rétention d'huile dans le capotage de la nacelle avec un bac de rétention de capacité supérieur aux quantités d'huiles utilisées - collecteur de graisse sous les engrenages de l'azimut - Système clos pour le graissage central des couronnes et des pales - Utilisation d'huiles et fluides hydraulique dont la viscosité à température ambiante est élevée <p>En cas malgré tout de fuite vers l'environnement extérieur, des mesures de nettoyage de l'éolienne et de dépollution des sols seraient engagées.</p> <p>Il est à noter que la technologie pitch électrique, et non pas hydraulique, mise en œuvre sur tous les aérogénérateurs Servion œuvre à une réduction considérable des risques liés aux fuites depuis le moyeu.</p> <p>Le groupe hydraulique et le multiplicateur entre autres sont équipés de capteurs de pression et de niveau de fluide, reliés au système de contrôle de la machine et au SCADA.</p> <p>En cas de phénomène anormal, des alertes sont ainsi émises et des vérifications par des équipes de maintenance peuvent être engagées.</p> <p>Des vérifications des niveaux sont également partie intégrante des opérations de maintenance préventive.</p> <p>Chaque camion de technicien de maintenance est équipé de kit de dépollution d'urgence, composés de grandes feuilles de textile absorbant qui pourront être utilisés afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; - de récupérer les déchets absorbés. 		
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 Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne.		

	<p>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.</p> <p>Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.</p> <p>Les procédures de certification-type des aérogénérateurs, couplées aux procédures de qualification fournisseurs, contrôles qualité, respect scrupuleux des instructions de montage et maintenance des machines, permettent d'assurer un niveau de sécurité important.</p> <p>De plus, Senvion impose des contrôles supplémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - notamment vérification de la compatibilité des éoliennes avec les conditions de vent du site en phase d'avant-projet - revue des designs des massifs de stabilité lorsqu'ils ne font pas partie du périmètre de fourniture de Senvion. <p>Validation de la bonne planéité de la fondation (virole ou cage d'ancrage) avant montage du mât</p>
Indépendance	Oui
Temps de réponse	NA
Efficacité	100 %
Tests	NA
Maintenance	<p>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 système « d'azimut », 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.</p>

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	/		
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	<p>Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents.</p> <p>Détection et prévention des vents forts et tempêtes</p> <p>Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite</p>		
Description	<p>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.</p> <p>La procédure d'arrêt fera pivoter les pales en position drapeau et arrêtera l'éolienne en toute sécurité.</p> <p>Ces seuils en moyenne 10min, 30s ou 1s dépendent du type d'aérogénérateur Senvion.</p> <p>De plus, Senvion impose des contrôles supplémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - notamment vérification de la compatibilité des éoliennes avec les conditions de vent du site en phase d'avant-projet - revue des designs des massifs de stabilité lorsqu'ils ne font pas partie du périmètre de fourniture de Senvion. 		

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	Un test d'arrêt de survitesse est réalisé avant la mise en service de l'éolienne
Maintenance	La procédure de maintenance inclue les tests d'arrêt de survitesse.

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	Inspection		
Description	Toutes les pièces de l'éolienne sont protégées contre la corrosion et les autres influences néfastes de l'environnement au moyen d'un revêtement spécial à plusieurs couches. Le système de revêtement satisfait aux exigences de la norme ISO 12944.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %.		
Tests	/		
Maintenance	Des contrôles visuels sont prévus lors de toutes les maintenances préventives, suivant les préconisations du manuel de maintenance.		

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation des pales	N° de la fonction de sécurité	13
Mesures de sécurité	Inspection		
Description	Des fonctions d'alarme sont intégrées en cas de dégradation anormale des performances aérodynamique de l'éolienne (ce qui peut être causé par une dégradation des pales).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %.		
Tests	/		
Maintenance	Des contrôles visuels sont prévus lors de toutes les maintenances préventives, suivant les préconisations du manuel de maintenance.		

Tableau 16 - Fonctions de sécurité des éoliennes Servion M140 3,4 MW

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

Identification des scénarios à retenir dans l'analyse détaillée des risques :

L'analyse préliminaire des risques, permet d'identifier huit catégories de scénarios :

- Projection de tout ou une partie de pale ;
- Effondrement de l'éolienne ;
- Chute d'éléments de l'éolienne ;
- Chute de glace ;
- Projection de glace ;
- Incendie de l'éolienne ;
- Incendie d'un poste de livraison ;
- Infiltration d'huile dans le sol.

A l'issue de l'analyse préliminaire des risques, l'étude de dangers doit préciser quels scénarios sont retenus en vue de l'analyse détaillée des risques. Ne sont retenues que les séquences accidentelles dont l'intensité est telle que l'accident peut avoir des effets significatifs sur la vie humaine.

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

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m ² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins, il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs et ne sont pas de nature à créer un danger pour l'homme. Les risques d'atteinte au milieu naturel sont limités et sont abordés dans l'étude d'impact.

Conclusion :

A l'issue de l'analyse préliminaire des risques, cinq catégories de scénarios sont à étudier dans l'étude détaillée des risques :

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

Rappelons cependant que l'analyse de l'accidentologie a montré que ces accidents n'avaient encore jamais entraîné de décès dans le monde (sur la base des données disponibles).

Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d'accidents. En estimant la probabilité, la gravité, la cinétique et l'intensité de ces événements, il est possible de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents. C'est l'objet de l'étude détaillée des risques.

8. Etude détaillée 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. La méthode utilisée se base sur celle proposée par l'INERIS dans le guide de l'étude de dangers éolienne, dans sa version définitive de mai 2012 [19].

8.1. Rappel des définitions

Réglementation :

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 national relatif à l'étude des dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version définitive de mai 2012 [19]. 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.

Dans le cas des scénarios d'effondrement, de projection ou de chute d'objets retenus pour l'étude, un accident majeur correspond à l'atteinte d'une cible.

8.1.1. Cinétique

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables. Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005, 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. La cinétique est rapide dans le cas contraire. Dans le cadre de l'étude de danger, il est considéré, de façon conservatoire, que tous les accidents étudiés ont une cinétique rapide. Par conséquent, ce paramètre n'est pas réétudié dans la suite de l'étude pour chacun des phénomènes redoutés étudiés.

8.1.2. Intensité

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

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

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

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

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

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

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

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

Tableau 17 - Seuils d'intensité

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

8.1.3. Gravité

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

La gravité correspond au nombre de personnes potentiellement impactées. Les seuils retenus pour l'étude sont liés au degré d'exposition.¹⁶

Intensité Gravité	Zone d'effet d'un �v�nement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un �v�nement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un �v�nement accidentel engendrant une exposition modérée
« Désastreux »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« Important »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« Modéré »	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

Tableau 18 - Gravité des conséquences des accidents associés aux phénomènes dangereux

Source : guide de l'étude de dangers éolienne mai 2012

¹⁶ Arrêté du 29 septembre 2005

8.1.4. Probabilité

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

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	$P > 10^{-2}$
B	Probable S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	Improbable Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 19 - Echelle des probabilités

Dans la présente étude, les probabilités ont été majoritairement calculées à partir d'une approche dite « quantitative » basée sur le guide de l'étude de dangers des parcs éoliens de l'INERIS [19] et s'appuyant sur des fréquences génériques d'événements redoutés centraux (voir l'annexe 2 « *Probabilité d'atteinte et risque individuel* »). En effet, le retour d'expérience est apparu suffisamment fourni pour permettre l'utilisation de cette méthode. La probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne est donc déterminée en fonction :

- de la bibliographie relative à l'évaluation des risques pour des éoliennes
- du retour d'expérience français
- des définitions qualitatives de l'arrêté du 29 Septembre 2005

Il convient de noter que la probabilité qui sera évaluée pour chaque scénario d'accident correspond à la probabilité qu'un événement redouté se produise sur l'éolienne (probabilité de départ) et non à la probabilité que cet événement produise un accident suite à la présence d'un véhicule ou d'une personne au point d'impact (probabilité d'atteinte). En effet, l'arrêté du 29 septembre 2005 impose une évaluation des probabilités de départ uniquement.

Cependant, on pourra rappeler que la probabilité qu'un accident sur une personne ou un bien se produise est très largement inférieure à la probabilité de départ de l'événement redouté. La probabilité d'accident est en effet le produit de plusieurs probabilités :

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

Où :

- P_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ
- $P_{\text{orientation}}$ = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)
- P_{rotation} = probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)
- P_{atteinte} = probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation)
- $P_{\text{présence}}$ = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

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

8.1.5. Grille de criticité

La circulaire du 10 mai 2010 propose une grille de criticité qui permet la justification par l'exploitant des mesures de maîtrise du risque en termes de couple probabilité-gravité des conséquences sur les personnes physiques correspondant aux intérêts visés par l'article L.511-1 du code de l'Environnement. Cette grille définit deux types de zones :

- **Zone en rouge « NON » : zone de risque élevé** ⇔ accidents « **inacceptables** » susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site ; dans ce cas l'exploitant doit mettre en place des mesures de réduction des risques.
- **Zone en vert : zone de risque moindre** ⇔ accidents qui ne nécessitent pas de mesures de réduction du risque supplémentaires.

Dans le guide de l'étude de dangers de mai 2012 [19], l'INERIS propose une grille légèrement adaptée de celle proposée par la circulaire du 10 mai 2010. Dans cette grille (cf. ci-dessous), les cases en jaune correspondent comme les cases en vert à des risques faibles. Cependant, des mesures de sécurité ont été mises en place dans ces cas là. Ces mesures ont été présentées au paragraphe 7.6 – *Mise en place des mesures de sécurité*.

Gravité/Probabilité	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré					

Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

Tableau 20 - Grille de criticité adaptée par l'INERIS

Source : guide de l'étude de dangers éolienne mai 2012

Le positionnement des phénomènes dangereux identifiés et des accidents correspondants dans cette grille de criticité permet de les hiérarchiser et d'identifier les **accidents majeurs**.

8.2. Caractérisation des scénarios retenus

8.2.1. Effondrement de l'éolienne

8.2.1.1. 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 arrondi à 180 m pour les éoliennes du parc du Haut Plateau. 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.

La zone d'effet est un cercle de **180 m** de rayon autour de chaque éolienne. Les enjeux concernés sont les suivants:

- Personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes dans le rayon d'effet (toutes les éoliennes).
- Véhicules susceptibles d'emprunter les voies de circulation et chemins d'exploitation du périmètre concerné (éoliennes E6, E7 et E8).

8.2.1.2. Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'impact et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

La zone d'impact correspondra à la surface totale de l'éolienne couchée au sol, soit la surface du mât et la surface des 3 pales. La surface du mât est considérée égale à un rectangle dont la hauteur est celle du mât assimilée à la hauteur de moyeu (H), et la largeur celle de la base du mât (L) (en réalité le mât est conique et la largeur diminue depuis la base vers le sommet). La pale est assimilée à un triangle dont la longueur est celle de la pale assimilée au rayon du rotor (R) et dont la base correspond à la largeur maximale de la pale (LB). Dans le cas du parc éolien du Haut Plateau :

- R (rayon du rotor) = 70 m
- H (hauteur du moyeu) = 110 m
- L (largeur de la base du mât) = 4,5 m
- LB (largeur maximale de la pale) = 4,0 m.

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne)			
Zone d'impact en m ² (Zi)	Zone d'effet du phénomène étudié en m ² (Ze)	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$H \times L + 3 \times R \times LB / 2$ La zone d'impact est de 915 m²	$= \pi \times (H+R)^2$ La zone d'effet est de 101 788 m²	$Zi/Ze = 0,90 \%$ Soit < 1%	exposition modérée

Tableau 21 - Intensité du scénario d'effondrement

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

8.2.1.3. Gravité

Pour une exposition **modérée**, et selon les définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 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.

La détermination du nombre de personnes (enjeu humain en *epp* : équivalent personnes permanentes) exposées dans chacune des zones d'effet est basée sur la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de danger (fiche n°1 de la circulaire en **annexe 3**). Ont été distingués (dans un périmètre de **180 m** autour des éoliennes):

- Les terrains non aménagés peu fréquentés (terrains agricoles) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation et chemins d'exploitation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse forfaitaire d'1 personne permanente pour 10 ha.
- La voie de circulation structurante (RD 1029) avec l'hypothèse forfaitaire de 0,4 personne permanente par km et par tranche de 100 véhicules par jour.

Pour chaque éolienne, par application des hypothèses de comptage ci-dessus et par analogie avec les niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, la détermination du niveau de gravité de l'évènement « effondrement » est le suivant :

Effondrement - Rayon d'effet: 180 m										
	Enjeu: personnes non abritées		Enjeu: véhicules			Enjeu: véhicules				Exposition:
	Terrains non aménagés		Voies peu fréquentées			Voies structurantes				Modérée
Eolienne	S (ha)	epp	L (m)	S (ha)	epp	L (m)	v/j	epp	Total epp	Niveau de gravité
E1	10.2	0.10							0.10	Modéré
E2	10.2	0.10							0.10	Modéré
E3	10.2	0.10							0.10	Modéré
E4	10.2	0.10							0.10	Modéré
E5	10.2	0.10							0.10	Modéré
E6	10.2	0.10	345	0.21	0.02				0.12	Modéré
E7	10.2	0.10	128	0.08	0.01				0.11	Modéré
E8	10.2	0.10	518	0.31	0.03				0.13	Modéré
E9	10.2	0.10							0.10	Modéré

epp : équivalent personnes permanentes

Tableau 22 - Niveaux de gravité de l'évènement « effondrement »

8.2.1.4. Probabilité

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

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

Tableau 23 - Références quant à la probabilité d'effondrement de l'éolienne

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'expérience¹⁷, 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 : « *Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité* ». Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

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

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 : « *Rare - S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité* ».

8.2.1.5. Acceptabilité

Pour conclure à l'acceptabilité du risque lié à l'évènement « **effondrement** », les paramètres de niveau de gravité (modéré pour toutes les éoliennes) et de probabilité (D : rare) retenus ont été croisés dans la grille de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010. Le risque est jugé « très faible » et de niveau « acceptable » pour toutes les éoliennes.

¹⁷ 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.

8.2.2. Chute de glace

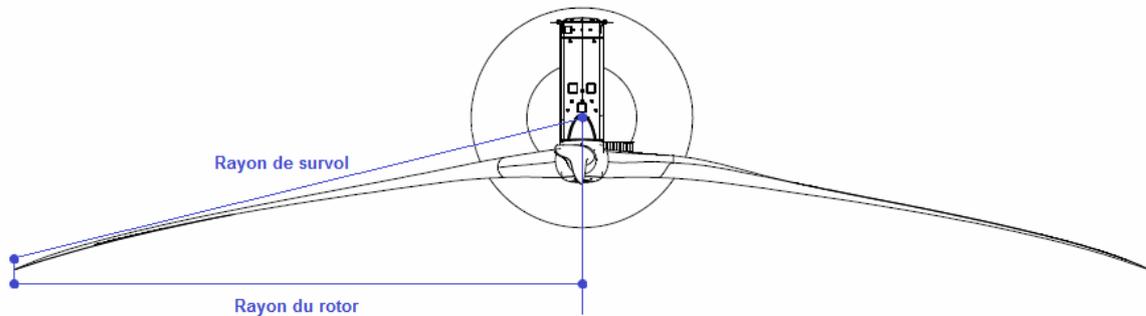
8.2.2.1. Généralités

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. 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). Ce type de chute de glace est similaire à ce qu'on observe sur d'autres bâtiments et infrastructures.

8.2.2.2. Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon arrondi à **72 m** (rayon de survol).

Note : le **rayon de survol (72 m)** est supérieur au rayon du rotor (70 m) en raison du déport du plan du rotor par rapport à l'axe vertical de rotation de la nacelle, comme illustré ci après (schéma de principe):



Les enjeux concernés sont les suivants:

- Personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes dans le rayon d'effet (toutes les éoliennes).
- Véhicules susceptibles d'emprunter les voies de circulation et chemins d'exploitation du périmètre concerné (éoliennes E6 et E8).

8.2.2.3. 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). La surface maximale d'un morceau de glace est estimée à 1 m^2 .

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien du Haut Plateau. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est le rayon d'effet ($R= 72 \text{ m}$), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG= 1 \text{ m}^2$).

Chute de glace (dans la zone de survol)			
Zone d'impact	Zone d'effet du phénomène étudié	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z _I = SG	Z _E = $\pi \times R^2$	d=Z _I /Z _E	exposition modérée
1 m ²	16 286 m ²	0,01% < 1%	

Tableau 24 - Intensité du scénario de chute de glace

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

8.2.2.4. Gravité

Pour une exposition **modérée**, et selon les définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace dans le rayon de survol du rotor.

La détermination du nombre de personnes (enjeu humain en *epp* : équivalent personnes permanentes) exposées dans chacune des zones d'effet est basée sur la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de danger (fiche n°1 de la circulaire en **annexe 3**). Ont été distingués (dans la zone de survol de chaque éolienne):

- Les terrains non aménagés peu fréquentés (terrains agricoles) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation et chemins d'exploitation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse forfaitaire d'1 personne permanente pour 10 ha.
- La voie de circulation structurante (RD 1029) avec l'hypothèse forfaitaire de 0,4 personne permanente par km et par tranche de 100 véhicules par jour.

Pour chaque éolienne, par application des hypothèses de comptage ci-dessus et par analogie avec les niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, la détermination du niveau de gravité de l'évènement « chute de glace » est le suivant :

Chute de glace - Rayon d'effet: 72 m										
Eolienne	Enjeu: personnes non abritées		Enjeu: véhicules			Enjeu: véhicules			Total epp	Exposition: Modérée
	S (ha)	epp	Voies peu fréquentées		Voies structurantes		Niveau de gravité			
			L (m)	S (ha)	epp	L (m)		v/j	epp	
E1	1.6	0.02							0.02	Modéré
E2	1.6	0.02							0.02	Modéré
E3	1.6	0.02							0.02	Modéré
E4	1.6	0.02							0.02	Modéré
E5	1.6	0.02							0.02	Modéré
E6	1.6	0.02	54	0.03	0.00				0.02	Modéré
E7	1.6	0.02							0.02	Modéré
E8	1.6	0.02	73	0.04	0.00				0.02	Modéré
E9	1.6	0.02							0.02	Modéré

epp : équivalent personnes permanentes

Tableau 25 - Niveaux de gravité de l'évènement « chute de glace »

8.2.2.5. Probabilité

Le projet européen Wind Energy production in COld climates (WECO)¹⁸, piloté par l'institut météorologique de Finlande, a établi une carte européenne des zones les plus exposées au givre. Il apparaît que le secteur concerné ne présente qu'un risque occasionnel (moins de 1 jour par an). Cependant la conjonction observée des jours de gel et d'humidité à la station de St Quentin indique un risque. De façon conservatrice, il est considéré que pour chaque jour où les conditions sont réunies pour la formation de glace sur un aérogénérateur, une chute de morceau de glace est possible. Cette hypothèse est simplificatrice dans la mesure où lors de ce type d'épisode, le cas de plusieurs chutes de glace et d'aucune chute de glace peut se présenter. La classe de probabilité retenue est maximale, soit une **probabilité de classe « A »**, c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10^{-2} .

8.2.2.6. Acceptabilité

Pour conclure à l'acceptabilité du risque lié à l'évènement « chute de glace », les paramètres de niveau de gravité (modéré pour toutes les éoliennes) et de probabilité (A : courant) retenus ont été croisés dans la grille de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010. Le risque est jugé « faible » et de niveau « acceptable » pour toutes les éoliennes.

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.

¹⁸ Source : Finnish meteorological institute, http://www.fmi.fi/research_meteorology/meteorology_9.html

8.2.3. Chute d'éléments de l'éolienne

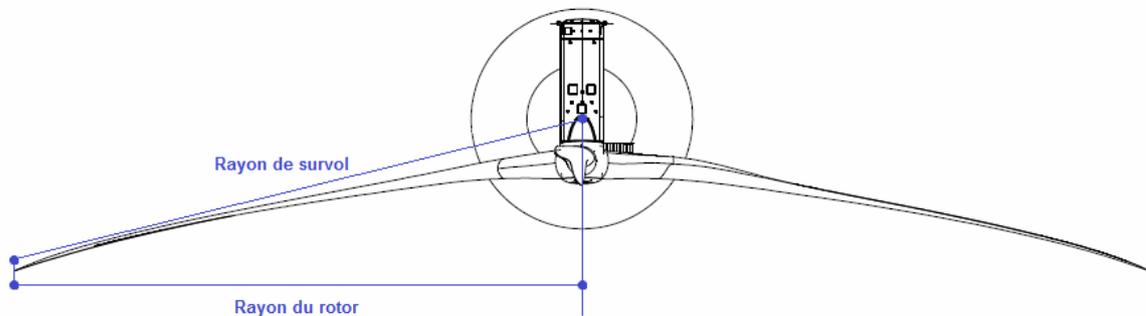
8.2.3.1. Généralités

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

8.2.3.2. Zone d'effet

Le risque de chute d'éléments est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon arrondi à **72 m** (rayon de survol).

