



WP France 26

Dossier de Demande d'Autorisation Unique

Parc éolien de Châtaignier

Bazolles (58)

5^{ème} partie

Etude de Dangers

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	10
2	INTRODUCTION	11
2.1	Objectifs de l'étude	11
2.2	Contexte législatif et réglementaire	11
2.3	Nomenclature	13
2.4	Destinataire de l'étude – Exploitant du parc éolien de Châtaignier.....	14
3	INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION	15
3.1	Localisation du site	15
3.2	Définition de la zone sur laquelle porte l'étude de dangers.....	16
4	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	18
4.1	Introduction	18
4.2	Environnement humain.....	18
4.2.1	Zones urbanisées.....	18
4.2.2	Etablissements recevant du public (ERP).....	19
4.2.3	Risques industriels majeurs	19
4.2.4	Synthèse de l'environnement humain	21
4.3	Environnement physique et naturel	21
4.3.1	Contexte climatique.....	21
4.3.2	Hydrogéologie	21
4.3.3	Risques naturels.....	23
4.3.4	Synthèse de l'environnement physique	27
4.3.5	Zones naturelles protégées.....	27
4.3.6	Synthèse de l'environnement naturel.....	29
4.4	Environnement matériel.....	30
4.4.1	Réseau de transport.....	30
4.4.2	Servitudes aériennes et radioélectriques	31
4.4.3	Réseaux de télécommunication	32
4.4.4	Réseau électrique et de gaz	33
4.4.5	Réseaux d'eau et d'assainissement.....	35
4.4.6	Synthèse de l'environnement matériel	35
4.5	Identification des cibles	36
5	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	38
5.1	Introduction – caractéristiques de l'installation	38
5.1.1	Caractéristiques générales d'un parc éolien	38
5.1.2	Aérogénérateurs.....	39
5.1.3	Emprise au sol.....	41
5.1.4	Chemins d'accès	42
5.1.5	Raccordement électrique	42
5.2	Description du parc éolien de Châtaignier	43
5.2.1	Nature de l'activité.....	43

5.2.2	Composition du parc éolien.....	43
5.2.3	Description et caractéristique des aérogénérateurs retenus	46
5.2.4	Voies d'accès	47
5.2.5	Le raccordement au réseau électrique.....	47
5.2.6	Autres installations	47
5.2.7	Sécurité de l'installation.....	47
5.2.8	Moyens de lutte contre les dangers	49
5.2.9	Opérations de maintenance de l'installation	49
5.2.10	Stockage et flux de produits dangereux.....	51
6	IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION.....	52
6.1	Potentils de dangers liés aux produits.....	52
6.2	Potentils de dangers liés au fonctionnement de l'installation	52
6.3	Réduction des potentiels de dangers à la source	53
6.3.1	Principales actions préventives.....	53
6.3.2	Utilisation des meilleures techniques disponibles	54
7	ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	55
7.1	Introduction	55
7.2	Inventaire des accidents et incidents en France	55
7.3	Inventaire des accidents et incidents à l'international	57
7.4	Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	59
7.4.1	Analyse de l'évolution des accidents en France	59
7.4.2	Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents	60
7.5	Limites d'utilisation de l'accidentologie	61
8	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	62
8.1	Objectif de l'analyse préliminaire des risques	62
8.2	Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques.....	62
8.3	Recensement des agressions externes potentielles	63
8.3.1	Agressions externes liées aux activités humaines.....	63
8.3.2	Agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	64
8.4	Scénarii étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	65
8.5	Effets dominos	70
8.6	Mise en place des mesures de sécurité	70
8.7	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques.....	76
9	ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	78
9.1	Objectif de l'analyse détaillée des risques	78
9.2	Rappel des définitions	78
9.2.1	Cinétique	78
9.2.2	Intensité	79
9.2.3	Gravité.....	80
9.2.4	Probabilité	80
9.2.5	Acceptabilité des risques.....	82
9.3	Caractérisation des scénarios retenus	84
9.3.1	Effondrement de l'éolienne.....	84