Note : le **rayon de survol (72 m)** est supérieur au rayon du rotor (70 m) en raison du déport du plan du rotor par rapport à l'axe vertical de rotation de la nacelle, comme illustré ci après (schéma de principe):



Les enjeux concernés sont les suivants:

- Personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes dans le rayon d'effet (toutes les éoliennes).
- Véhicules susceptibles d'emprunter les voies de circulation et chemins d'exploitation du périmètre concerné (éoliennes E6 et E8).

8.2.3.3. 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).

La zone d'impact Zi correspondra à la surface d'une pale (événement majorant). La pale est assimilée à un triangle dont la longueur est celle de la pale (r) et dont la base correspond à la largeur maximale de la pale (LB). Dans le cas du parc éolien du Haut Plateau.

- R rayon d'effet arrondi au mètre supérieur = 72 m
- r longueur de la pale assimilée au rayon du rotor = 70 m
- LB (largeur maximale de la pale) = 4,0 m.

Chute d'éléments de l'éolienne (dans la zone de survol)			
Surface d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = r \cdot LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = Z_i/Z_E$	
140 m ²	16 286 m ²	0,86 % < 1 %	exposition modérée

Tableau 26 - Intensité du scénario de chute d'éléments

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

8.2.3.4. Gravité

Pour une exposition **modérée**, et selon les définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'élément, dans le rayon de survol du rotor.

La détermination du nombre de personnes (enjeu humain en *epp* : équivalent personnes permanentes) exposées dans chacune des zones d'effet est basée sur la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de danger (fiche n°1 de la circulaire en **annexe 3**). Ont été distingués (dans la zone de survol de chaque éolienne):

- Les terrains non aménagés peu fréquentés (terrains agricoles) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation et chemins d'exploitation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse forfaitaire d'1 personne permanente pour 10 ha.
- La voie de circulation structurante (RD 1029) avec l'hypothèse forfaitaire de 0,4 personne permanente par km et par tranche de 100 véhicules par jour.

Pour chaque éolienne, par application des hypothèses de comptage ci-dessus et par analogie avec les niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, la détermination du niveau de gravité de l'évènement « chute d'éléments » est le suivant :

Chute d'élément - Rayon d'effet: 72 m										
	Enjeu: personnes non abritées		Enjeu: véhicules			Enjeu: véhicules				Exposition:
	Terrains non aménagés		Voies peu fréquentées			Voies structurantes				Modérée
Eolienne	S (ha)	epp	L (m)	S (ha)	epp	L (m)	v/j	epp	Total epp	Niveau de gravité
E1	1.6	0.02							0.02	Modéré
E2	1.6	0.02							0.02	Modéré
E3	1.6	0.02							0.02	Modéré
E4	1.6	0.02							0.02	Modéré
E5	1.6	0.02							0.02	Modéré
E6	1.6	0.02	54	0.03	0.00				0.02	Modéré
E7	1.6	0.02							0.02	Modéré
E8	1.6	0.02	73	0.04	0.00				0.02	Modéré
E9	1.6	0.02							0.02	Modéré

epp : équivalent personnes permanentes

Tableau 27 - Niveaux de gravité de l'évènement « chute d'éléments »

8.2.3.5. Probabilité

Peu d'éléments sont disponibles dans la littérature pour évaluer la fréquence des événements de chute de pales ou d'éléments d'éoliennes. Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4.47×10^{-4} événement par éolienne et par an).

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

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

8.2.3.6. Acceptabilité

Pour conclure à l'acceptabilité du risque lié à l'évènement « chute d'éléments », les paramètres de niveau de gravité (modéré pour toutes les éoliennes) et de probabilité (C : improbable) retenus ont été croisés dans la grille de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010. Le risque est jugé « très faible » et de niveau « acceptable » pour toutes les éoliennes.

8.2.4. Projection de pales ou de fragments de pales

8.2.4.1. Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en **annexe 4**, 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 [3]. Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études [5] et [6].

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.

La zone d'effet retenue est donc un cercle de **500 m** de rayon (correspondant au périmètre de l'étude de dangers). Les enjeux concernés sont les suivants:

- Personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes dans un rayon de 500 m des éoliennes (toutes les éoliennes).
- Véhicules susceptibles d'emprunter les voies de circulation et chemins d'exploitation du périmètre concerné (toutes les éoliennes).

8.2.4.2. 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 ($RC=500$ m). Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien du Haut Plateau. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, r la longueur de pale (prise de façon majorante comme le rayon du rotor: $r=70$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB=4,0$ m).

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact	Zone d'effet du phénomène étudié	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I=r*LB/2$	$Z_E= \pi \times RC^2$	$d=Z_I/Z_E$	
140 m ²	785 398 m ²	0,02% (< 1 %)	Exposition modérée

Tableau 28 - Intensité des scénarios de projection de pale

8.2.4.3. Gravité

Pour une exposition **modérée**, et selon les définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection d'éléments, dans un rayon de 500 m.

La détermination du nombre de personnes (enjeu humain en *epp* : équivalent personnes permanentes) exposées dans chacune des zones d'effet est basée sur la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de danger (fiche n°1 de la circulaire en **annexe 3**). Ont été distingués (dans un périmètre de 500 m autour des éoliennes):

- Les terrains non aménagés peu fréquentés (terrains agricoles) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation et chemins d'exploitation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse forfaitaire d'1 personne permanente pour 10 ha.
- La voie de circulation structurante (RD 1029) avec l'hypothèse forfaitaire de 0,4 personne permanente par km et par tranche de 100 véhicules par jour.

Pour chaque éolienne, par application des hypothèses de comptage ci-dessus et par analogie avec les niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, la détermination du niveau de gravité de l'évènement « projection d'éléments » est le suivant :

Projection d'élément (rayon d'effet: 500 m)										
	Enjeu: personnes non abritées		Enjeu: véhicules			Enjeu: véhicules				Exposition:
	Terrains non aménagés		Voies peu fréquentées			Voies structurantes				Modérée
Eolienne	S (ha)	epp	L (m)	S (ha)	epp	L (m)	v/j	epp	Total epp	Niveau de gravité
E1	78.5	0.79	2 072	1.24	0.12				0.9	Modéré
E2	78.5	0.79	1 762	1.06	0.11				0.9	Modéré
E3	78.5	0.79	1 137	0.68	0.07				0.9	Modéré
E4	78.5	0.79	1 605	0.96	0.10				0.9	Modéré
E5	78.5	0.79	1 015	0.61	0.06	870	6215	21.63	22.5	Important
E6	78.5	0.79	1 019	0.61	0.06	859	6215	21.35	22.2	Important
E7	78.5	0.79	679	0.41	0.04	872	6215	21.68	22.5	Important
E8	78.5	0.79	2 086	1.25	0.13				0.9	Modéré
E9	78.5	0.79	1 994	1.20	0.12				0.9	Modéré

epp : équivalent personnes permanentes

Tableau 29 - Niveaux de gravité de l'évènement « projection d'éléments »

8.2.4.4. Probabilité

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

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project [4]	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$1, 1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances [6]	$6,1 \times 10^{-4}$	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

Tableau 30 - Références pour l'évaluation d'une projection de pale ou de fragment

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 événements pour 15 667 années d'expérience, soit $7,66 \times 10^{-4}$ 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 » : « 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 ». Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'évènement.

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

- les dispositions de la norme IEC 61 400-1
- les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre
- 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
- 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* ».

8.2.4.5. Acceptabilité

Pour conclure à l'acceptabilité du risque lié à l'évènement « projection d'élément », les paramètres de niveau de gravité (important pour les éoliennes E5, E6 et E7, modéré pour les autres éoliennes) et de probabilité (D : rare) retenus ont été croisés dans la grille de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010. Le risque est jugé « faible » pour les éoliennes E5, E6 et E7 et « très faible » pour les autres éoliennes et de niveau « acceptable » pour toutes les éoliennes.

8.2.5. Projection de glace

8.2.5.1. 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. Plusieurs études ont été menées afin d'étudier ce phénomène de givrage. La projection de glace a fait l'objet de développement de plusieurs modèles théoriques et de collecte de données expérimentales.

L'étude WECO¹⁹ recommande, au regard des modèles théoriques développés et des données expérimentales recueillies, de maintenir une distance de sécurité entre l'éolienne et les cibles 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 en cas de givre ou de glace :

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

Pour les éoliennes du parc éolien du Haut Plateau, l'utilisation de cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace donne une distance d'effet de **375 m** pour toutes les éoliennes.

Le seul enjeu concerné ici est le suivant:

- Personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes dans ce rayon d'effet (toutes les éoliennes).

Note : les voies de circulation des véhicules ne sont pas considérées ici, en effet, 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 (source : guide de l'étude de dangers éolienne, INERIS [19]).

8.2.5.2. Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m²) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (de rayon De). Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien du Haut Plateau..

Projection de morceaux de glace (dans un rayon égal à la distance d'effet autour de l'éolienne)			
Zone d'impact	Zone d'effet du phénomène étudié	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
1 m ²	$Z_E = \pi \times D_e^2$ 441 786 m ²	$d = 1/Z_E$ 0,00023% (< 1 %)	Exposition modérée

Tableau 31 - Intensité du scénario de projection de glace

¹⁹ Source : Finnish meteorological institute, http://www.fmi.fi/research_meteorology/meteorology_9.html

8.2.5.3. Gravité

Pour une exposition **modérée**, et selon les définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 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 chacune des éoliennes.

La détermination du nombre de personnes (enjeu humain en *epp* : équivalent personnes permanentes) exposées dans chacune des zones d'effet est basée sur la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de danger (fiche n°1 de la circulaire en **annexe 3**). Ont été distingués (dans un rayon de **375 m** des éoliennes):

- Les terrains non aménagés peu fréquentés (terrains agricoles) avec l'hypothèse d'une personne permanente pour 100 ha.

Pour chaque éolienne, par application des hypothèses de comptage ci-dessus et par analogie avec les niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, la détermination du niveau de gravité de l'évènement « projection de glace » est le suivant :

Projection de glace - Rayon d'effet: 375 m				
		Enjeu: personnes non abritées		Exposition:
		Terrains non aménagés		Modérée
Eolienne	S (ha)	epp	Total epp	Niveau de gravité
E1	44.2	0.44	0.44	Modéré
E2	44.2	0.44	0.44	Modéré
E3	44.2	0.44	0.44	Modéré
E4	44.2	0.44	0.44	Modéré
E5	44.2	0.44	0.44	Modéré
E6	44.2	0.44	0.44	Modéré
E7	44.2	0.44	0.44	Modéré
E8	44.2	0.44	0.44	Modéré
E9	44.2	0.44	0.44	Modéré

epp : équivalent personnes permanentes

Tableau 32 - Niveaux de gravité de l'évènement « projection de glace »

Rappel : les voies à faible circulation ne sont pas considérées ici, en effet, 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 (source : guide de l'étude de dangers éolienne, INERIS [19]).

8.2.5.4. Probabilité

Au regard de la difficulté d'établir un retour d'expérience précis sur cet évènement 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** – évènement probable » est proposée pour cet évènement.

8.2.5.5. Acceptabilité

Pour conclure à l'acceptabilité du risque lié à l'évènement « projection de glace », les paramètres de niveau de gravité (modéré pour toutes les éoliennes) et de probabilité (B : probable) retenus ont été croisés dans la grille de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010. Le risque est jugé « très faible » pour toutes les éoliennes et de niveau « acceptable » pour toutes les éoliennes.

8.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques

8.3.1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

Le tableau ci-dessous récapitule, pour chaque événement retenu, les paramètres de risques : portée, intensité (exposition), probabilité et le niveau de gravité :

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité d'exposition	Probabilité	Niveau de gravité des conséquences (fonction de l'intensité d'exposition et du nombre de personnes)
Effondrement de l'éolienne	180 m autour des éoliennes	Rapide	Exposition modérée	D rare	Modéré pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol 72 m	Rapide	Exposition modérée	A Courant	Modéré pour toutes les éoliennes
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol 72 m	Rapide	Exposition modérée	C improbable	Modéré pour toutes les éoliennes
Projection d'éléments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D rare	Important pour les Eoliennes E5, E6 et E7 Modéré pour les autres éoliennes
Projection de glace	375 m autour des éoliennes	Rapide	Exposition modérée	B probable	Modéré pour toutes les éoliennes

Tableau 33 - Synthèse de l'étude détaillée des risques

8.3.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques

Enfin, la dernière étape de l'étude détaillée des risques consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés. Pour conclure à l'acceptabilité, la grille de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 sera utilisée :

La grille de criticité permet de croiser les probabilités de survenue d'un accident (en colonne) avec la gravité potentielle de ces accidents (en ligne). La zone rouge de cette matrice correspond à des accidents non acceptables, pour lesquels des mesures de réduction des risques doivent être mises en œuvre. Dans les zones verte et jaune, aucune mesure de réduction des risques n'est nécessaire.

Projet éolien du Haut Plateau					
Matrice des risques		D (rare)	C (improbable)	B (probable)	A (courant)
		Désastreux			
Catastrophique					
Important	Projection d'éléments dans un rayon de 500 m (éoliennes E5, E6 et E7)				
Niveau de gravité des conséquences	Sérieux				
	Modéré	Effondrement dans un rayon de 180 m des éoliennes Projection d'éléments dans un rayon de 500 m (sauf E5, E6 et E7)	Chute d'éléments (72 m) Toutes les éoliennes	Projection de glace dans un rayon de 375 m des éoliennes	Chute de glace (72 m) Toutes les éoliennes

Tableau 34 - Grille de criticité

Légende de la matrice:

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée qu'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. L'ensemble des accidents retenus présente un risque acceptable (faible à très faible), c'est-à-dire qu'ils ne nécessitent pas de mesures supplémentaires de réduction des risques autres que celles déjà prises.

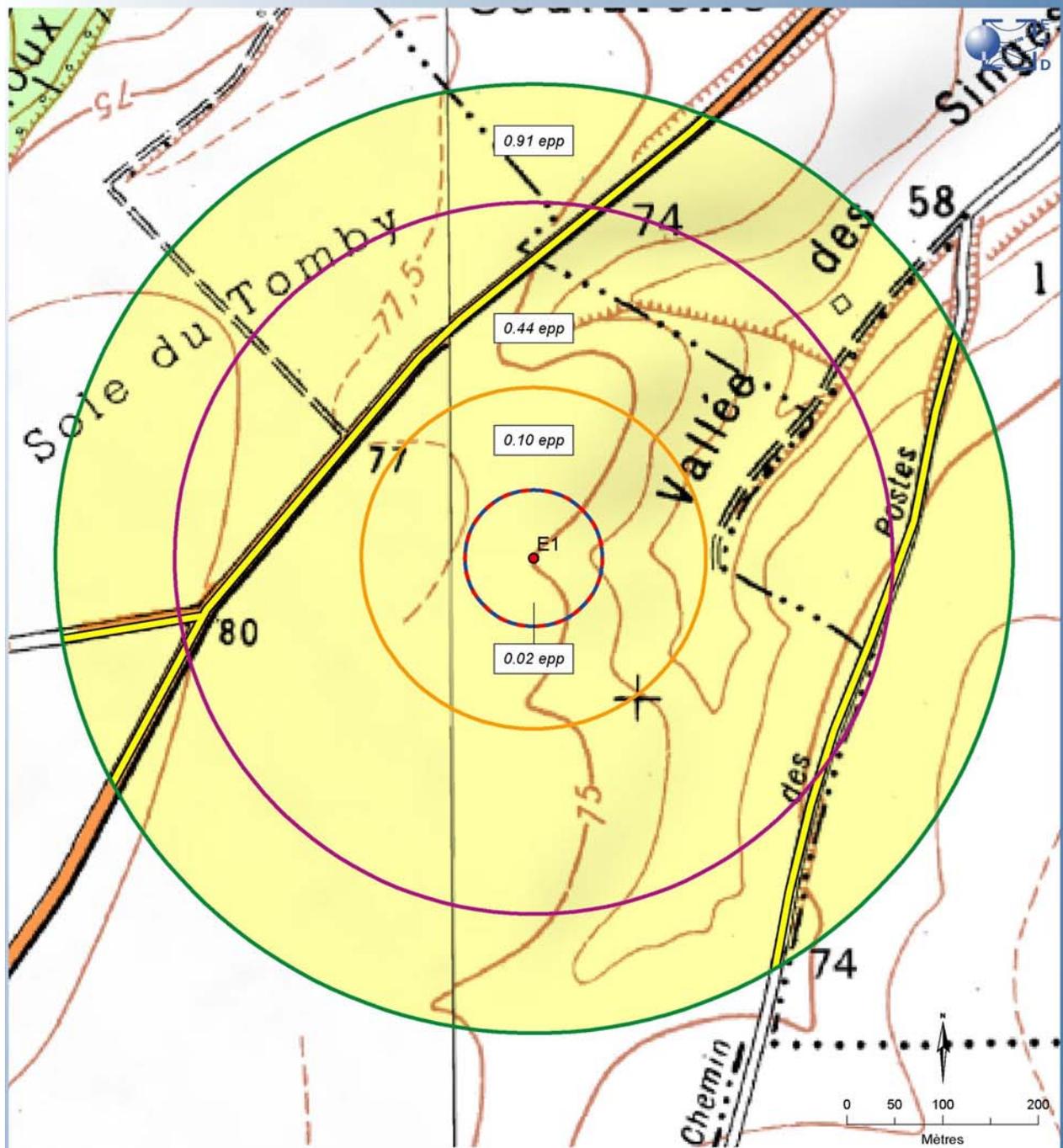
8.3.3. Cartographie des risques

Les cartes de synthèse des risques qui figurent en pages suivantes font apparaître pour chaque éolienne et pour chacun des phénomènes dangereux retenus :

- les **enjeux** présents dans les différentes zones d'effet ;
- le **nombre de personnes** permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.
- Le niveau de **gravité** des conséquences d'un accident, fonction de :
 - o **l'intensité** de l'exposition aux différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de ces phénomènes ;
 - o du **nombre de personnes** permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.
- Le niveau de **risque**, évalué selon la grille de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E1

Projet éolien du Haut Plateau



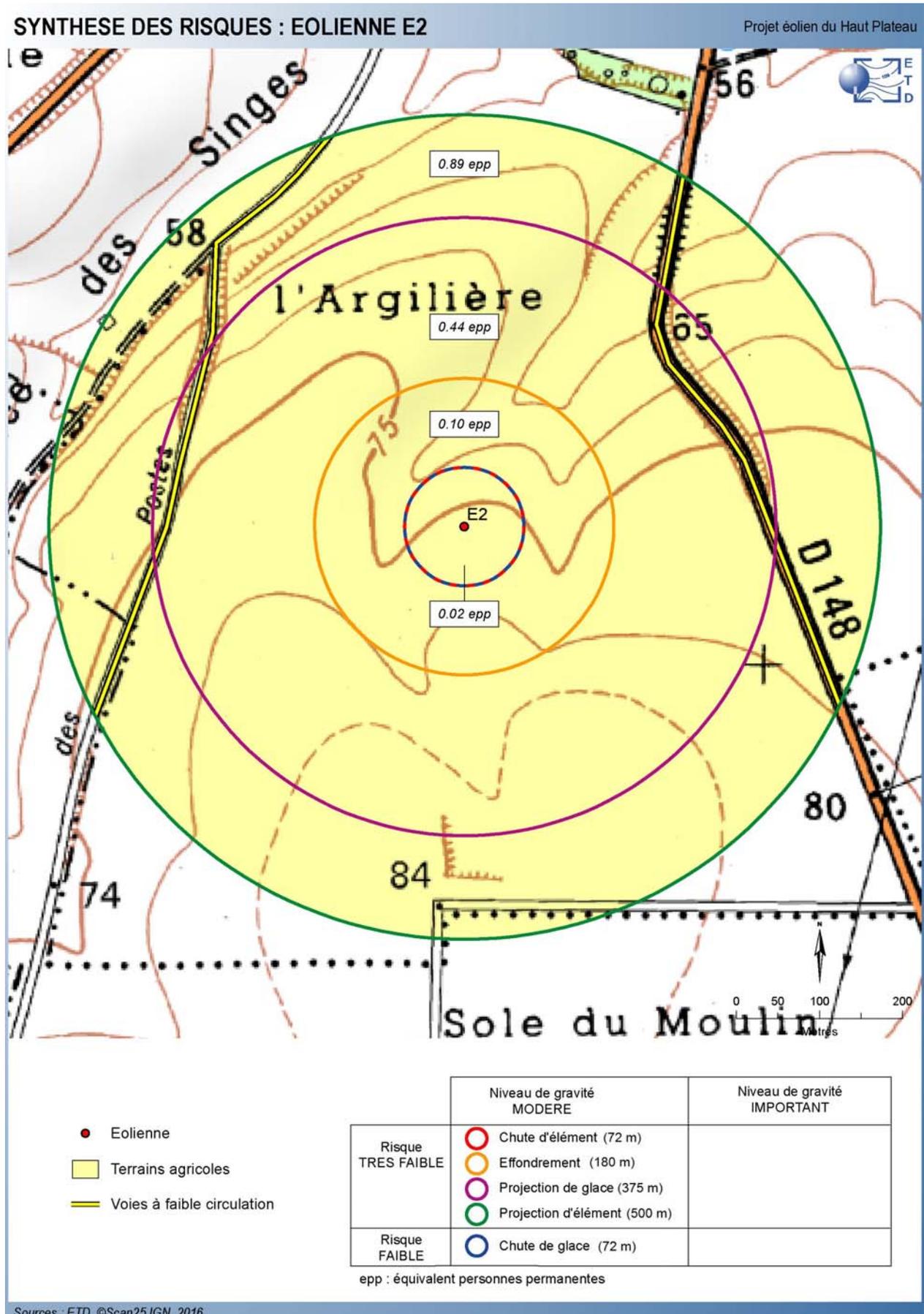
- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation

	Niveau de gravité MODERE	Niveau de gravité IMPORTANT
Risque TRES FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute d'élément (72 m) ○ Effondrement (180 m) ○ Projection de glace (375 m) ○ Projection d'élément (500 m) 	
Risque FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute de glace (72 m) 	

epp : équivalent personnes permanentes

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

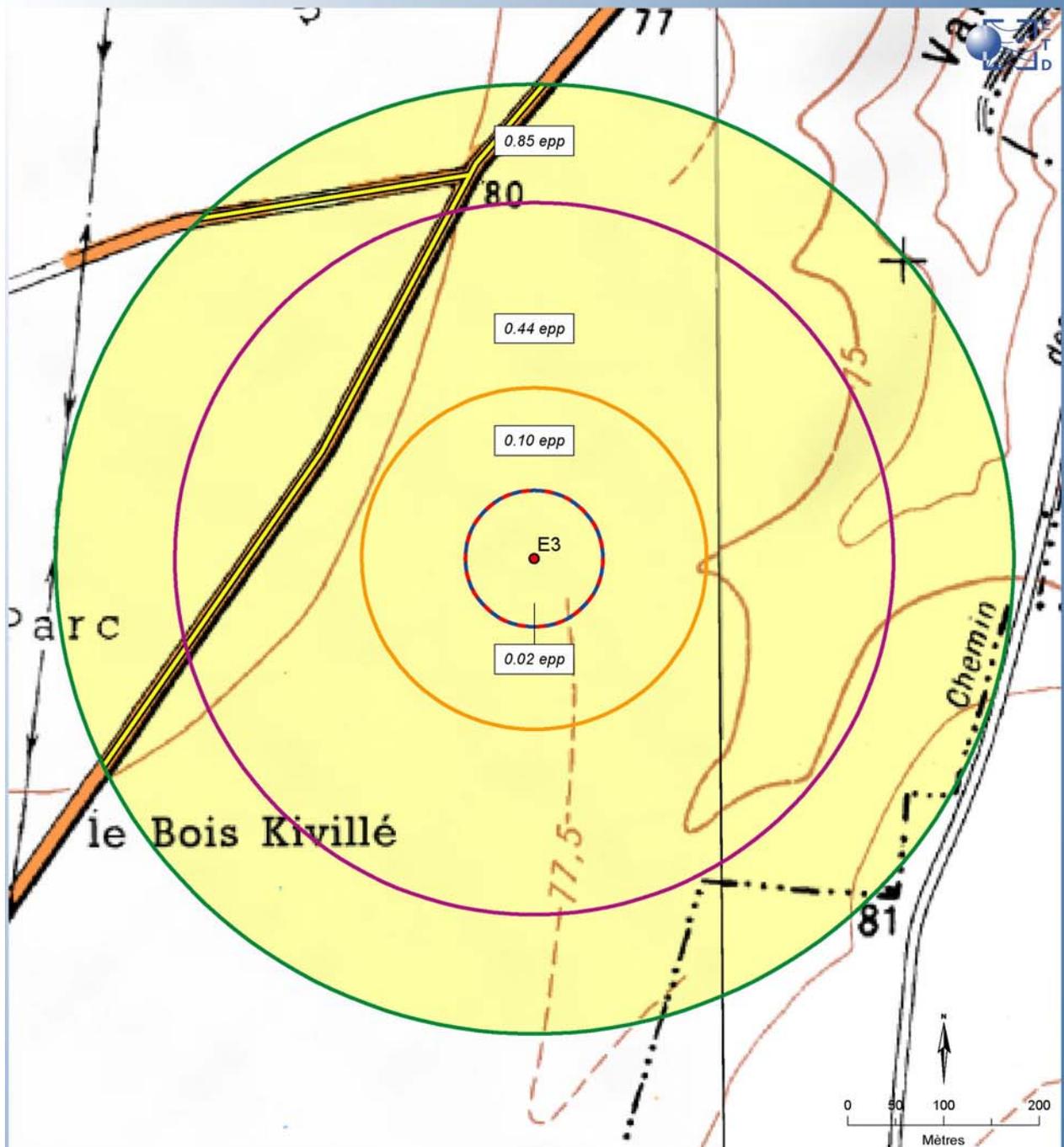
Carte 9 - Carte de synthèse des risques : éolienne E1



Carte 10 - Carte de synthèse des risques : éolienne E2

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E3

Projet éolien du Haut Plateau



- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation

	Niveau de gravité MODERE	Niveau de gravité IMPORTANT
Risque TRES FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute d'élément (72 m) ○ Effondrement (180 m) ○ Projection de glace (375 m) ○ Projection d'élément (500 m) 	
Risque FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute de glace (72 m) 	

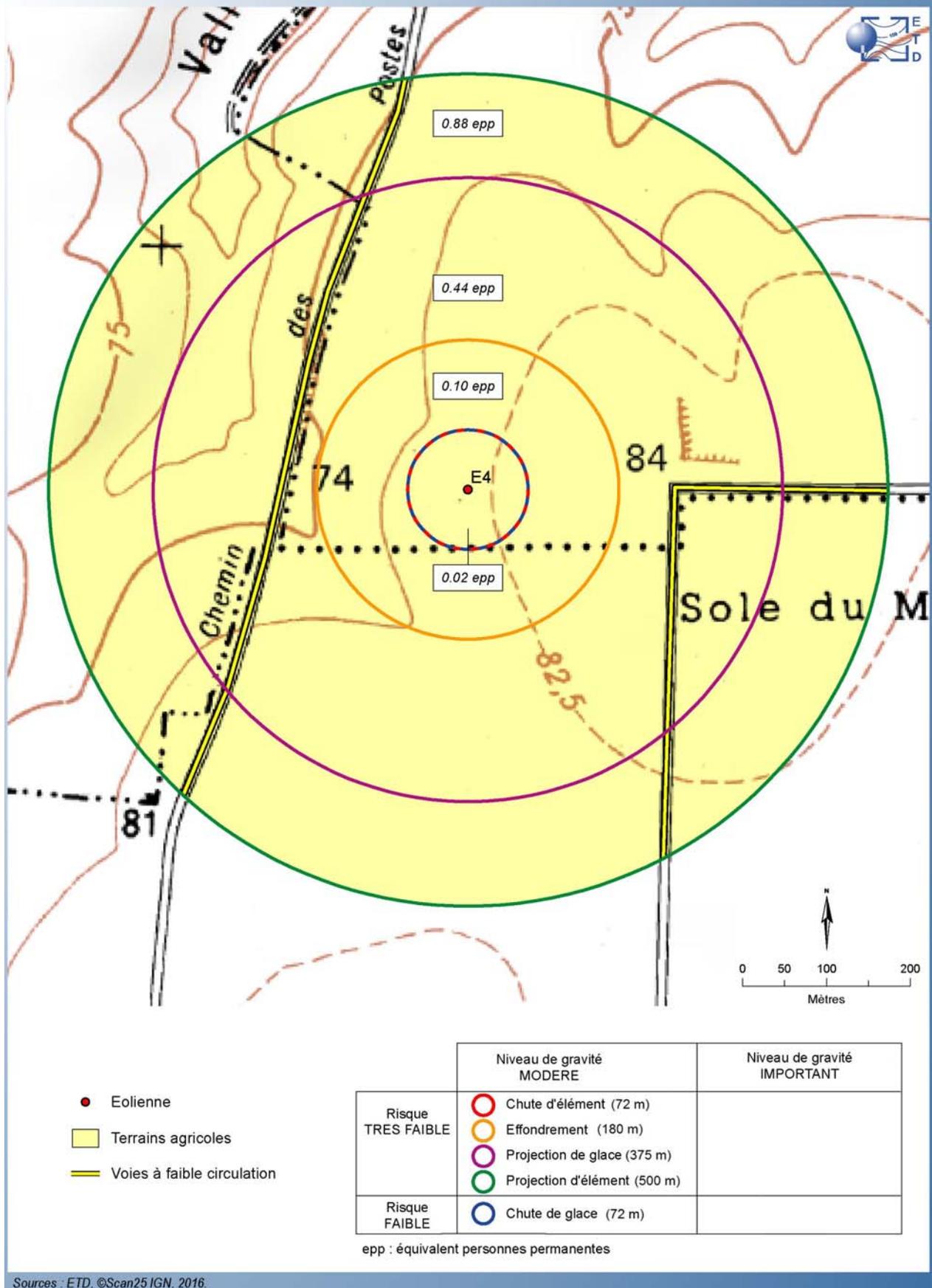
epp : équivalent personnes permanentes

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

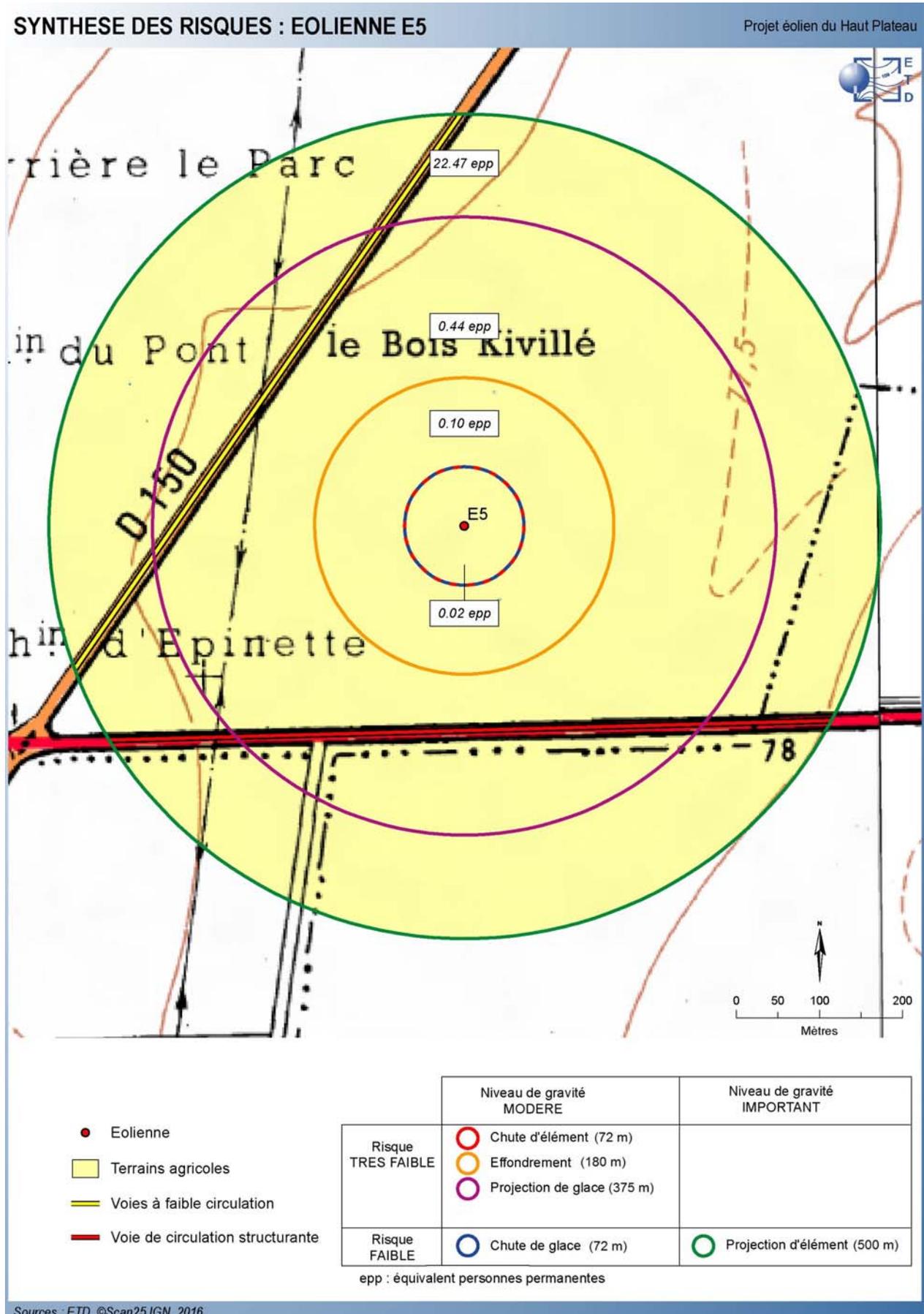
Carte 11 - Carte de synthèse des risques : éolienne E3

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E4

Projet éolien du Haut Plateau



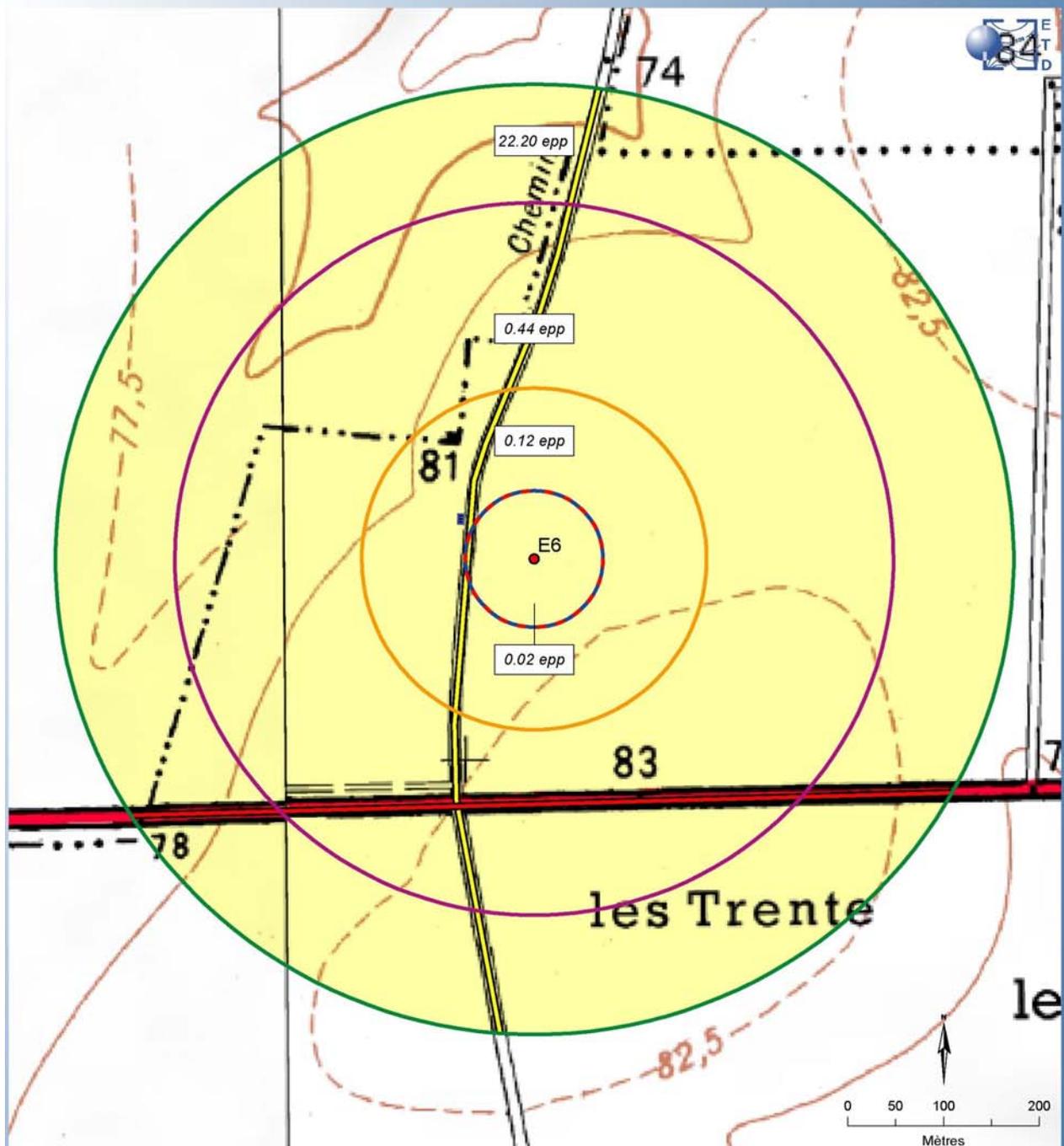
Carte 12- Carte de synthèse des risques : éolienne E4



Carte 13 - Carte de synthèse des risques : éolienne E5

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E6

Projet éolien du Haut Plateau



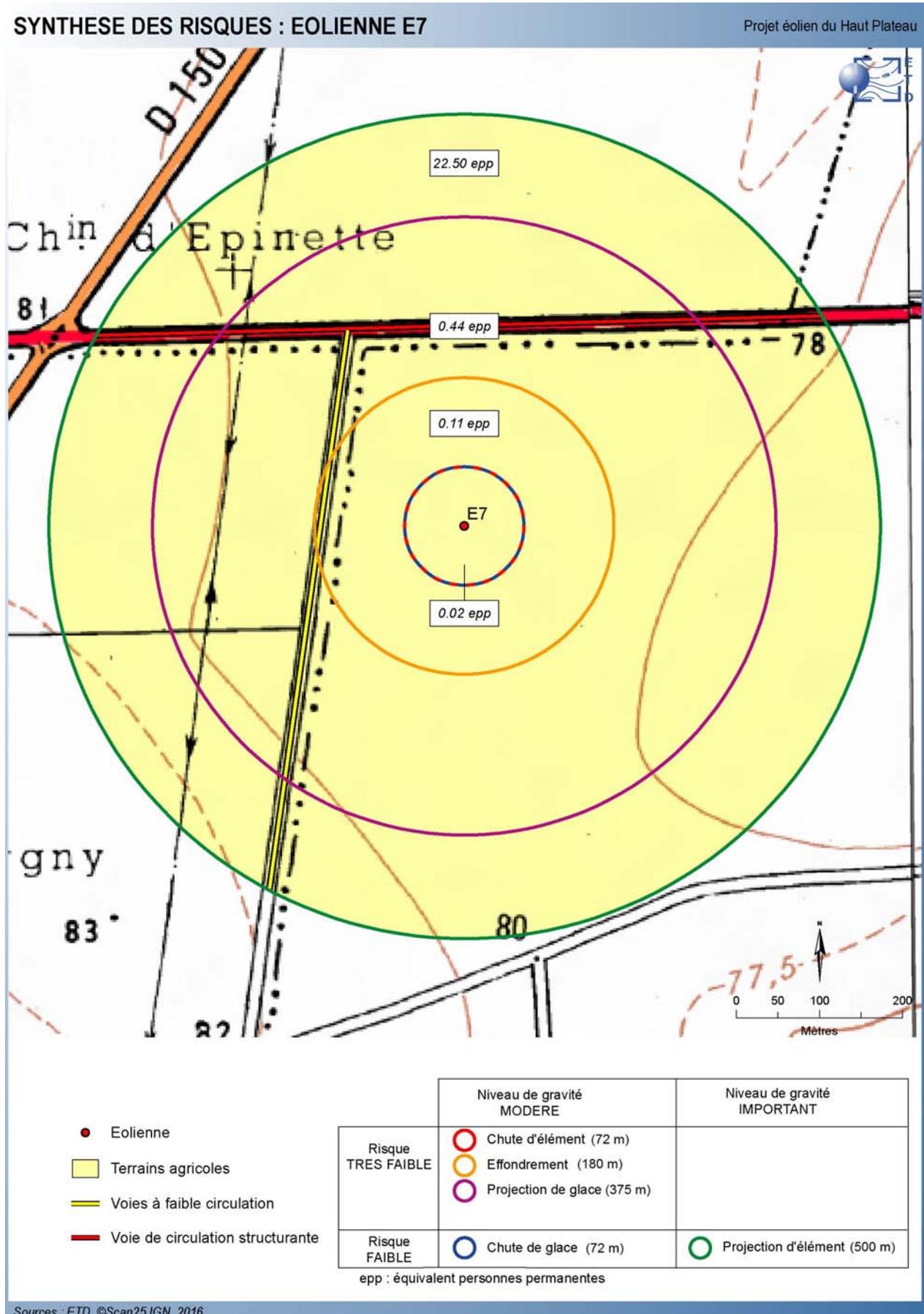
- Plateforme des postes de livraisc
- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation
- Voie de circulation structurante