9.3.2	Chute de glace	91
9.3.3	Chute d'éléments de l'éolienne	96
9.3.4	Projection de pales ou de fragments de pales	101
9.3.5	Projection de glace	106
9.4	Synthèse de l'étude détaillée des risques	111
9.4.1	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés	111
9.4.2	Synthèse de l'acceptabilité des risques	111
9.4.3	Cartographie des risques	112
10	CONCLUSION	119
11	LIMITES DE VALIDITE DE L'ETUDE	120
12	RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS.....	121
12.1	Définition de la zone sur laquelle porte l'étude de dangers.....	122
12.2	Description de l'environnement de l'installation	124
12.2.1	Environnement humain	124
12.2.2	Environnement physique et naturel.....	125
12.2.3	Synthèse de l'environnement matériel.....	127
12.2.4	Identification des cibles	127
12.3	Description de l'installation	129
12.3.1	Description générale d'un parc éolien.....	129
12.3.2	Description du parc éolien de Châtaignier	131
12.4	Analyse préliminaire des risques.....	135
12.4.1	Objectif de l'analyse préliminaire des risques	135
12.4.2	Identification des potentiels de dangers.....	135
12.4.3	Recensement des agressions externes potentielles.....	135
12.4.4	Réduction des potentiels de dangers.....	136
12.4.5	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	137
12.5	Etude détaillée des risques	137
12.5.1	Caractérisation des risques.....	138
12.5.2	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés	139
12.5.3	Synthèse de l'acceptabilité des risques	140
12.5.4	Cartographie des risques	141
12.6	Conclusion	148
13	DEMANDE D'APPROBATION AU TITRE DU CODE DE L'ENERGIE	149
13.1	Réseaux électriques	149
13.1.1	Tracés des câbles électriques.....	150
13.1.2	Raccordement externe au réseau HTA.....	151
13.2	Respect des normes techniques	152
13.3	Qualification du personnel	152

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Couverture du Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens »	10
Figure 2 : Aire d'étude immédiate (600 m).....	14
Figure 3 : Localisation générale	15
Figure 4 : Périmètre de l'étude de dangers (500 m)	17
Figure 5 : Localisation des zones d'habitation proches	18
Figure 6 : Sites BASIAS sur la commune du projet	20
Figure 7 : Répartition des captages en fonction du type de ressource dans la nièvre	22
Figure 8 : Risque de remontée de nappe.....	23
Figure 9 : Aléa retrait-gonflement des argiles	25
Figure 10 : Carte du risque sismique national.....	26
Figure 11 : Réseau routier.....	30
Figure 12 : Servitudes et contraintes techniques retenues	32
Figure 13 : Distance minimale d'éloignement par rapport aux lignes HTA – Préconisations EnEDIS .	34
Figure 14 : Synthèse des éléments pris en compte pour définir les personnes pouvant être impactées par un accident sur le parc éolien	37
Figure 15 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur	39
Figure 16: Illustration des emprises au sol d'une éolienne	41
Figure 17 : Plan d'implantation des éoliennes avec chemin d'accès et postes de livraison – fond cadastral	44
Figure 18 : Plan d'implantation des éoliennes avec chemin d'accès et postes de livraison - fond IGN45	
Figure 19 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011	56
Figure 20 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011	57
Figure 21 : Répartition des causes premières d'effondrement	58
Figure 22 : Répartition des causes premières de rupture de pale	58
Figure 23 : Répartition des causes premières d'incendie	59
Figure 24 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées	60
Figure 25 : Distance inter-éoliennes.....	64
Figure 26 : Effondrement de l'éolienne – Distance d'effet	84
Figure 27 : Effondrement de l'éolienne – Intensité.....	85
Figure 28 : Effondrement de l'éolienne - distances d'effets	87
Figure 29 : Chute de glace - distances d'effets.....	91
Figure 30 : Chute de glace - distances d'effets.....	93
Figure 31 : Chute d'éléments de l'éolienne - distances d'effets.....	96
Figure 32 : Chute d'éléments de l'éolienne – intensité	97
Figure 33 : Chute d'éléments de l'éolienne – intensité	98
Figure 34 : Projection de pales ou de fragments de pale - distance d'effet.....	101
Figure 35 : Projection de pales ou de fragments de pale - distance d'effet.....	102
Figure 36 : Projection de pales ou de fragments de pale - distances d'effets	103
Figure 37 : Projection de glace – distance d'effet	106
Figure 38 : Projection de morceaux de glace - distances d'effets	108