	Niveau de gravité MODERE	Niveau de gravité IMPORTANT
Risque TRES FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute d'élément (72 m) ○ Effondrement (180 m) ○ Projection de glace (375 m) 	
Risque FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute de glace (72 m) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Projection d'élément (500 m)

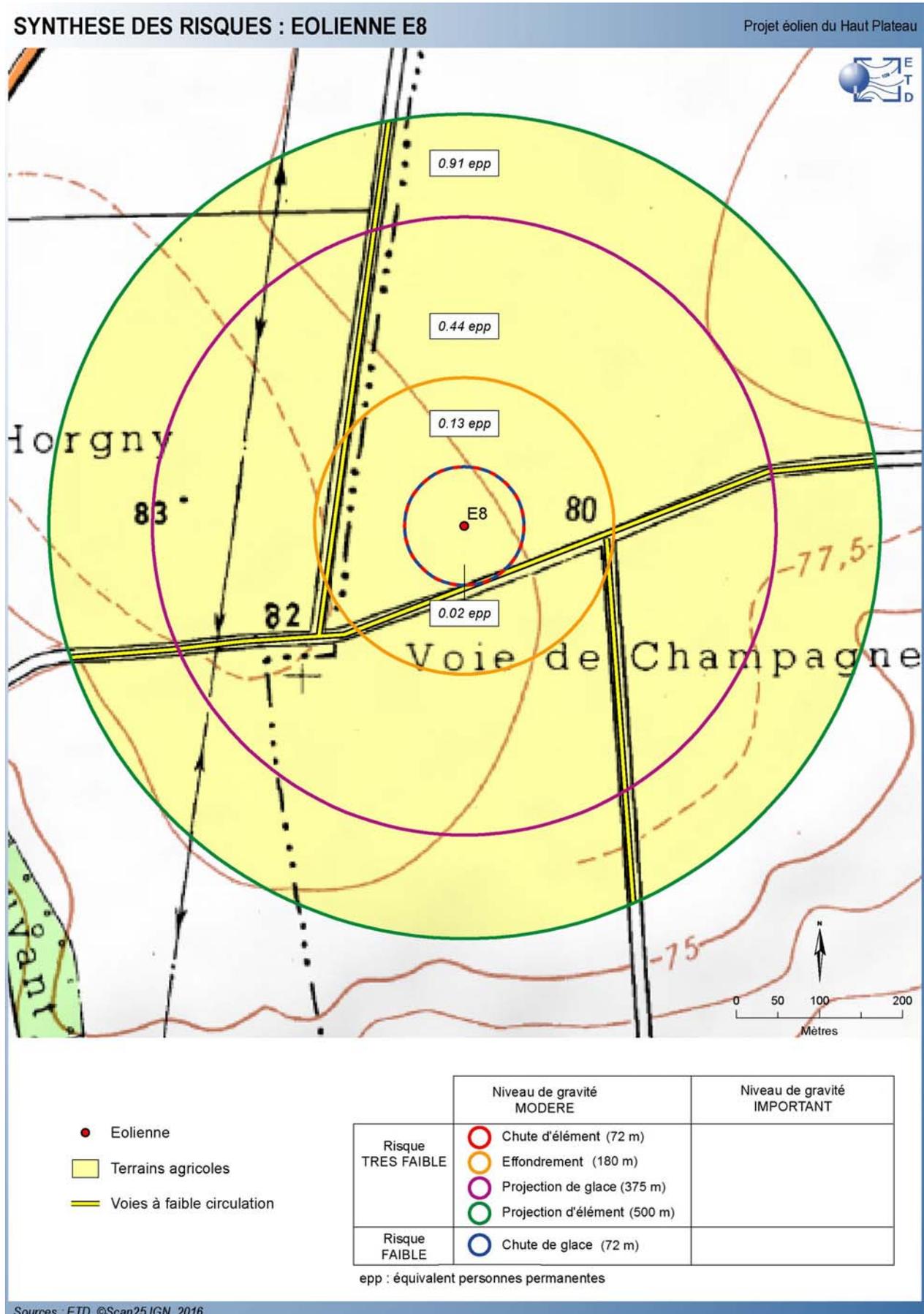
epp : équivalent personnes permanentes

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

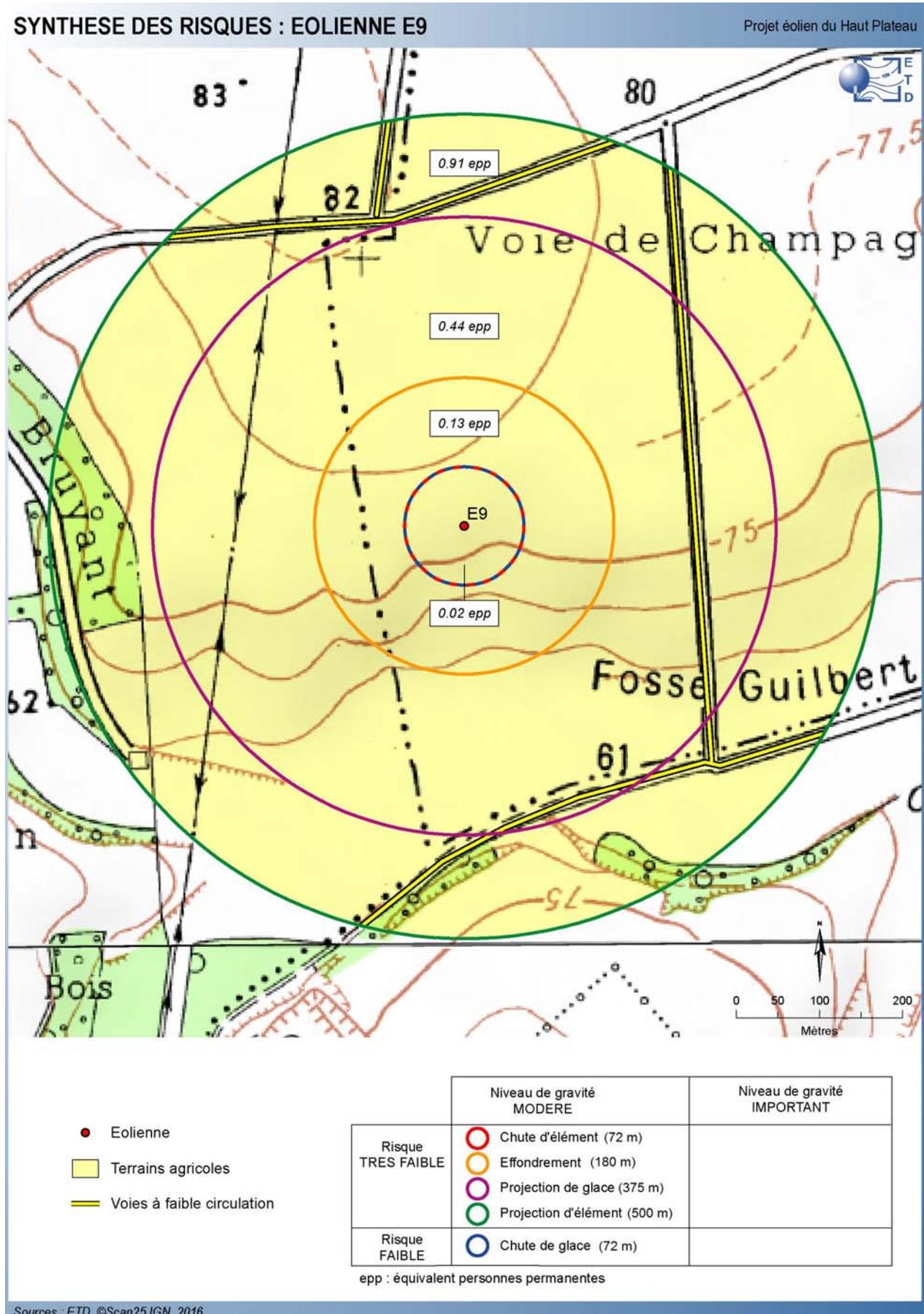
Carte 14 - Carte de synthèse des risques : éolienne E6



Carte 15 - Carte de synthèse des risques : éolienne E7



Carte 16- Carte de synthèse des risques : éolienne E8



Carte 17 - Carte de synthèse des risques : éolienne E9

9. Conclusion

La présente étude de dangers du projet éolien du Haut Plateau, réalisée dans le cadre réglementaire des projets d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et selon la méthodologie décrite par le « Guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens »²⁰, a retenu les 5 événements suivants susceptibles de générer un risque pour les enjeux humains présents dans le périmètre de l'étude (soit 500 m autour de chaque éolienne de type Senvion M140 3,4MW, hauteur d'axe : 110 m) :

- Effondrement de l'éolienne (portée 180 m, rare)
- Chute d'éléments de l'éolienne (portée 72 m, improbable)
- Chute de glace (portée 72 m, courant)
- Projection de glace (portée 375 m, probable)
- Projection d'éléments de pale (portée 500 m, rare)

Les enjeux humains considérés sont ceux liés à la fréquentation des différents périmètres concernés: terrains non aménagés, voies à faible circulation et chemins d'exploitation et voie de circulation structurante (RD 1029).

Compte tenu de la probabilité des événements retenus et des enjeux humains répertoriés, les risques ont pu être classés de « très faible » à « faible » pour toutes les éoliennes. L'ensemble des risques étudiés se situe dans la zone d'acceptabilité de la grille de criticité applicable, c'est-à-dire qu'ils ne nécessitent pas de mesures supplémentaires de réduction des risques autres que celles déjà prises.

L'ensemble des mesures de prévention et de protection ont été détaillées dans l'étude de dangers. Les principales mesures préventives intégrées aux éoliennes sont :

- des dispositifs de protection contre la foudre ;
- le système de régulation et de freinage par rotation des pales ;
- la déduction de glace ;
- les rétentions d'huile sous le multiplicateur et en tête de mât.

Les différents paramètres de fonctionnement et de sécurité sont gérés par un système de contrôle et de commande informatisé.

Par ailleurs, les éoliennes font l'objet d'une maintenance préventive régulière et corrective par un personnel compétent et spécialisé. La maintenance porte sur le fonctionnement mécanique et électrique ainsi que l'état des composants et des structures de la machine. Une inspection visuelle de la machine et des pales est réalisée lors des maintenances préventives afin de détecter des éventuelles fissures ou défauts.

Le niveau de prévention et de protection au regard de l'environnement est considéré comme acceptable. En effet, les accidents répertoriés par l'accidentologie ont dès à présent fait l'objet de mesures intégrées dans la structure des éoliennes « nouvelle génération ». Enfin le respect des prescriptions du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que l'ensemble des accidents majeurs identifiés lors de cette étude de dangers constitue un risque acceptable pour les personnes.

²⁰ [19] - SER, FEE, INERIS – Mai 2012.

10. Résumé non technique

Note : Le résumé non technique de la présente étude de dangers fait l'objet d'un document à part.

11. Bibliographie

- [1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011
- [2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006
- [3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum
- [4] Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24
- [5] 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
- [6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004
- [7] Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006
- [8] Oméga 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005
- [9] 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
- [10] 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
- [11] 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
- [12] Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne
- [13] 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
- [14] Alpine test site Gütsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al.
- [15] Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000
- [16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteurtrous J.-P. - juillet 2004
- [17] Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003
- [18] Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005
- [19] INERIS, SER, FEE, « Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens – Guide Technique », mai 2012

Normes, arrêtés et circulaires

- 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
- 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, 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
- NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006

Annexe 1 : 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) vivants ou matériels, 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 document 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
BRGM : Bureau de recherches géologiques et minières
DDRM : Dossier départemental des risques majeurs
ERC : Evènement redouté central
SCADA : *Supervisory control and data acquisition.*
DGAC : Direction générale de l'aviation civile

Annexe 2 : Probabilité d'atteinte et risque individuel

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Les seuls ERC pour lesquels la probabilité d'atteinte n'est pas de classe E sont ceux qui concernent les phénomènes de chutes de glace ou d'éléments dont la zone d'effet est limitée à la zone de survol des pales 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.

Annexe 3 : Méthode de comptage des personnes

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées dans chacune des zones d'effet des phénomènes dangereux identifiés.

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (partie III.4), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

D'autre part, cette méthode permet ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques (partie VIII).

Terrains non bâtis

- Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.
- Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : compter 1 personne par tranche de 10 hectares.
- Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...)) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.

Voies de circulation

Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes. En effet, les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicules/jour) sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

Voies de circulation automobiles : Dans le cas général, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Exemple : 20 000 véhicules/jour sur une zone de 500 m = 0,4 × 0,5 × 20 000/100 = 40 personnes.

Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic											
		Linéaire de route compris dans la zone d'effet (en m)									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Trafic (en véhicules/jour)	2 000	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8
	3 000	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
	4 000	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16
	5 000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	7 500	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	10 000	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
	20 000	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
	30 000	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
	40 000	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
	50 000	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	60 000	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
	70 000	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
80 000	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320	
90 000	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	
100 000	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	

Voies ferroviaires : Train de voyageurs : compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie.

Voies navigables : Compter 0,1 personne permanente par kilomètre exposé et par péniche/jour.

Chemins et voies piétonnes : Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés. Pour les chemins de promenade, de randonnée : compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

Logements

Pour les logements : compter la moyenne INSEE par logement (par défaut : 2,5 personnes), sauf si les données locales indiquent un autre chiffre.

Etablissements recevant du public (ERP)

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du code de la construction et de l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès (cf. paragraphe sur les voies de circulation automobile).

Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante :

– compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ;

– compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste.

Les chiffres précédents peuvent être remplacés par des chiffres issus du retour d'expérience local pour peu qu'ils restent représentatifs du maximum de personnes présentes et que la source du chiffre soit soigneusement justifiée.

Une distance d'éloignement de 500 m aux habitations est imposée par la loi. La présence d'habitations ou d'ERP ne se rencontreront peu en pratique.

Zones d'activité

Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public) : prendre le nombre de salariés (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.

Annexe 4 : Accidentologie française

Base de données du groupe de travail SER/FEE (base ARIA complétée)

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens [19], et complétée depuis, 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. Un total de 55 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2015. Il apparaît dans ce recensement que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques. 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 notamment pour les incidents les moins graves.

Notons que si on excepte les opérations de maintenance, tous ces accidents français n'ont jamais entraîné de victime.

Le Conseil Général des Mines ajoute à ces données deux décès fin 2003 en France: un opérateur lors d'opération de maintenance, et un visiteur qui aurait eu une attaque cardiaque occasionnée par les efforts pour accéder à la nacelle. En 2010, un technicien de maintenance a succombé à une crise cardiaque en haut d'une éolienne (21 avril). Les deux techniciens vérifiaient le bon fonctionnement d'une éolienne de la zone industrielle de Roubaix-Est, à une hauteur de 50 m, lorsque l'un des deux s'est effondré, victime d'une crise cardiaque. L'intervention des pompiers et du SAMU n'a pu le ranimer. On peut supposer que cet arrêt cardiaque est lié aux efforts fournis pour accéder à la nacelle.

Tableau de synthèse des accidents et incidents. **Au 28 septembre 2015**, la base Aria du Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels recense 37 accidents majeurs en France. Certains accidents et incidents connus en France entre 2000 et 2014 et ne figurant pas dans la base de données ARIA ont été ajoutés:

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Non Gamesa G52 850	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA	-
<p>➤ N°42882 - 28/12/2002 - FRANCE - 11 - NEVIAN <i>Dans un parc de 18 aérogénérateurs en construction, l'une des pales d'une éolienne se détache et entraîne l'effondrement du mât de 40 m. Aucun blessé n'est à déplorer, le technicien supervisant le fonctionnement du parc ne se trouvait pas à proximité. Selon l'exploitant qui n'avait pas encore pris possession de l'installation, une défaillance du système de freinage du rotor serait à l'origine du sinistre. Le vent soufflant à plus de 100 km/h ce jour-là, celui-ci aurait dû bloquer l'hélice.</i></p>										
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non Lagerwey	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
<p>➤ Accident N°26119 - 01/01/2004 au PORTEL (62) « Une éolienne, parmi les 4 aérogénératrices hautes de 60 m de la ferme éolienne du Portel inaugurée en mai 2002, se brise durant la nuit en entraînant la chute de sa génératrice et des pales du rotor. » Les aérogénératrices représentent en tout une puissance de 3 mégawatts. « Les 3 hélices de 25 m sont retrouvées sur la plage. Un défaut de serrage des boulons servant à relier 2 tronçons du mât (défaillance d'entretien) est sans doute à l'origine de l'incident. Selon le concepteur et gérant de cette ferme éolienne, le montant des dommages s'élèverait à plus de 450 000 euros. » D'après l'exploitant, les éoliennes concernées étaient équipées de pales ATV de conception française (fabrication abandonnée), dont le système de fixation au rotor s'est avéré défectueux.</p>										
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non Windenergy	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA	-
<p>➤ Accident N°29388 - 20/03/2004 à DUNKERQUE (59) « Le vent abat une des 9 éoliennes en service. » Ce 20 mars, la vitesse du vent est de 20 m/s, avec des rafales à 30 m/s. Les éoliennes de la digue du Braek sont arrêtées et les pales mises en drapeau, conformément aux règles techniques. L'éolienne n°5 s'effondre vers 17h, sans créer de victimes. Ce sont les fondations qui ont lâché. Dans les jours qui suivent, les 8 autres éoliennes du parc sont démontées. Après enquête, il s'avère que la fragilisation est due à une erreur de calcul d'un facteur 10 dans le dimensionnement des fondations !</p>										
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non Windmaster	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Base de données ARIA	-
<p>➤ N°42887 - 22/06/2004 - FRANCE - 29 - PLEYBER-CHRIST Par une nuit de vent fort, une pale de l'une des 5 éoliennes d'un parc se brise en heurtant le mat. Après d'autres désordres similaires (ARIA 42889), le tribunal administratif de Rennes annule en 2005 le permis de construire délivré en 2001. Le site est démantelé en novembre 2011.</p>										



TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non Wind-master	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Base de données ARIA	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
<p>➤ N°42889 - 08/07/2004 - FRANCE - 29 - PLEYBER-CHRIST <i>Par une matinée de vent fort, 3 morceaux de pales d'éolienne (2 de 2,5 m et 1 de 1,5 m) sont retrouvés dans un champ. Aucun blessé n'est déplorer. L'enchaînement de cet accident et d'un autre similaire survenu 2 semaines plus tôt (ARIA 42887) conduit le tribunal administratif de Rennes à annuler en 2005 le permis de construire délivré en 2001. Le site est démantelé en novembre 2011.</i></p>										
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non Jeumont	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA	-
<p>➤ Accident N°29385 - 22/12/2004 à MONTJOYER (26) <i>« A la suite d'un dysfonctionnement du dispositif de freinage d'une éolienne, de la fumée et un bruit inhabituel sont perceptibles. Les pompiers envoient 2 fourgons pompes sur les lieux et installent un périmètre de sécurité. Ils constatent que les 3 pales de l'éolienne se sont brisées, 2 sont tombées au sol désintégrées et la 3ème qui est cassée pend. La mise en sécurité est effective après l'arrêt de toutes les éoliennes par l'exploitant ; il n'y a aucune victime sur les lieux. En matière de sécurité une règle locale prévoit de respecter une distance de sécurité entre les voies de circulation et les installations d'éoliennes. Chaque éolienne développe 750 kW et est connectée au réseau 20 000 V. »</i> Ce parc de Montjoyer-Rochefort est équipé de 23 éoliennes de type J48/750 (cf. ci-dessus).</p>										
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Chute de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non Wind-master	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Base de données ARIA	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
<p>➤ N°42891 - 07/10/2006 - FRANCE - 29 - PLEYBER-CHRIST <i>Une pale d'une des 5 éoliennes d'un parc se décroche et chute au sol, sans faire de victime. Deux autres évènements de ce type ont déjà affecté ces aérogénérateurs en 2004 (ARIA 42887 et 42889). L'accident se produit alors que le permis de construire du site a été annulé et qu'une nouvelle demande est en cours d'instruction. Le parc sera finalement démantelé en 2011.</i></p>										
Incendie	18/11/2006	Roquetailla de	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Base de données ARIA	-
<p>➤ N°42909 - 18/11/2006 - FRANCE - 11 - ROQUETAILLADE <i>Vers minuit, un incendie sur deux aérogénérateurs provoque la mise à l'arrêt de l'ensemble du parc éolien (par le système de contrôle automatique). Des chasseurs passant sur place le lendemain donnent l'alerte. Le feu est d'origine criminelle : des saboteurs sont entrés par effraction dans les mâts pour y placer des bouteilles de gaz de 13 kg, des pneus et des hydrocarbures. L'une des nacelles est totalement détruite. Sur l'autre, l'explosion de bouteille de gaz a propulsé une tôle de protection de la nacelle à 50 m et aurait soufflé les flammes. Les dégâts sont estimés à 2 millions d'€. Suite à l'accident, de nombreux détecteurs de présence sont installés sur le site. Les deux éoliennes sont reconstruites 2 ans plus tard dans le cadre de travaux d'extension du parc.</i></p>										
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non Lagerwey	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Base de données ARIA	-
<p>➤ N°42895 - 03/12/2006 - FRANCE - 59 - BONDUES <i>Une éolienne de 30 m de haut s'effondre sur la grille d'entrée d'une zone industrielle peu avant midi. L'accident ayant eu lieu un week-end, aucune victime n'est à déplorer. La machine installée depuis 13 ans avait fait l'objet d'un contrôle approfondi 5 mois plus tôt. Sectionnée à la base, elle doit être démontée et évacuée. Selon l'exploitant, la rupture se serait produite au cours de violentes rafales de vent. Ministère du développement durable - DGPR / SRT / BARPI - Page 6</i></p>										
Chute de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Non Vestas V47 660	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Base de données ARIA	-
<p>➤ N°43107 - 02/03/2007 - FRANCE - 50 - CLITOURPS <i>Une pale d'aérogénérateur se brise. Un débris long de 5 m est projeté dans un champ à 200 m du mât. Averti en fin de matinée par un riverain, le maire contacte l'exploitant du parc éolien dont les bureaux sont situés à Montpellier. Celui-ci dépêche sur site son agent de maintenance local afin d'arrêter l'éolienne endommagée qui a continué à fonctionner.</i></p>										
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non Siemens SWT 1.3	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Base de données ARIA	-
<p>➤ N°42896 - 11/10/2007 - FRANCE - 29 - PLOUVIEN <i>Dans la matinée, un chasseur traversant un parc d'aérogénérateurs découvre une pièce métallique de 50 cm de diamètre. Il alerte un voisin puis la gendarmerie en fin de journée. Il s'agit d'une trappe de visite de 50 cm de diamètre tombée de la nacelle d'une éolienne située 70 m plus haut. Celle-ci est mise à l'arrêt. L'exploitant identifie une défaillance de la charnière de la trappe et modifie l'ensemble des charnières du parc.</i></p>										
Emballement	10/03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non Wind-master 28	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
<p>➤ Accident N°34340 - 10/03/2008 à DINEAULT (29) <i>« L'une des 4 éoliennes installées depuis les années 2000 sur les hauteurs de Dinéault devient incontrôlable. Des coupures de courant dues à des vents de tempête soufflant à plus 100 km/h ont effectivement endommagé le dispositif d'arrêt automatique des pales prévu en cas de vents trop violents. Un bruit assourdissant est relevé, mais toute intervention humaine se révèle trop risquée tant que la tempête ne s'est pas calmée. En accord avec les services préfectoraux et la gendarmerie, la municipalité prend un arrêté pour établir un large périmètre de sécurité autour de l'installation et interdire les accès piéton et la circulation, aucune habitation n'étant implantée à proximité immédiate de ce site de production d'électricité. Chaque pale mesure 12,50 m, le risque redouté étant que l'une d'entre elles se détache et soit projetée au loin sous les bourrasques de vent. L'une de ces pales avait d'ailleurs commencé à se plier, risquant de frotter contre le mât. »</i></p>										
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraft (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
<p>➤ N°42884 - 04/04/2008 - FRANCE - 29 - PLOUGUIN <i>Dans l'après-midi, l'aile d'un bimoteur de tourisme léger heurte une pale d'éolienne. Aucun blessé n'est à déplorer. Le pilote, unique passager de l'appareil, réussit à atterrir sur l'aéroport de Brest-Guivapas et déclare l'incident aux autorités de l'aviation civile. Les gendarmes localisent l'éolienne et l'entreprise chargée de sa maintenance est contactée pour l'arrêter et pratiquer une expertise. Les mauvaises conditions météo (selon la préfecture, des "entrées maritimes" rendaient les conditions de vol difficile) ont conduit le pilote à voler au-dessous de l'altitude autorisée.</i></p>										
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui Gamesa G90	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Base de données ARIA	-
<p>➤ N°42904 - 19/07/2008 - FRANCE - 55 - ERIZE-LA-BRULEE <i>En fin d'après-midi, une trentaine de débris en fibre de verre est retrouvée au sol à 150 m d'un éolienne. Le maire prévient la préfecture de la Meuse et la Protection civile vers 19h15 et l'équipe de permanence de la société exploitant le parc arrête l'éolienne à 19h45. Les projectiles, dont le plus gros mesure 5 m de long et pèse 50 kg, proviennent de l'extrémité d'une pale touchée par la foudre.</i></p>										
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui Vestas V80 2.0	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Base de données ARIA	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
<p>➤ N°43109 - 21/08/2008 - FRANCE - 80 - VAUVILLERS <i>Un incendie se déclare dans la matinée sur des éléments électroniques dans la nacelle d'une éolienne. Par manque de combustible, les flammes s'éteignent avant l'arrivée des secours. L'éolienne dont le mât mesure 100 m de haut est détruite mais la vingtaine d'autres générateurs du parc continue à fonctionner sans incidence sur le réseau de distribution d'électricité.</i></p>										
Chute de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Non Neg Micon	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
<p>➤ Accident N°35814 - 26/01/2009 à CLASTRES (02) <i>« Deux techniciens sont électrisés vers 19 h lors de la maintenance de compteurs électriques implantés au 1er niveau d'une éolienne. Gravement brûlés au 3ème degré et sur plus de 50 % du corps, ils sont transportés à l'hôpital en ambulance escortée par la gendarmerie, l'hélicoptère des secours ne pouvant décoller en raison des conditions météorologiques. Les 2 employés portaient leur harnais de sécurité et les compteurs étaient accessibles par un escalier extérieur. Une enquête est effectuée pour déterminer les conditions de l'accident. »</i></p>										
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Base de données ARIA	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
<p>➤ N°42906 - 21/10/2009 - FRANCE - 85 - FROIDFOND</p> <p><i>Un feu se déclare vers 20 h sur l'une des 9 éoliennes de 2 MW d'un parc mis en service 3 ans plus tôt. Les aérogénérateurs sont mis à l'arrêt par le système de contrôle automatique. Les pompiers éteignent l'incendie à 23 h. L'exploitant précise dans un communiqué de presse qu'à l'exception de l'éolienne détruite, aucun autre dommage n'a été observé. Un court-circuit dans le transformateur sec embarqué en nacelle serait à l'origine du sinistre.</i></p>										
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui Vestas	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA	-
<p>➤ Accident N°37601 - 30/10/2009 à FREYSSNET (07)</p> <p><i>« Un feu se déclare vers 18h20 au sommet du rotor d'une éolienne de 70 m de haut, mise en service en 2005. Les secours n'engagent pas de moyens d'extinction mais mettent en place un périmètre de sécurité de 250 m et surveillent l'évolution du sinistre. Le matériel, en fibre de carbone et de verre, fond sous l'effet de la chaleur en dégageant de la fumée et en générant des nuisances olfactives perceptibles dans la vallée de l'Ouvèze. Devant le risque de détachement des pales, le lieu est sécurisé et la circulation interrompue sur la route proche pendant une semaine. Le réseau électrique de l'ensemble du parc éolien (5 aérogénérateurs) est coupé, empêchant le fonctionnement des signaux lumineux préventifs pour les avions. Selon l'exploitant, un court-circuit faisant suite à une opération de maintenance serait à l'origine du sinistre. »</i></p>										
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non Jeumont	Emballlement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Base de données ARIA	-
<p>➤ Accident N° 38999 – 19/09/2010 à Rochefort en Valdaire (26). <i>Vers 10 h un feu se déclare simultanément sur 2 éoliennes hautes de 45 m et distantes de 3 km. L'une se disloque et projette des débris entraînant 2 incendies de végétation sur 3 500 et 1 500 m². Les pompiers établissent un périmètre de sécurité et éteignent les flammes vers 11 h. Des techniciens de maintenance se rendent sur place. Selon les secours qui ont constaté de forts coups de vent ce jour-là, le dysfonctionnement des freins hydrauliques automatiques sur 2 éoliennes aurait conduit à leur emballlement et à l'incendie. Ce dispositif de sécurité a fonctionné correctement sur les 23 autres appareils du parc. La presse rapporte un incident avec projection de débris sur le même site le 22/12/04. Les pompiers font état d'un éloignement important des points d'eau (8km), de l'inadéquation de leurs moyens urbains ne permettant pas l'accès aux principaux éléments situés en hauteur et de la nécessité de procédures et de consignes opérationnelles adaptées à ce type d'installations</i> Les deux éoliennes se seraient emballées en raison de forts vents et suite à un dysfonctionnement du système de freinage, ce qui aurait entraîné une surchauffe à l'intérieur de la nacelle puis un départ de feu. Cet incident n'a engendré aucun dommage matériel (en dehors des éoliennes) ni humain. Les deux éoliennes endommagées, hautes de 45 mètres et distantes l'une de l'autre d'environ 3 km font partie du parc de Montjoyer-Rochefort équipé de 23 éoliennes de type J48/750 (Jeumont, 750 kW). Ce parc a été mis en service fin 2004. Un incident similaire s'était déjà produit sur ce parc en décembre 2004 (cf. ci-dessous accident de Montjoyer). Les éoliennes J48 ont été construites par Jeumont-Framatome (filiale d'AREVA). Il s'agit de machines d'ancienne génération de type <i>Stall</i> (freinage par décrochage aérodynamique) de technologie française. La production des J48/750 est aujourd'hui arrêtée.</p>										
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui Enercon E70 2.3 MW	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
<p>➤ Accident N° 39464 – 15/12/2010 à POUILLE-LES-COTEAUX (44) « A 10 h, un employé chargé de la maintenance d'une éolienne fait une chute de 3 m à l'intérieur de la nacelle, située à 98 m du sol. Le technicien est gravement blessé au dos mais ne présente ni fracture ni atteinte de la moelle épinière. Une équipe du GRIMP l'évacue par l'extérieur de l'éolienne et le transfère dans un hôpital à Nantes »</p>										

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Transport	10/02/2011	Non communiqué	Seine-Maritime	-	-	-	Lors du levage d'éléments d'éoliennes, 1 docker intérimaire est tué, écrasé entre 2 pylônes.	Non précisée	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau. Aucun blessé.		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	04/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non Jeumont	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Base de données ARIA	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DÉPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DÉGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
<p>➤ Accident N°41578 - 04/01/2012 - FRANCE - 62 - WIDEHEM</p> <p>Alors que le vent souffle en rafales à plus de 100 km/h, les 6 éoliennes d'un parc se mettent en arrêt de sécurité vers 20h50. Sur l'une d'elles, une pale se disloque, percute le mât puis une seconde pale. Des débris sont projetés à 160° jusqu'à 380 m sur 4,3 ha. Des usagers de l'A16 voisine signalent l'accident à l'aube. Sur place à 8h30, la force publique met en place un périmètre de sécurité. La vitesse sur l'autoroute est localement réduite à 90 km/h. La dépose des pales endommagées débute le 09/01. Les 5,4 t de déchets industriels banals, soit 35 m³, sont éliminées par la filière adaptée.</p> <p>Un arrêté préfectoral impose le maintien à l'arrêt des installations dans l'attente d'une réparation et d'essais confirmant leur sécurité. Les pertes matérielles sont estimées à 800 kEuros. Le manque à gagner se monte à 20 kEuros par semaine d'arrêt. Juste avant l'accident, une perte d'alimentation sur le réseau 20 kV pendant 300 ms a provoqué l'indisponibilité prolongée du poste source alimentant le site. Cette coupure électrique a déclenché la mise en sécurité passive des éoliennes (ouverture des électrovannes commandant le circuit hydraulique de freinage). Selon l'exploitant, les violentes rafales instantanées (150 km/h) enregistrées le 3/01 ont pu endommager la pale en générant des efforts excédant les valeurs admissibles. Les fortes contraintes mécaniques lors de l'arrêt brutal de la rotation auraient alors déclenché sa dislocation. L'intrados de la pale se serait séparé de l'extrados avant de percuter le mât puis l'autre pale. L'éolienne détruite était également la seule du parc dépourvue de dispositif de ralentissement aérodynamique en bout de pale actionné par la force centrifuge. Elle en sera désormais équipée. Ce système protège mécaniquement les pales en réduisant la vitesse de rotation avant l'activation du frein hydraulique. Suite à l'accident, la vitesse de bridage des éoliennes est par ailleurs temporairement abaissée de 25 à 19 m/s. Ce modèle d'éolienne installé au début des années 2000 est impliqué dans au moins 2 autres accidents (ARIA 29385 et 38999).</p>										
Maintenance	06/02/2012	Lehaucourt-Gricourt	Aisne	2	2008	Oui Vestas V80 2 MW	Lors d'une opération de maintenance dans la nacelle, un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un gravement et l'autre légèrement.	Non précisée	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
<p>➤ Accident N°41628 - 06/02/2012 - FRANCE - 02 - LEHAUCOURT</p> <p>Vers 11 h au cours d'une opération de maintenance dans la nacelle d'une éolienne de 100 m de hauteur, un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un gravement (brûlures aux mains et au visage) et l'autre légèrement (brûlures aux mains). Les 2 victimes descendent par leurs propres moyens. Les pompiers hospitalisent l'employé le plus gravement atteint et s'assurent qu'il n'y a plus de risque dans la nacelle. Le maire s'est rendu sur place. La gendarmerie et l'inspection du travail effectuent des enquêtes. Les victimes portaient leurs EPI lors des faits. Un accident similaire s'était produit en 2009 (ARIA 35814).</p>										
Rupture de pale	11/04/2012	Corbières-Maritimes	Aude	0,66	2000	Non	Projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Foudre	Base de données ARIA	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
<p>➤ N°43841 - 11/04/2012 - FRANCE - 11 - SIGEAN</p> <p>Une éolienne se met en arrêt automatique suite à l'apparition d'un défaut à 10 h. Des agents de maintenance la réarment à 12h14. Un défaut de vibration apparaît 11 minutes plus tard. Sur place, les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place et l'éolienne est mise en sécurité (pales en drapeau). Au moment de l'accident, la vitesse du vent était de 10 à 12 m/s. L'inspection des installations classées a été informée. L'expertise d'assurance attribue l'accident à un impact de foudre sur l'éolienne. Un an plus tard, celle-ci est toujours arrêtée.</p>										
Chute de pale	18/05/2012	Chemin d'Ablis	Eure-et-Loir	2	2008	Oui Repower MM92 2.0	Une des trois pales de l'éolienne s'est décrochée. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Rupture du roulement qui raccordait la pale au rotor. Présence de traces de corrosion.	Base de données ARIA	-
<p>➤ Accident N°42919 - 18/05/2012 - FRANCE - 28 - FRESNAY-L'EVEQUE</p> <p>Dans un parc de 26 éoliennes de 2 MW mis en service en 4 ans plus tôt, la détection vers 3 h par le système de supervision d'une oscillation anormale d'un aérogénérateur provoque sa mise à l'arrêt. L'équipe de maintenance d'astreinte constate à 8 h la chute d'une pale (9 t, 46 m) au pied de l'installation et la rupture du roulement qui raccordait la pale au hub. Le pied de mat se situe à 190 m de la D389 et à 400 m de l'A10. L'inspection des installations classées se rend sur place le 23/08. L'analyse des relevés des capteurs et des compte-rendus d'entretien ne révèle aucune anomalie ni signe précurseur (contraintes anormales qui auraient pu endommager le roulement, vibration suspecte avant la rupture, différence d'orientation des pales, défaut d'aspect visuel lors des contrôles...). Des traces de corrosion sont détectées dans les trous d'alésages traversant une des bagues du roulement reliant pale et hub. Selon le fabricant, cette corrosion proviendrait des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement. L'installation est remise en service fin octobre après remplacement de la pale endommagée et mise en place de nouveaux roulements possédant une protection contre la corrosion. L'exploitant met en place une détection visuelle de la corrosion dans les alésages, qu'il prévoit de remplacer à terme par un procédé instrumenté conçu spécifiquement.</p>										
Effondrement	30/05/2012	Corbières-Maritimes	Aude	0,2	1991	Non Vestas V25 200	Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut.	Tempête	Base de données ARIA	-
<p>➤ Accident N°43110 - 30/05/2012 - FRANCE - 11 - PORT-LA-NOUVELLE</p> <p>Un promeneur signale à 7h30 la chute d'une éolienne. Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut. Construit en 1991, l'aérogénérateur de 200 kW faisait partie des premières installations de ce type en France. Il était à l'arrêt pour réparations au moment des faits. Le site, ouvert au public, est sécurisé.</p>										