Figure 39 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E3.....	113
Figure 40 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E4.....	114
Figure 41 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E5.....	115
Figure 42 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E6.....	116
Figure 43 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E7.....	117
Figure 44 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E8.....	118
Figure 45 : Périmètre de l'étude de dangers (500 m)	123
Figure 46 : Localisation des zones d'habitation proches	124
Figure 47 : Synthèse des éléments pris en compte pour définir les personnes pouvant être impactées par un accident sur le parc éolien	128
Figure 48 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur	130
Figure 49 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E3.....	142
Figure 50 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E4.....	143
Figure 51 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E5.....	144
Figure 52 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E6.....	145
Figure 53 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E7.....	146
Figure 54 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E8.....	147
Figure 55 : Schéma électrique d'un parc éolien.....	149
Figure 56 : Coupe type des futures tranchées	151

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nature, volume des activités et rubriques de la nomenclature ICPE	13
Tableau 2 : Modèle retenu	13
Tableau 3 : Inventaire historique de sites industriels et activités de service / Sites BASIAS	20
Tableau 4 : Synthèse de l'environnement humain	21
Tableau 5 : Synthèse de l'environnement physique	27
Tableau 6 : Synthèse de l'environnement naturel.....	29
Tableau 7 : Distances entre infrastructures routières et éoliennes	31
Tableau 8 : Synthèse de l'environnement matériel	35
Tableau 9 : Identification des cibles	36
Tableau 10 : Modèle d'éolienne retenu	43
Tableau 11 : Parcelles cadastrales concernées par le projet	43
Tableau 12 : Principales caractéristiques de l'aérogénérateur N177 – 2,4 MW	46
Tableau 13 : Dangers potentiels de l'installation.....	53
Tableau 14 : Agressions externes liées aux activités humaines.....	63
Tableau 15 : Agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	65
Tableau 16 : Scénarios étudiés dans l'APR.....	69
Tableau 17 : Fonctions de sécurité mises en œuvre	76
Tableau 18 : Scénarios exclus de l'étude détaillée	77
Tableau 19 : Degré d'exposition.....	80
Tableau 20 : Gravité.....	80
Tableau 21 : Niveaux de probabilité.....	81
Tableau 22 : Grille de criticité pour l'évaluation des risques	82
Tableau 23 : Dimensions principales de l'éolienne retenue.....	84
Tableau 24 : Effondrement de l'éolienne - intensité	86
Tableau 25 : Effondrement de l'éolienne - gravité	88
Tableau 26 : Effondrement d'une éolienne - probabilité	88
Tableau 27 : Effondrement d'une éolienne - niveau de risque.....	90
Tableau 28 : Chute de glace – intensité.....	92
Tableau 29 : Chute de glace – gravité	94
Tableau 30 : Chute de glace – niveau de risque.....	94
Tableau 31 : Chute d'éléments de l'éolienne – intensité	97
Tableau 32 : Chute d'éléments de l'éolienne – gravité	99
Tableau 33 : Chute d'éléments de l'éolienne – niveau de risque	100
Tableau 34 : Projection de pales ou de fragments de pale – intensité	102
Tableau 35 : Projection de pales ou de fragments de pale – gravité.....	104
Tableau 36 : Projection de pales ou de fragments de pale – probabilité	104
Tableau 37 : Projection de pales ou de fragments de pale – niveau de risque	105
Tableau 38 : Projection de glace – intensité	107
Tableau 39 : Projection de glace – gravité	109
Tableau 40 : Projection de glace – niveau de risque	110
Tableau 41 : Résultat de l'étude détaillée des risques	111
Tableau 42 : Matrice d'acceptabilité des risques	112

Tableau 43 : Synthèse de l'environnement humain	125
Tableau 44 : Synthèse de l'environnement naturel.....	126
Tableau 45 : Synthèse de l'environnement matériel	127
Tableau 46 : Identification des cibles	127
Tableau 47 : Modèles d'éoliennes retenus	131
Tableau 48 : Parcelles cadastrales concernées par le projet	132
Tableau 49 : Degré d'exposition.....	138
Tableau 50 : Niveaux de probabilité	139
Tableau 51 : Gravité.....	139
Tableau 52 : Résultat de l'étude détaillée des risques	140
Tableau 53 : Matrice d'acceptabilité des risques	141
Tableau 54 : Tableau résumé des réseaux HTA à créer, par tronçon	151

1 PREAMBULE

La présente étude de dangers a été réalisée selon le « Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » réalisé par l'INERIS (mai 2012).