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Rupture de pale	01/11/2012	Rézentières - Vieillespessè	Cantal	2,5	2011	Oui Nordex N90 2.5	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât.	Non précisée	Base de données ARIA	-
<p>➤ Accident N°43120 - 01/11/2012 - FRANCE - 15 - VIEILLESPESSÈ <i>Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât, à l'intérieur de la parcelle clôturée du parc de 4 aérogénérateurs de 2,5 MW mis en service en 2011.</i></p>										
Incendie	05/11/2012	Corbières-Maritimes	Aude	0,66	2000	Non Vestas V47 660	L'incendie s'est déclaré en partie basse de l'éolienne. Les flammes ont ensuite atteint la nacelle.	Non précisée	Base de données ARIA	-
<p>➤ Accident N°43228 - 05/11/2012 - FRANCE - 11 - SIGEAN <i>Un feu se déclare vers 17 h sur une éolienne de 660 kW au sein d'un parc éolien ; un voisin donne l'alerte à 17h30. Des projections incandescentes enflamment 80 m² de garrigue environnante. Les pompiers éteignent l'incendie vers 21h30. L'exploitant met en place un balisage de sécurité à l'aube le lendemain. A la suite de la chute d'une pale à 15h20, un gardiennage 24 h / 24 est mis en place. Le 08/11, la municipalité interdit par arrêté l'accès au chemin menant à l'éolienne. Le feu s'est déclaré en partie basse de l'éolienne (transformateur ou armoire basse tension). Les flammes ont ensuite atteint la nacelle, sans doute en se propageant le long des câbles électriques (non résistants au feu) à l'intérieur du mât. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied pourrait avoir agi comme circonstance aggravante. Cet accident met en lumière la nécessité tenue au feu des câbles, les possibilités de sur accident (propagation de l'incendie à la végétation environnante, chute de pale) et des pistes d'amélioration dans la détection et la localisation des incendies d'éoliennes, ainsi que dans la réduction des délais d'intervention.</i></p>										
Chute de pale	06/03/2013	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non Jeumont J48 750	Une des trois pales de l'éolienne s'est décrochée. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Problème de fixation de la pale.	Base de données ARIA	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
<p>➤ N°43576 - 06/03/2013 - FRANCE - 11 - CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE</p> <p><i>A la suite d'un défaut de vibration détecté à 19h05, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain à 9 h, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât. L'éolienne est mise en sécurité (2 pales restantes mises en drapeau, blocage du rotor, inspection du moyeu). Un périmètre de sécurité de 30 m est établi au pied de l'éolienne et la municipalité interdit l'accès à la zone. L'accident est déclaré à l'inspection des installations classées 48 h plus tard. L'une des pales de cette éolienne avait déjà connu un problème de fixation en novembre 2011. Les fixations de cette pale au moyeu avaient été remplacées et le serrage des vis des 2 autres avait été contrôlé en avril 2012. La veille du défaut de vibration, la machine s'était arrêtée après la détection d'un échauffement du frein et d'une vitesse de rotation excessive de la génératrice. Un technicien l'avait remise en service le matin même de l'accident sans avoir constaté de défaut.</i></p>										
Incendie	17/03/2013	Fère-Champenoise-Euvy-Corroy	Marne	2,5	2011	Oui GE 100 2.5	L'incendie s'est déclaré dans la nacelle de l'éolienne. L'incendie a entraîné la chute d'une des trois pales.	Non communiquée	Base de données ARIA	-
<p>➤ N°43630 - 17/03/2013 - FRANCE - 51 - EUVY</p> <p><i>Des usagers de la N4 signalent vers 15h30 un feu dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant arrête 7 des 18 aérogénérateurs du parc. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. Des pompiers spécialisés dans l'intervention en milieux périlleux éteignent le feu en 1 h. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols. Les maires des communes voisines se sont rendus sur place. Au moment du départ de feu, le vent soufflait à 11 m/s. La puissance de l'éolienne était proche de sa puissance nominale. La gendarmerie évoque une défaillance électrique après avoir écarté la malveillance. Le parc, mis en service en 2011, avait déjà connu un incendie quelques mois plus tôt selon la presse. Les 18 machines sont inspectées. A la suite de l'accident, l'exploitant et la société chargée de la maintenance étudient la possibilité d'installer des détecteurs de fumées dans les éoliennes</i></p>										
Foudre	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	07			Oui Enercon E44 900	Pale déchirée par la foudre	Foudre	Base de données ARIA	
<p>➤ N°45016 - 20/06/2013 - FRANCE - 07 - LABASTIDE-SUR-BESORGUES</p> <p><i>Un impact de foudre endommage vers 15h30 une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées. L'éolienne est mise en sécurité et un périmètre de sécurité est établi. La municipalité, l'aviation civile (défaut de balisage), les services de l'électricité et du téléphone, la société en charge de la maintenance et l'inspection des installations classées sont informés. L'impact enregistré le plus proche de l'éolienne au moment de l'orage est donné avec une intensité de 94 kA. L'exploitant change les 3 pales et redémarre l'éolienne le 02/08/13. Le fabricant de l'éolienne indique que ce type d'incident est exceptionnel (incursion d'un arc électrique dans la pale conduisant à une montée en pression de l'air intérieur), aucune dérive fonctionnelle du système parafoudre n'ont été trouvées.</i></p>										

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Maintenance	01/07/2013	Haut-Languedoc	Hérault	1,3	2006	Non Siemens SWT62	Un opérateur remplissant un réservoir d'azote sous pression dans une éolienne est blessé par la projection d'un équipement.	Erreur de maintenance	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
<p>➤ N°44150 - 01/07/2013 - FRANCE - 34 - CAMBON-ET-SALVERGUES</p> <p><i>Au cours d'une opération de maintenance dans le hub d'une éolienne (nez qui sert de local technique), un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient. L'intervention porte sur l'appoint en azote d'un accumulateur sous pression. Cet accumulateur est un cylindre de 10 L comportant deux compartiments : l'un contient de l'huile reliée au circuit hydraulique des pales de l'éolienne et l'autre de l'azote sous environ 100 bar de pression. Alors qu'il a terminé l'opération de remplissage du compartiment azote, pour laquelle il a positionné un outillage spécifique sur un raccord de l'accumulateur, le technicien de maintenance dévisse la vanne d'isolement de l'accumulateur, au lieu de l'embout de l'outillage. Une dépressurisation brutale de l'azote se produit, projetant une partie de la vanne au visage de l'opérateur ce qui lui brise le nez et plusieurs dents. L'inhalation du gaz provoque également un décollement de l'œsophage. L'opérateur est aidé par un collègue pour descendre de la nacelle puis hospitalisé. La gendarmerie place l'accumulateur de gaz sous scellé pour expertise. Le risque que représente le dévissage de cette vanne d'isolement alors que l'accumulateur contient du gaz sous pression a été identifié par le fabricant. La parade de conception mise en œuvre consiste à réaliser sur la visserie de la vanne une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace liée à l'échappement du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total de la vanne et son éventuelle projection. L'analyse de l'exploitant lui permet de réaliser les constats suivants : le dispositif d'alerte (perforation de la visserie) de l'accumulateur sur lequel s'est produit l'accident était opérationnel cependant la procédure d'intervention ne mentionnait ni l'existence, ni la signification de ce signal d'alerte. L'expertise réalisée sur l'équipement ne fait ressortir aucun constat de dégradation du matériel. Les causes de cet accident semblent donc directement liées des défaillances organisationnelles : la conscience des risques associés aux interventions sur des équipements sous pression, la formation de l'intervenant à sa tâche pression et les procédures opérationnelles n'étaient pas suffisamment robustes. Suite à cet accident l'exploitant modifie ses procédures de maintenance et renforce la formation des techniciens sur les aspects risques. Pour l'heure, il suspend les opérations de remplissage des accumulateurs dans les hub d'éolienne et fait réaliser cette opération en atelier. Une modification des accumulateurs est également envisagée pour utiliser des modèles avec vanne intégrée.</i></p>										
Maintenance	03/08/2013	Moréac	Morbihan	0,04	2000	Non	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique.	Erreur de maintenance	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Incendie	09/01/2014	Vent de Thiérache 02	Ardenne s	2,5	2013	Oui Nordex N100 2.5	L'incendie s'est déclaré dans la tour de l'éolienne, au niveau des câbles de puissance puis s'est propagé le long du mât pour atteindre la nacelle qui a pris feu.	Défaillance électrique	Base de données ARIA	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
<p>➤ N°44831 - 09/01/2014 - FRANCE - 08 - ANTHENY <i>Un feu se déclare vers 18 h au niveau de la partie moteur d'une éolienne de 2,5 MW. Le parc éolien est isolé électriquement. Un périmètre de sécurité de 300 m est instauré. Le feu s'éteint de lui-même vers 20 h. La nacelle est détruite, le rotor est intact. Le balisage aéronautique de la machine étant hors-service, les services de l'aviation civile sont alertés. La presse évoque un incident électrique pour expliquer le départ de feu. L'éolienne sinistrée est démantelée le 17/06 par basculement à l'explosif. Cette opération nécessite la mise en place d'un périmètre de sécurité d'un kilomètre.</i></p>										
Chute de pale	20/01/2014	Corbières-Maritimes	Aude	0,660	2000	Non Vestas V39	Une des trois pales de l'éolienne s'est décrochée. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Problème de fixation de la pale.	Base de données ARIA	-
<p>➤ N°44870 - 20/01/2014 - FRANCE - 11 - SIGEAN <i>Une des éoliennes d'un parc s'arrête automatiquement à 3h09 à la suite d'un défaut "vibration". Sur place à 9h30, les techniciens de maintenance (assurée par le fabricant des éoliennes) retrouvent une pale de 20 m au pied du mât. Les 2 autres pales sont toujours en place. Un périmètre de sécurité de 100 m est établi autour de l'éolienne et surveillé par une société de gardiennage pour éviter l'intrusion de tiers. L'ensemble des machines du parc est mis à l'arrêt pour inspection puis redémarré, à l'exception de l'éolienne endommagée dont la pale sera remplacée. L'exploitant informe l'inspection des installations classées ainsi que la mairie et déclare le sinistre auprès de ses assureurs dans l'après-midi. Le morceau de pale détaché est évacué du site en vue d'une expertise. Lors de l'accident le vent soufflait entre 18 m/s et 22 m/s. L'expertise identifie la cause directe de la chute de la pale : des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée "alu ring", située à la base de la pale. Cette pièce sert de jonction entre la pale en fibre de verre et le moyeu métallique. Toutes les éoliennes du parc, sauf une, sont équipées de cette pièce. Avant remise en service du parc (qui avait été mis à l'arrêt suite à l'incident), des contrôles ultrasonores sont réalisées sur l'ensemble des pièces "alu ring". 2 pales sont maintenues à l'arrêt à cause de la découverte d'une fissuration avancée de cette pièce. L'exploitant prévoit le remplacement, d'ici fin 2014, des pales des éoliennes à l'arrêt par des pièces faisant l'objet d'un nouveau design. Les autres feront l'objet d'un contrôle périodique afin de suivre l'évolution des fissures et de pouvoir programmer, le cas échéant, le remplacement ou la réparation des pales défectueuses.</i></p>										
Chute de pale	14/11/2014	St-Cirgues-en-Montagne	07			Oui Servion MM82	Chute d'une pale lors d'un orage. Débris projetés à 150 m	Expertise	Base de données ARIA	
<p>➤ N°45960 - 14/11/2014 - FRANCE - 07 - SAINT-CIRGUES-EN-MONTAGNE <i>La pale d'une éolienne chute vers 15h10 lors d'un orage. Des rafales de vent atteignent les 130 km/h. L'élément principal chute au pied de l'éolienne, mais certains débris sont projetés à 150 m. Les secours établissent un périmètre de sécurité et ferment la voie d'accès. L'exploitant sécurise la pale endommagée et bloque la rotation de la nacelle. L'installation est expertisée et les 8 autres éoliennes du parc sont inspectées.</i></p>										
Projection d'élément	05/12/2014	Fitou	11			Non Nordex N60 1.3	Extrémité d'une pale projetée à 80 m	Décollement de fibre de verre	Base de données ARIA	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
<p>➤ N°46030 - 05/12/2014 - FRANCE - 11 - FITOU A leur arrivée dans un parc éolien, des techniciens de maintenance constatent que l'extrémité d'une pale d'une éolienne est au sol. Il s'agit d'une des 2 parties de l'aérofrein de la pale. Cette partie, en fibre de verre, mesure 3 m de long. Elle est retrouvée à 80 m du mât. La seconde partie de l'aérofrein constitue sa partie mécanique interne. Ces éléments là sont encore en place sur la pale. L'éolienne est arrêtée et mise en sécurité, la pale endommagée vers le bas. L'exploitant effectue une inspection visuelle des pales des 8 autres éoliennes du parc. En première approche, l'exploitant attribue l'incident à une défaillance matérielle ou à un décollement sur les plaques en fibre de verre. Les morceaux récupérés au sol sont envoyés au centre de maintenance de l'exploitant pour expertise.</p>										
Incendie	29/01/2015	Remigny	02			Oui Siemens SWT 2.3	Incendie en phase de test avant mise en service	Défaut d'isolation	Base de données ARIA	Phase de test
<p>➤ N°46304 - 29/01/2015 - FRANCE - 02 - REMIGNY A 6h25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée. Sur place à 7h30, des employés constatent la présence de flammes et de fumée. Ils alertent les pompiers. A cause des fumées, ces derniers ne parviennent pas à approcher de la source de l'incendie. Ils doivent attendre leur dissipation. A 9h20 ils réussissent à progresser dans l'éolienne et éteignent l'incendie. Les dommages matériels sont estimés à 150 ke. Les 1 500 l d'eau utilisés pour le nettoyage sont pompés. Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie. L'éolienne n'était pas encore en exploitation, mais en phase de test. L'exploitant prévoit de tester la qualité de l'isolation de tous les câbles de puissance avant la mise en service. Il prévoit également de réaliser des mesures thermiques sur tous les câbles de puissance à 80% de leur charge nominale.</p>										
Incendie	06/02/2015	Lusseray	79			Enercon E82	Départ de feu dans une armoire électrique	Court-circuit pendant maintenance	Base de données ARIA	Maintenance
<p>➤ N°46237 - 06/02/2015 - FRANCE - 79 - LUSSERAY Vers 15h30, un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations</p>										

Annexe 5 : Scénarios génériques 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 VII.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 (« 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).

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.

Note : Si les enjeux principaux seront principalement humains, il conviendra d'évoquer les enjeux matériels, avec la présence éventuelle d'éléments internes au parc éolien (poste de livraisons, sous-stations), ou extérieurs sous le surplomb de la machine.

Scénario G02

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d'éventuels redémarrages 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.

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
- 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'emballlement 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 dangers une description des protocoles qui seront mis en place en cas de pertes d'utilités.

Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

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

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

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.

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

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

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

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

Si l'éolienne est en fonctionnement la zone d'effet sera déterminée en fonction de l'étude balistique et du site.

L'emballlement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballlement 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, emballlement 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.

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, ...

Annexe 6 : Certificat de conformité à la norme IEC 61 400-1

Clarification de la certification de la 3.4M140 pour instruction de demande
d'autorisation ICPE

Paris 10 Février 2016

Madame, Monsieur

Nous certifions par la présente que l'éolienne Senvion 3.4M140 est en cours de développement suivant les principes des normes CEI 61400. Son design respectera entre autre les recommandations de la norme CEI 61400-1 qui sont demandés par l'arrêté ICPE du Arrêté du 26 août 2011.

Le développement 3.4M140 prévoit un premier prototype courant 2017. Le certificat de conformité de design à la norme CEI 61400-1 sera obtenu courant 2017 – 2018, et le certificat type suivant la CEI61400-22 devrait être disponible fin 2018. Ce certificat inclura la vérification de conformité à la CEI 61400-1.

La certification CEI sera obtenue pour les sites de vent de classe 3a et pour les conditions décrites dans le document SD-3.20-WT.SC.00-A-A-EN que nous mettons en Annexe de ce document.

Cordialement,

Ghislain BEHAGHEL
Directeur Ingénierie Projet
Senvion France SAS





Standard Conditions of Use

[3.4M140/IEC/50Hz]

Sales Document

Disclaimer [European Market]

Senvion GmbH
Überseering 10
D-22297 Hamburg
Germany

Phone: +49 - 40 - 5555090 - 0
Fax: +49 - 40 - 5555090 - 3999

www.senvion.com

Copyright © 2015 Senvion GmbH

All rights reserved.

Protection Notice DIN ISO 16016: The reproduction, distribution and use of this document as well as the communication of its contents to others without explicit authorization in writing by Senvion GmbH is strictly prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. Furthermore, all rights reserved in the event of the grant of a patent or industrial design. Please ensure the latest versions of the applicable specifications are used. Images do not necessarily reflect the exact scope of supply, specifications, size or materials and are subject to technical alterations at any time. Please note that this document may not correspond with project-specific requirements.

Possible work procedures described in this product description comply with German, and Senvion's, safety provisions and regulations. The laws of other countries may provide for additional safety specifications.

It is essential that all safety measures, both project- and country-specific, be strictly complied with. It is the duty of each customer to inform itself, implement and comply with these measures.

The applicability and validity of relevant legal and/or contractual provisions, technical guidelines, DIN standards and other comparable regulations are not excluded by the content or examples contained in this product description. Moreover, such contractual provisions and regulations shall continue to apply without any limitation.

All information contained in this product description is subject to change at any time without notice to, or approval by, the customer. Senvion GmbH and/or its affiliates assume no liability for any errors or omissions in the content of this product description. Legal claims against Senvion GmbH and/or its affiliates based on damage or injury caused by the use or non-use of the information included herein or the use of erroneous or incomplete information are excluded.

Although Senvion GmbH strives to provide information which is accurate and makes this information available to customers in good faith, no representation or warranty is made or guarantee given as to its accuracy or completeness. The sole applicable warranties in respect of the products described herein shall be those provided in a contract executed by an authorized representative of Senvion GmbH. EXCEPT AS PROVIDED IN SUCH EXECUTED CONTRACT, Senvion MAKES NO WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, AS TO THE PRODUCT SPECIFICATIONS, PRODUCT DESCRIPTIONS OR THE PRODUCTS HEREIN DESCRIBED. TO THE EXTENT PERMITTED BY LAW, Senvion EXPRESSLY DISCLAIMS ALL IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, TITLE AND NONINFRINGEMENT.

All brands, trade-marks or product names mentioned in this document are the exclusive property of their respective owners.

Table of contents

1	Standard Conditions of Use	5
1.1	Design Condition	5
1.2	Tolerated Climatic Conditions	5
1.3	General Conditions	5
2	Quality Requirements on the Grid Connection Point	7

Applicable Documents

The documents referred to in the table below are included for information only. Reference to them in this document does not make them part of the contract.

Title	Document-No.
Product Description Senvion 3.4M140 [50Hz]	PD-3.20-WT.WT.01-A*-EN
Measures in case of ice accretion	T-0.0-SL.ST.01-A* -EN

* If the products referred to in the table above are to be included within the project, the relevant product descriptions in their current version will be amended to the contract.

List of Abbreviations and Units

Abbreviations/Units	Description
WTG	Wind Turbine Generator

1 Standard Conditions of Use

The data below shows the Standard Conditions of Use of the Senvion 3.4M140. Only after a project-specific check and explicit, written approval by Senvion, the wind turbine generator (WTG) can also be installed and operated on sites that differ from the standard defined in this document.

1.1 Design Condition

Design conditions		
Cut-in wind speed v_{in} [m/s]	3.0	
Rated wind speed v_r [m/s]	11.0	
Cut-out wind speed v_{out} [m/s]	22.0	
Tower type	Tubular steel tower	Hybrid tower
Hub height ¹ [m]	110	130
IEC class ²	IEC IIIA	IEC IIIA
Rated power ³ [kW]	3,400	3,400

1.2 Tolerated Climatic Conditions

Tolerated climatic conditions		
Calculated lifetime [y]	25	
Ambient temperature range for Operation [°C]	-20 to +40 ⁴	
Ambient temperature range for structure design [°C]	-20 to +50 ⁵	
Hub height ¹ [m]	110	130
IEC class ²	IEC IIIA	IEC IIIA
Annual average wind speed V_{ave} (10 min) [m/s]	7.5	7.5
Reference wind speed V_{ref} (10 min) [m/s]	37.5	37.5
50 year extreme wind speed V_{e50} (3 s) [m/s] ⁶	52.5	52.5
Annual wind speed V_1 (10 min) [m/s]	30.0	30.0
Category of turbulence characteristic ⁷	A	

1.3 General Conditions

General conditions	
Distances between WTGs in wind farms	A minimum distance of 5 rotor diameters (700 m) between turbines should generally be observed.
Wind distribution	Rayleigh distribution, Weibull Parameter $k = 2$
Maximum slope within an area of 100 meters [°] (%)	10 (17.6)
Max. installation altitude over sea level ⁴ [m]	2,000 - hub height
Maximum medial vertical wind shear coefficient	0.2
Roughness class (Roughness length [m])	2.5 (0.2)
Air density [kg/m ³] ⁸	1.225

NOTE 1. Depending on the foundation design.

NOTE 2. International Standard 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: “Design Requirements, Third edition, 2005-08 and amendment 1:2010” “Wind turbines – Part 1: Design requirements”.

NOTE 3. The value corresponds to an electrical power at LV-side of the of the transformer and does include transformer losses.

NOTE 4. For installation altitudes over 1,000 m the maximum operating temperature decreases by 0.5 °C per 100 m. For temperatures below -20 °C the WTG will shut down from operation and will restart at -15 °C. A cut-off at temperatures between -20 °C and approx. +3 °C can occur due to safety reasons because of the detection of ice. See current Specification “Measures_by_Icing [3.XM]” regarding the measurements for icing detection.

NOTE 5. Temperature can fall below the minimum temperature of structural design of -20 °C down to minimum ambient temperature of -30 °C provided that this situation does not occur more often than 9 days/year in a long term average, as specified in „GL Guideline for the Certification of Wind Turbines, Edition 2003, paragraph 4.4.5.(1)“.

NOTE 6. Informative value not covered by the guideline.

NOTE 7. “A” designates the category for higher turbulence characteristics; “B” designates the category for medium turbulence characteristics; “C” designates the category for lower turbulence characteristic.

NOTE 8. Standard air density: 1.225 kg/m³ by temperature 15 °C at hub height and air pressure 1013 hPa.

2 Quality Requirements on the Grid Connection Point

The requirements on the quality of the electrical parameters of the grid connection point to be provided by the customer must at least correspond to EN 50160:2007 "Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks" in its current version. This standard specifies the minimum limits and reference values for the supply voltage to be expected at the connection points at public low-voltage and medium-voltage systems.

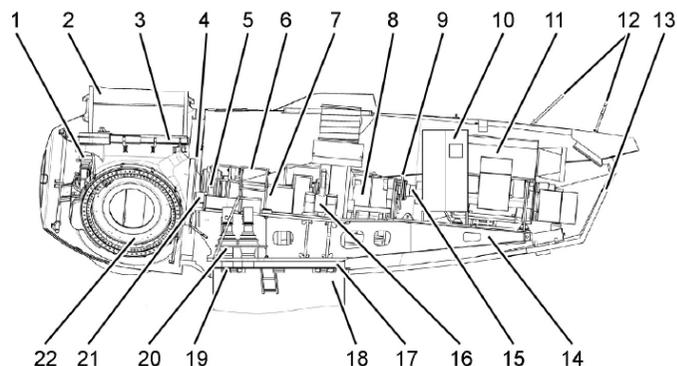
According to IEC 61400-1 in its current version, long-term grid failures may occur no more than 20 times a year for a maximum duration of 6 h and once a year for a maximum duration of 1 week.

If the specified limits and reference values cannot be met at the grid connection point, the customer is obliged to inform Senvion of this in time in writing and to take appropriate measures to protect the wind turbine in consultation with Senvion.

Annexe 7 : Découpage fonctionnel des éoliennes SENVION

PACKAGE DOCUMENTAIRE SENVION ICPE - ANNEXE 7

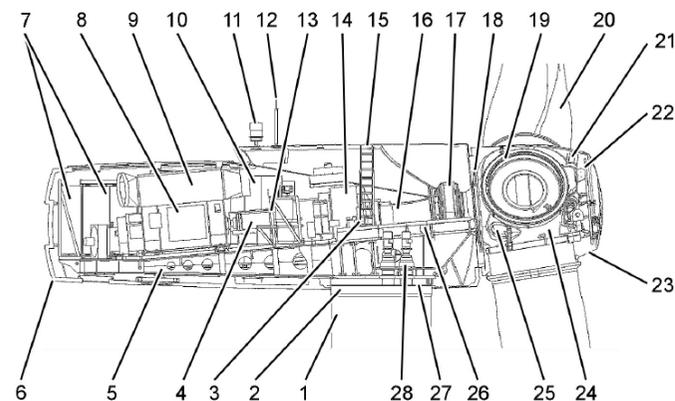
IV.4 Découpage fonctionnel de l'installation



III. 4.2 - 1: Aperçu des sous-ensembles

1	Réglage des pales	12	Mât météo
2	Pale du rotor	13	Habillage de la nacelle
3	Palier de pale du rotor	14	Support machine
4	Disque de blocage du rotor	15	Accouplement
5	Palier du rotor	16	Appui de moment
6	Porte de verrouillage du rotor	17	Palier azimutal
7	Arbre du rotor	18	Mât tubulaire
8	Multiplicateur	19	Frein azimutal
9	Frein de maintien du rotor	20	Moteur azimutal
10	Cabine de la nacelle	21	Blocage du rotor
11	Génératrice	22	Moyeu du rotor

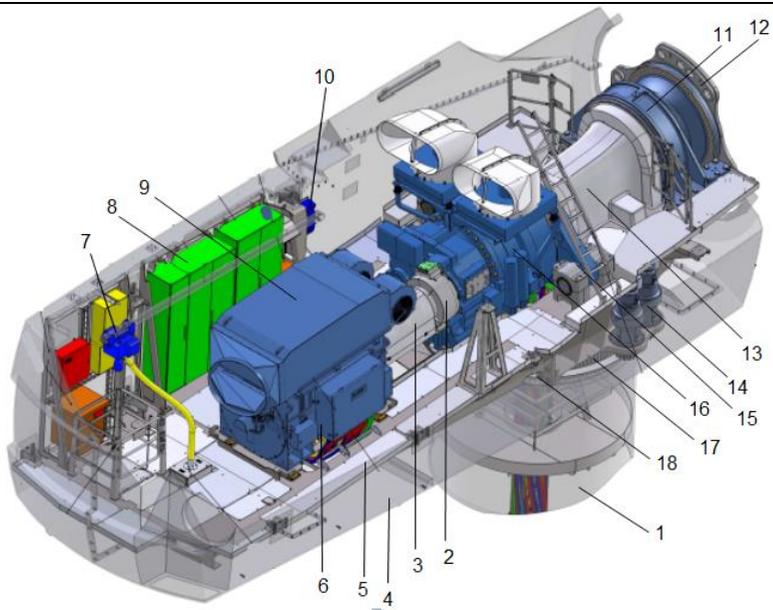
Vue générale d'une nacelle de MM



III. 4.3 - 1: Aperçu des sous-ensembles

1	Tour tubulaire	15	Trappe de toit
2	Roulement d'azimut	16	Arbre du rotor
3	Bras de réaction de couple	17	Roulement du rotor
4	Accouplement	18	Disque de blocage du rotor
5	Châssis de la nacelle	19	Roulement de pale du rotor
6	Carrénage de la nacelle	20	Pale
7	Convertisseur	21	Système de pitch
8	Génératrice	22	Support du spinner
9	Refroidisseur de génératrice	23	Spinner
10	Topbox	24	Moyeu
11	Feu d'obstacle	25	Accès moyeu
12	Capteur à ultrasons	26	Blocage du rotor
13	Frein de rotor	27	Frein d'azimut
14	Multiplicateur	28	Entraînement d'azimut

Vue générale d'une nacelle de 3.XM

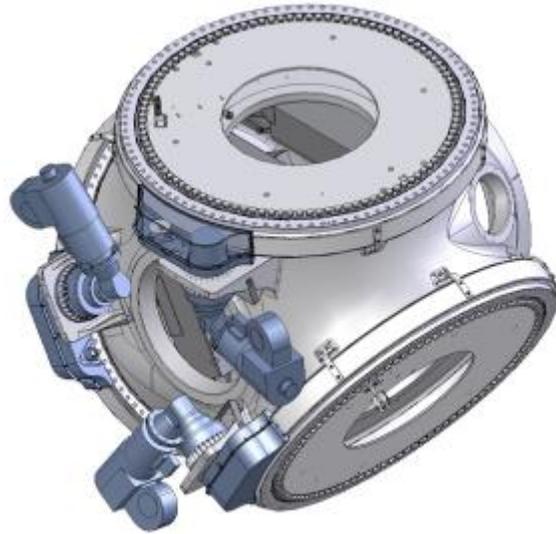


1	Tour tubulaire	10	Armoire de service
2	Frein de rotor	11	Roulement du rotor
3	Accouplement	12	Disque de blocage du rotor
4	Carrénage de la nacelle	13	Arbre du rotor
5	Châssis de la nacelle	14	Entraînement d'azimut
6	Génératrice	15	Bras de réaction de couple
7	Palan	16	Multiplicateur
8	Armoires de distribution	17	Roulement d'azimut
9	Refroidisseur de génératrice	18	Frein d'azimut

Vue générale d'une nacelle de 3.XM NES

Ensemble	Fonctions	Emplacement / limites
<p>Rotor (composé de 3 pales et du moyeu)</p>	<p>Le rotor se compose de trois pales bridées sur le moyeu du rotor via des paliers.</p> <p>Les pales, conçues pour allier solidité, légèreté, comportement aérodynamique et émissions acoustiques minimales utilisent une construction sandwich en matériau composite renforcé de fibres de verres.</p> <p>Elles font l'objet d'une certification-type selon le référentiel IEC 61400 incluant des tests exhaustifs visant à reproduire avec des facteurs de sécurité importants les contraintes statiques, dynamiques et les phénomènes de fatigue auxquels seront soumis les pales sur leur durée de vie (à titre indicatif, un test de fatigue de pale simule 17 fois la durée de vie, c'est-à-dire ~ 340 années de vie).</p>  <p>Leur revêtement résiste aux UV et protège des influences de l'humidité.</p> <p>Un système de captage de la foudre constitué d'un collecteur métallique associé à un câble électrique ou méplat courant à l'intérieur de la pale permet d'évacuer les courants de foudre vers le moyeu puis vers la tour, la fondation et le sol .</p> <p>Dans la plage des charges partielles, c'est-à-dire lorsque l'éolienne fonctionne en-dessous de la puissance nominale, l'éolienne tourne à angle de pale constant et à vitesse variable pour exploiter au mieux l'aérodynamique du rotor.</p> <p>Lorsque les conditions de vent permettent d'atteindre la plage de charge nominale, l'éolienne tourne à couple nominal constant. Les modifications de vitesse dues aux variations de la vitesse du vent sont compensées par l'adaptation de l'angle des pales (pitch).</p> <p>L'énergie éolienne produite par les fortes rafales est « stockée » en inertie par l'accélération du rotor et seulement convertie par la suite, en énergie électrique et envoyée au réseau,</p> <p>Ainsi, afin d'adapter l'éolienne aux conditions de vent, les pales pivotent autour de leur axe longitudinal grâce à des moteurs de réglage à courant continu tournant simultanément, ces moteurs agissant sur la denture extérieure du palier par l'intermédiaire d'un engrenage planétaire et d'un pignon.</p> <p>Les entraînements réglables sont munis de freins serrés par défaut d'énergie grâce à des</p>	<p>De dimension variable :</p> <p>82m pour MM82</p> <p>92.5m pour MM92</p> <p>100m pour MM100</p> <p>104m pour 3.4M104</p> <p>114m pour 3.2M114 et 3.4M114</p> <p>122m pour 3.0M122 et 3.2M122 NES</p> <p>126m et 152m pour 6.2M</p> <p>140m pour 3.4M140 NES</p>

ressorts et desserrés par un système électromagnétique. La synchronisation des pales se fait par un régulateur synchrone à action rapide.
Les jeux d'accumulateurs et l'amorçage sont installés dans le moyeu du rotor et isolés complètement, afin d'être protégés contre les intempéries.



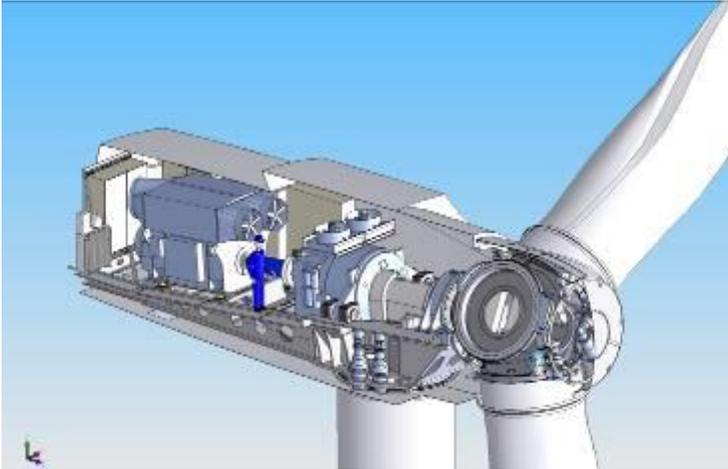
Afin de faciliter les travaux de maintenance sur le moyeu du rotor, celui-ci dispose d'un accès protégé à l'intérieur du carénage du moyeu (spinner) directement depuis l'intérieur de la nacelle.

Mise à part la fonction de régulation du couple au régime nominal, la deuxième fonction essentielle du réglage des pales est une **fonction de sécurité** puisqu'il sert **de frein primaire** à l'éolienne.

L'éolienne est en effet freinée par le réglage des pales du rotor en position de drapeau (frein primaire aérodynamique). Chacun des trois dispositifs de réglage sur la pale est entièrement indépendant. En cas de panne secteur, les moteurs sont alimentés par les jeux d'accumulateurs tournant avec les pales. Le réglage d'une seule pale de rotor est suffisant pour amener l'éolienne dans une plage de vitesse sûre. Ceci fournit un **système de sécurité triple et redondant**.

Le système de freinage primaire est en exécution "fail-safe" (technique à sécurité intégrée). Si un dysfonctionnement est détecté lors de la surveillance du système de freinage, alors l'éolienne est commutée en mode de sécurité.

Le frein de maintien du rotor, frein à disque situé sur l'arbre rapide, permet d'imposer un couple

	<p>de freinage supérieur au couple nominal de la machine et peut arrêter complètement le mouvement de rotation du rotor lorsqu'il est actionné. Il est déclenché par la chaîne de sécurité lors d'un arrêt d'urgence en sus du freinage aérodynamique par réglage des pales ou manuellement lorsque la machine est à l'arrêt.</p>	
<p>Nacelle</p>	<p>La nacelle contient la chaîne cinématique, la génératrice (qui convertit énergie mécanique en énergie électrique) ainsi que pour les aérogénérateurs 3.XM ou 6.2M le convertisseur de puissance (celui-ci étant pour les machines de la gamme 3.XM NES et MM localisé en pied de mât).</p>  <p><i>Exemple : nacelle de 3.XM</i></p> <p>La chaîne cinématique se compose de l'arbre du rotor, du disque de blocage du rotor, du palier du rotor et du multiplicateur. L'arbre du rotor est relié au moyeu en ajustement serré via une bride. Le disque de blocage du moteur permet d'immobiliser le rotor pour certains travaux de maintenance et pour garantir un accès sécurisé au moyeu du rotor</p> <p>Le palier du rotor, palier fixe, supporte les charges agissant sur le rotor et les transmet au support machine. Les blocages du rotor se trouvent dans les bases du palier du rotor. Le palier libre de l'arbre du rotor est intégré au multiplicateur.</p> <p>Le multiplicateur transmet la rotation lente de l'arbre du rotor (entrée) à l'arbre rapide (sortie). Le frein de maintien du rotor est monté sur l'arbre rapide à la sortie du multiplicateur (système de freinage mécanique).</p> <p>L'éolienne est équipée d'une génératrice à vitesse de rotation variable couplée à un</p>	

convertisseur de fréquence. La génératrice convertit l'énergie mécanique retirée au vent en énergie électrique. En liaison avec le réglage des pales, le fonctionnement à vitesse variable offre de très bons résultats en termes de production d'énergie, de rendement, de contraintes mécaniques et de qualité de la puissance débitée.

Pour les machines MM et 3.XM, le principe de fonctionnement de cette génératrice à vitesse de rotation variable est issu du concept de génératrice asynchrone à double alimentation couplée à un **convertisseur**. Ce système assure une puissance débitée continue dont la tension et la fréquence (définies par le réseau) sont indépendantes de la vitesse de rotation du rotor. La vitesse et la puissance sont constamment adaptées aux conditions du vent par le système de commande.

Pour la gamme MM, la génératrice et le convertisseur sont à une tension de 690V.

Pour la gamme 3.XM, la génératrice a une tension statorique de 950V et rotorique de 690V. Le convertisseur est à 690 V.

Pour les machines 3.XM NES, la génératrice est de type asynchrone à cage d'écureuil et couplée à un convertisseur pleine puissance situé en pied de mât. La génératrice et le convertisseur sont à une tension de 580V. Tous ces composants sont isolés électriquement au dessus des exigences des normes en vigueur.

La nacelle s'appuie sur un roulement à quatre points de contact, avec denture extérieure rotatif relié au mât. Le système d'orientation au vent de la nacelle, l'**azimut**, fonctionne selon la direction du vent dominante via des motoréducteurs alimentés par le réseau, les moteurs azimutaux.

Les mâchoires de freinage hydrauliques maintiennent la nacelle dans la direction du vent et protègent en mode de fonctionnement normal les moteurs azimutaux des sollicitations pouvant par exemple apparaître en cas de vent diagonal sur le rotor. De plus, les moteurs azimutaux sont munis de freins à actionnement par ressort qui peuvent être desserrés à la main pour des travaux de maintenance ou par voie électromagnétique.

Lors de la rotation de la nacelle, la pression des freins est réduite à un niveau inférieur, mais les freins ne sont pas ouverts entièrement. La pression résiduelle génère un moment de freinage constant, opposé au moment de lacet changeant de la nacelle. Ceci permet d'empêcher l'inversement de la denture d'entraînement et permet une orientation au vent à charges faibles. De plus, le disque de frein reste propre et rodé. Les freins activés par ressorts des moteurs azimutaux sont entièrement ouverts lors de la rotation de la nacelle. Un capteur électronique de la direction du vent et un logiciel approprié commandent les temps d'actionnement et le sens de rotation des moteurs azimutaux. Le système de commande assure également le déroulement automatique du câble en pivotant la nacelle quand l'éolienne a tourné plusieurs fois dans une même direction en suivant le vent.

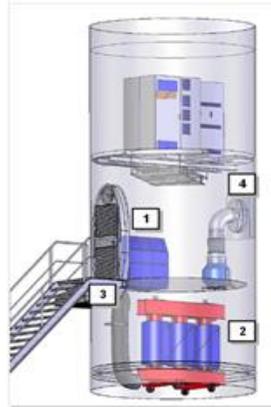
Le matériau utilisé pour l'habillage de la nacelle est un matériau synthétique renforcé en fibres de verre. Pour assurer des conditions optimales de maintenance et d'entretien, la nacelle a été généreusement dimensionnée. Les travaux de maintenance peuvent être exécutés lorsque la nacelle est fermée. L'entrée depuis le mât dans la nacelle se fait par une trappe dans le support machine. Pour atteindre les composants sous le support machine, une plateforme

	<p>d'entretien est installée dans le segment supérieur du mât. Tous les composants, tels que le système azimutal ou hydraulique, peuvent être pilotés par le système de commande dans la nacelle. Le système de commande est logé dans une armoire électrique en nacelle et peut être commandé via un écran tactile. Un écran tactile supplémentaire permet de commander l'exploitation depuis le pied du mât.</p> <p>Pour plus de sécurité, des boutons d'arrêt d'urgence sont installés à la fois en nacelle, et en pied de mât.</p> <p>Le système de commande prescrit des valeurs de consigne pour l'angle des pales du rotor et le couple de la génératrice. L'algorithme de réglage optimise le rendement énergétique sans soumettre l'éolienne à des contraintes dynamiques inutiles.</p> <p>Les données suivantes sont constamment contrôlées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tension, fréquence et position de phase du réseau - Vitesse de rotation du rotor, du multiplicateur, de la génératrice - Diverses températures - Secousses, vibrations, oscillations - Pression d'huile - Usure des garnitures de frein - Torsion des câbles - Données météorologiques <p>Les fonctions les plus critiques sont contrôlées de façon redondante et peuvent déclencher un arrêt d'urgence rapide de l'éolienne via une chaîne de sécurité à câblage direct, même sans système de commande ni alimentation électrique externe. Ceci signifie une sécurité maximale même en cas de problèmes tels qu'une panne de secteur, la foudre ou autres.</p> <p>Les données d'exploitation peuvent être consultées à distance, de sorte que l'exploitant aussi bien que l'équipe de maintenance dispose à tout moment de toutes les informations sur le statut de l'éolienne. Pour ceci, différents niveaux protégés par mot de passe sont réglés, permettant selon les droits d'accès correspondant de commander l'éolienne à distance.</p>	
<p>Poste de transformation</p>	<p>Il permet l'élévation en tension de l'énergie électrique produite par l'aérogénérateur. Il est composé d'un transformateur élévateur ainsi que d'une cellule de protection du transformateur et de cellules interrupteur-sectionneurs permettant de mettre hors tension les câbles HTA souterrains auxquels l'aérogénérateur est raccordé.</p> <p>Pour les éoliennes des gammes MM et 3.XM NES, ce poste de transformation peut-être situé soit en pied de mât, soit dans une cabine externe à côté de l'éolienne.</p> <p>Pour les éoliennes de la gamme 3.XM, seule une configuration poste de transformation interne est possible.</p> <p>Dans les configurations poste de transformation interne, les transformateurs utilisés sont des</p>	<p>Positionné à l'intérieur ou à l'extérieur du pied de mât pour les machines MM et 3.XM NES.</p> <p>Positionné à l'intérieur du pied de mât pour les machines 3.XM.</p> <p>Positionné en nacelle pour les machines 6.2M</p>

transformateurs secs afin d'éviter la présence d'huile et les risques d'incendie associés.

Internal Transformer System (ITS)

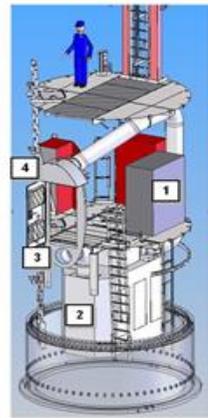
Design of MM-series



- 1 Switchgear
- 2 Transformer
- 3 Supply air transformer
- 4 Exhaust air transformer

Internal Transformer System (ITS)

Design of 3.XM-series



- 1 Switchgear
- 2 Enclosed Transformer
- 3 Supply air transformer
- 4 Exhaust air transformer

<p>Mât</p>	<p>Le mât se présente sous la forme d'une tour conique en acier, composée de trois à cinq segments selon la hauteur du moyeu. L'accès au mât se fait par une porte verrouillable dans le pied du mât. À l'intérieur du mât, il est possible de monter dans la nacelle à l'abri des intempéries avec un ascenseur (facultatif) ou une échelle avec système antichute. Des plates-formes fermées par des trappes se trouvent aux passages des segments du mât.</p> <p>Le mât est doté d'un dispositif d'éclairage assurant un éclairage intégral des plates-formes et de la montée. En cas de coupure d'électricité, l'éolienne est également dotée d'un système d'éclairage d'urgence alimenté par batteries, afin de garantir une évacuation sans danger de l'éolienne.</p> <p>Pour les machines dont l'axe de rotation du rotor dépasse les 120m (par exemple pour la 3.4M114 HH 123m ou la 3.4M140 NES HH130m), le mât est constitué en partie basse d'une structure en béton préfabriqué, en partie haute par des sections de mât acier.</p>	<p>D'une hauteur variable, les hauteurs de moyeu proposées par Servion varient entre 59m pour la MM82 et 143m pour les 3.2M114, 3.4M114 et 3.4M114 NES.</p>
<p>Fondation</p>	<p>Massif de stabilité en béton armé. Il est constitué soit d'une virole d'ancrage métallique préfabriquée, soit d'une cage d'ancrage à tirants post-contraints, tous deux enchâssés dans un réseau de fers à béton.</p>  <p>Le dimensionnement des fondations doit être réalisé sur la base des descentes de charges fournies par Servion. Ces documents de descentes de charges décrivent dans des situations de chargement prédéfinies par les normes IEC 61400-1 les torseurs {forces et moments} ramenés au pied du mât auxquels que subiront les fondations sur l'intégralité de sa durée de vie de min. 20 ans.</p> <p>Le dimensionnement et la construction des fondations sont soumis en France au Contrôle Technique Obligatoire.</p> <p>Par ailleurs, Servion impose contractuellement sur tous ses projets un droit de regard et de revue des designs de massifs de fondations, afin de s'assurer que ceux-ci respectent les règles et spécifications définies par Servion.</p> <p>Avant toute opération de montage des éoliennes, la bonne planéité du massif réalisé fait l'objet d'un contrôle rigoureux.</p>	<p>Entièrement enterré ou partiellement enterré (massif avec butte).</p> <p>De dimensions variables, suivant la puissance, taille de rotor et hauteur de moyeu de l'aérogénérateur considéré.</p>

Annexe 8 : Réponses SENVION aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011

1 - Réponses apportées par Senvion aux exigences de l'arrêté du 26/08/2011

SECTION 2 : IMPLANTATION

Article	Rétro-activité ?	Exigence / Prescription de l'arrêté	Réponse de Senvion	Remarque
4		Cohabitation éolienne / radar	Recherches R&D et implication de Senvion dans des projets sous financement ADEME	
5		Limitation des phénomènes d'ombres portées	Produit disponible le cas échéant: <i>Shadow Management</i> Il s'agit d'un produit utilisant un capteur de luminosité et un calculateur. Des coordonnées géographiques spécifiques sont rentrées dans le système (coordonnées des bâtiments autour du parc éolien) ainsi que des seuils réglementaires à ne pas dépasser. En fonction des conditions de luminosité, le système détermine si un phénomène d'ombre portée touche les bâtiments concernés et, en cas de dépassement des seuils réglementaires, entraîne l'arrêt des éoliennes qui en sont à l'origine.	Une description plus détaillée du produit <i>Shadow Management</i> est disponible sur demande
6		Limitation des champs magnétiques (100 µtesla à 500m)	Il s'agit d'un seuil correspondant aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé. La réglementation allemande (BlmschG Bundes-Immissionsschutzgesetz) impose le respect de cette valeur maximale pour un séjour temporaire autour de l'éolienne. L'arrêté du 26/08/2011 impose cette valeur maximale au niveau des habitations (éloignées de min. 500m).	Cf. Annexe 11 : certificat Senvion assurant le respect du seuil aussi bien pour les machines MM que 3.XM

SECTION 3 : DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Article	Rétro-activité ?	Exigence / Prescription de l'arrêté	Réponse de Senvion	Remarque
8		Conformité aux normes IEC 61400-1	Tous les aérogénérateurs font l'objet d'une certification de type selon le référentiel IEC 61400-1.	Cf Annexe 1 : exemple pour la MM92 : extrait du Statement of Compliance with Design Assessment pour la MM92 2050kW
9		Protection foudre et mise à la terre	Tous les aérogénérateurs Senvion suivent les exigences des normes IEC 61400-24 Ed1 (de juin 2010) et IEC 62305 (de janvier 2006) et appartiennent à la Classe de Protection Foudre I.	Cf Annexe 7 et Annexe 10 Des descriptifs plus détaillés des systèmes de mise à la terre des éoliennes sont disponibles si nécessaire
10		Equipement électrique interne à l'aérogénérateur	L'aérogénérateur dans son intégralité est conforme à la Directive dite Machine 2006/42/CE du 17 mai 2006. A fortiori, l'équipement électrique interne en respecte les dispositions.	Cf Annexe 2 : exemple de Déclaration de Conformité CE de Senvion
11		Balisage aérien des aérogénérateurs	Le balisage aéronautique mis en oeuvre par Senvion respecte la réglementation en vigueur en France	

SECTION 4 : EXPLOITATION

Article	Rétro-activité ?	Exigence / Prescription de l'arrêté	Réponse de Senvion	Remarque
13	OUI	Libreaccès à l'intérieur de l'aérogénérateur impossible et accès maintenus fermés à clef	Toutes les éoliennes Senvion sont équipées de portes verrouillables par clef, permettant une évacuation depuis l'intérieur de l'éolienne, même lorsque la porte a été verrouillée de l'extérieur. Senvion propose par ailleurs de manière optionnelle des solutions techniques permettant d'informer à distance via le système SCADA du parc l'exploitant en cas d'ouverture de la porte d'accès à l'éolienne (contacteur de porte) ou de mouvement en pied de mât (détecteur de présence).	
14	OUI	Prescriptions à observer par les tiers à afficher sur des panneaux	Senvion propose un ensemble de pictogrammes et textes à destination des exploitants.	Cf Annexe 3
15	OUI	Essais d'arrêt, d'arrêt d'urgence et de simulation de survitesse à réaliser à la mise en service puis suivant une périodicité maximale de 1 an	Ces tests des fonctions de sécurité sont réalisés lors de mise en service de l'aérogénérateur ainsi que lors des opérations de maintenance préventive (dont la périodicité n'excède pas 1 an).	Cf Annexe 4
16	OUI	Aérogénérateur maintenu propre. Pas de produits dangereux ou inflammables entreposés	Senvion respecte ces exigences.	Voir rubrique IV.2.3 et V.1 des données d'entrée de l'EDD ci-après
17	OUI	Fonctionnement assuré par du personnel compétent, formé, connaissant les procédures	Lorsque sous contrat de maintenance, Senvion, intervient en tant entreprise de maintenance, utilise du personnel qualifié, formé et habilité.	
18	OUI	Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un	Le contenu et la périodicité des opérations mentionnées dans l'article sont pleinement respectés par Senvion. Les contrôles correspondants, faisant partie des opérations de	Cf. Annexe 4

		<p>contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pâles et un contrôle visuel du mât.</p> <p>Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.</p> <p>Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.</p>	<p>maintenance préventive de l'aérogénérateur, sont consignés et répertoriés dans les protocoles de maintenance, mis à disposition des exploitants.</p>	
19	OUI	<p>L'exploitant 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.</p> <p>L'exploitant 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.</p>	<p>Le manuel de maintenance de l'aérogénérateur est mis à disposition de l'exploitant et répertorie nature et fréquence des opérations d'entretien.</p> <p>Senvion met à disposition de l'exploitant l'ensemble des protocoles de maintenance renseignés ainsi que les fiches d'intervention des équipes de maintenance pour les interventions récurrentes, les réparations, et les opérations de modifications préventives, permettant ainsi à l'exploitant de construire et tenir à jour le registre cité par l'arrêté.</p>	
20 & 21	OUI	<p>Obligations concernant la gestion des déchets</p>	<p>Senvion respecte les exigences des textes en ce qui concerne l'élimination des déchets générés par son activité.</p>	<p>Cf Annexe 16</p>

SECTION 5 : RISQUES

Article	Rétro-activité ?	Exigence / Prescription de l'arrêté	Réponse de Senvion	Remarque
22	OUI	Etablissement de consignes de sécurité	Les consignes de sécurité mentionnées par l'arrêté qui concernent le comportement dans les éoliennes et aux alentours des éoliennes, sont établies et mises à disposition des exploitants dans les manuels d'exploitation des aérogénérateurs, remis à la mise en service des parcs éoliens.	<p>Ces informations doivent être complétées par les informations et procédures spécifiques à l'installation.</p> <p>Le manuel d'exploitation contient, entre autre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation (ici l'éolienne) - les dangers de situations extrêmes et les comportements à observer (survitesse, condition de gèle, incendie, orage, panne grave de l'éolienne, état de pénétration d'eau). - Les réaction de l'éolienne dans des situations tel que l'échauffement anormale de pièce, les oscillations fortes et anormales, etc. sont décrites et associées aux procédures d'arrêt d'urgence. - Les limites de sécurité de fonctionnement liées aux vitesses de vent ainsi que les limites autorisées pour les interventions. <p>Les procédures en cas d'inondation, d'une tempête de sable ou d'un tremblement de terre sur le parc ne sont pas spécifiquement décrites, mais les procédures liées aux cas des effets de ces phénomènes sur l'éolienne (oscillations extrêmes, infiltration d'eau, vent extrême, échauffement des températures de pièces,...) le sont.</p>
23		Détection de survitesse et détection incendie	<p>Tous les aérogénérateurs Senvion sont équipés de système de détection de survitesse, à même d'arrêter la machine et d'envoyer une alarme en cas de phénomène anormal.</p> <p>Tous les aérogénérateurs Senvion disposent par ailleurs de systèmes de détection incendie connectés au</p>	Cf chapitres des données d'entrée EDD relatifs aux barrières de sécurité.

			<p>SCADA, permettant d'arrêter l'aérogénérateur et d'informer à distance l'exploitant par envoi d'une alarme.</p> <p>Dans les deux cas, la transmission d'alarme est immédiate, via le système SCADA. L'envoi d'un courriel à une (des) adresse(s) prédéfinies de l'exploitant l'avertissant de la survenance des codes d'état associés à ces événements de survitesse ou d'incendie est possible.</p>	
24		Systèmes d'alarme incendie et d'extincteurs	<p>Comme mentionné à l'article précédent, les aérogénérateurs sont équipés de systèmes de détection et d'alarme incendie provoquant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une alarme sonore à l'intérieur de l'éolienne - une alarme à distance envoyée immédiatement via le système SCADA <p>Par ailleurs, tous les aérogénérateurs sont équipés d'un extincteur en pied de mât (CO2) et de deux ou trois extincteurs en nacelle selon le type de machine (1 ou 2 CO2 et 1 ABC)</p>	
25		Détection de givre et arrêt de l'aérogénérateur	Tous les aérogénérateurs Servion sont équipés en standard d'un système de détection de givre capable de déduire la présence de givre sur les pales et de mettre la machine à l'arrêt.	Dans sa globalité, le système de détection de givre Servion a été validé et certifié comme conforme à l'état de l'art par l'organisme de certification externe TÜV Nord, cf annexe...
26	OUI	Réglementation acoustique	<p>Servion propose des garanties acoustiques selon les normes IEC 61400 en vigueur ainsi que différents modes d'optimisation acoustique (produits <i>REguard Sound Management</i>).</p> <p>Servion est en phase d'investigation sur la question du critère de tonalité marqué afin d'établir quelle nature de garanties pourront être à ce sujet apportées aux exploitants.</p>	

Annexe 9 : Avis de l'armée et de l'aviation civile

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE,
DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT

Direction générale de l'Aviation civile

Beauvais, le 12 Décembre 2011

Direction de la sécurité de l'Aviation civile
Direction de la sécurité de l'Aviation civile Nord
Délégation Régionale Picardie

Le Délégué

à

Electrawinds

Nos réf. : 1975/DR/PIC/JCO
Vos réf. : Courriel du 12/12/2011
Affaire suivie par : Jean-Marie Corda
jean-marie.corda@aviation-civile.gouv.fr
Tél. : 03 44 11 49 05 - Fax : 03 44 11 49 08

Objet : Préconsultation pour une zones d'étude dans la Somme

Vous avez fait parvenir à mes services un projet d'implantation sur le territoire des communes de Belloy en Santerre, Barleux, Villers Carbonnel et Bery en Santerre pour des éoliennes d'une hauteur de 140m en bout de pales.

Après étude du dossier, les communes ne sont impactées par aucune servitude de dégagement ou radioélectrique civile. Leur altitude est limitée à 304.8m NGF pour des contraintes de circulation aérienne.

Néanmoins la zone colorée est située dans la zone de protection d'un point constituant le début d'un cheminement obligatoire dont l'altitude d'utilisation est de l'ordre de 150m. Dans cette zone, l'aviation civile sera amenée à émettre un avis défavorable concernant l'implantation d'éolienne.

De plus, lors de l'instruction d'un éventuel permis de construire, nous étudierons à nouveau les caractéristiques des éoliennes (coordonnées et hauteurs) afin de donner un avis définitif.

Enfin, j'attire votre attention sur le fait que le résultat de cette étude reste valable dès lors qu'aucune modification substantielle ou qu'aucune évolution d'ordre aéronautique ou réglementaire ne modifie l'environnement ou l'utilisation de l'espace aérien dans la zone concernée.

Le Délégué Picardie

Pascal Bazer-Bachi



PJ : Polygone d'étude

Présent
pour
l'avenir

Délégation Régionale Picardie
Aéroport de Beauvais
60000 Beauvais Tillé



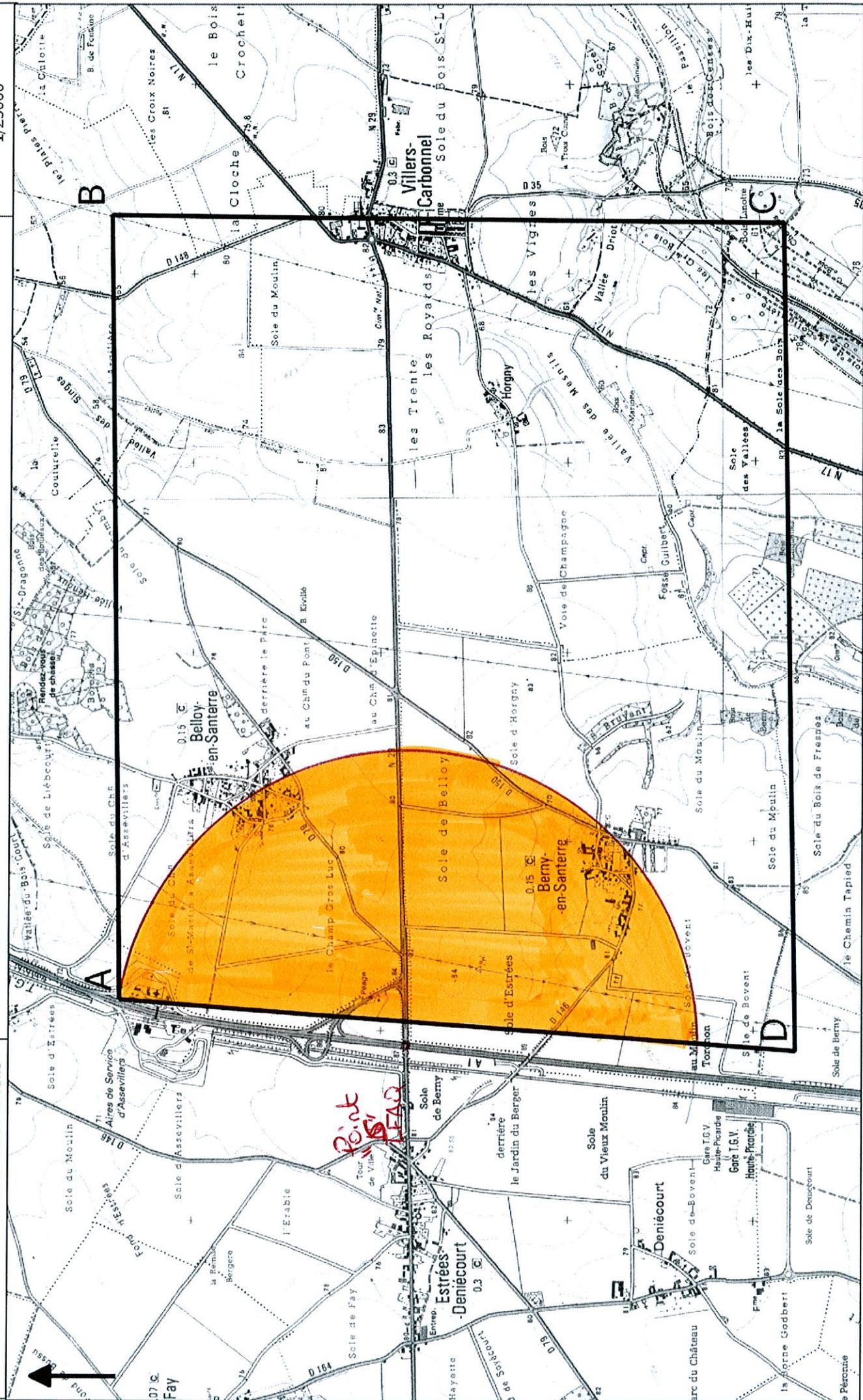


Electrawinds
POWERED BY NATURE

Polygone d'étude

Date:
09/12/2011

Echelle A4:
1/25000



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE
ET DES ANCIENS COMBATTANTS



COMMANDEMENT DE
LA DÉFENSE AÉRIENNE ET DES
OPÉRATIONS AÉRIENNES

Zone aérienne de défense Nord

Section environnement aéronautique

Dossier suivi par :

- Cal Stéphanie Langlais,
- Cdt Xavier Leroy.

Paris, le 08 MARS 2012

N° /DEF/CDAOA/GATN

50885

Le général de brigade aérienne
Jean-Daniel Testé
général adjoint territoire national
au général commandant la défense
aérienne et les opérations aériennes
75509 Paris Cedex 15

à

Monsieur le directeur de la société
ELECTRAWINDS FRANCE
25 avenue de l'Opéra
75001 PARIS

OBJET : projet éolien dans le département de la SOMME (80).

- REFERENCES**
- a) votre lettre du 21 décembre 2011,
 - b) décret du 23 novembre 2011 portant délégation de signature¹,
 - c) circulaire et arrêté du 25 juillet 1990 relatifs aux installations dont l'établissement à l'extérieur des zones grevées de servitudes aéronautiques de dégagement est soumis à autorisation²,
 - d) 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,
 - e) arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques³.

¹ Référence : NOR DEF D 1129390 D

² Références : NOR EQU A 9000 474 A et NOR EQU A 9000 475 C

³ Référence : NOR DEV A 0917931 A



Monsieur le directeur,

Après consultation des différents organismes de la Défense concernés par votre projet éolien sur les communes de BELLOY-EN-SANTERRE, BARLEUX, VILLERS-CARBONNEL et BERNY-EN-SANTERRE (80) transmis par courrier de référence, j'ai l'honneur de vous informer que le Ministère de la Défense émet un avis favorable à sa réalisation.

Cependant, compte tenu de la hauteur totale hors sol des éoliennes, un balisage "diurne et nocturne" devra être mis en place conformément à l'arrêté de dernière référence. En conséquence, je vous invite à consulter la direction de la sécurité de l'aviation civile NORD située à ORLY (94) afin de prendre connaissance de la technique de balisage appropriée à votre projet.

Dans l'éventualité où ce projet subirait des modifications postérieures au présent courrier, il devra systématiquement faire l'objet d'une nouvelle consultation.

Cet avis reste valable dès lors qu'aucune évolution, notamment d'ordre réglementaire ou aéronautique, ne modifie l'environnement ou l'utilisation de l'espace aérien dans la zone concernée.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Pour le Ministre de la Défense et par délégation



COPIES :

- Monsieur le directeur de la sécurité de l'aviation civile NORD
DSAC Nord
Orly Sud 108
94396 ORLY AEROGARE CEDEX
- Monsieur le délégué militaire départemental
34 rue de l'Amiral Courbet
B.P. 2710
80027 AMIENS CEDEX
- Archives ZAD Nord (BR 62)