FIGURE 1 : COUVERTURE DU GUIDE TECHNIQUE – ELABORATION DE L'ETUDE DE DANGERS DANS LE CADRE DES PARCS EOLIENS »

2 INTRODUCTION

2.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

GWP France - WP FRANCE 26 SAS est tenue de réaliser un Dossier de Demande d'Autorisation Unique (DDAU) pour le parc éolien de Châtaignier (58) compte tenu de la hauteur du modèle des 6 machines retenues (hauteur des mâts supérieure à 50 m). Cette étude comprend notamment la réalisation d'une étude de dangers, objet du présent rapport.

La présente étude exposera d'une part les dangers que peut présenter le projet en cas d'accidents. Elle s'attachera à présenter les accidents susceptibles d'intervenir, que leur cause soit d'origine interne ou externe, en décrivant la nature et l'extension des conséquences qu'aurait un accident éventuel. Elle s'attachera également à définir et justifier les mesures adoptées par l'exploitant pour réduire la probabilité et les effets d'un accident.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien de Châtaignier, 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.

GWP France - WP FRANCE 26 SAS souhaite installer un parc éolien de 6 éoliennes sur la commune de Bazolles (58).

Un glossaire est disponible en **ANNEXE 09**.

2.2 CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

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

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accident majeurs. Il impose une

évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

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

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

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

2.3 NOMENCLATURE

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.

Compte tenu des activités du site, les rubriques ICPE qui lui seront appliquées sont les suivantes :

Rubrique	Intitulé	Volume de l'activité	Régime Rayon d'affichage (km)
2980-1	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 m	Mâts supérieurs à 50 m	A r = 6 km

TABLEAU 1 : NATURE, VOLUME DES ACTIVITES ET RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE ICPE

Le parc éolien de Châtaignier comprend 6 éoliennes. Le modèle retenu est présenté dans le tableau ci-après :

Marque	Modèle	Nombre	Hauteur mât	Hauteur pales comprises	Puissance (MW)	Puissance totale (MW)
Nordex	N117	6	91	149,5	2,4	14,4

TABLEAU 2 : MODELE RETENU

Cette installation est soumise à autorisation (A) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et doit donc présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.



FIGURE 2 : AIRE D'ETUDE IMMEDIATE (600 M)

2.4 DESTINATAIRE DE L'ETUDE – EXPLOITANT DU PARC EOLIEN DE CHATAIGNIER

GWP France a développé le parc éolien de Châtaignier pour le compte de WP France 26 SAS. WP France 26, créée exclusivement pour l'exploitation de la centrale éolienne de Châtaignier, est liée à GWP France par un contrat de développement de parcs éoliens.

Dans ce document, par souci de clarté, la société d'exploitation sera nommée « WP France 26 SAS ».

3 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

Les renseignements administratifs (identité du demandeur – développeur et identité de l'exploitant) sont présentés dans la première partie de ce dossier de demande d'autorisation unique « Dossier Administratif ».

3.1 LOCALISATION DU SITE

Le site du projet se trouve au Sud-Ouest du centre village de Bazolles (58), dans un secteur agricole. Le site est traversé par la RD958, sur un axe Nord-Est / Sud-Ouest.

Le lieu d'implantation de chaque éolienne est actuellement occupé par des terrains agricoles. La localisation du site retenu est présentée sur la figure suivante.



FIGURE 3 : LOCALISATION GENERALE

3.2 DEFINITION DE LA ZONE SUR LAQUELLE PORTE L'ETUDE DE DANGERS

Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 9.3.4.

Etant donné la relative proximité spatiale des différentes éoliennes constituant le parc éolien de Châtaignier, l'environnement sera étudié dans une aire d'étude globale reprenant les 6 aires d'études constituées autour de chaque éolienne. Ainsi la superficie cumulée du parc éolien atteint une superficie d'environ 3 km² (rayon d'environ 500 m autour de chaque éolienne). Cette aire d'étude est spécifique à l'étude de dangers elle est définie par le guide présenté en partie 1 (page 10) et représentée Figure 4 (page 17).

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

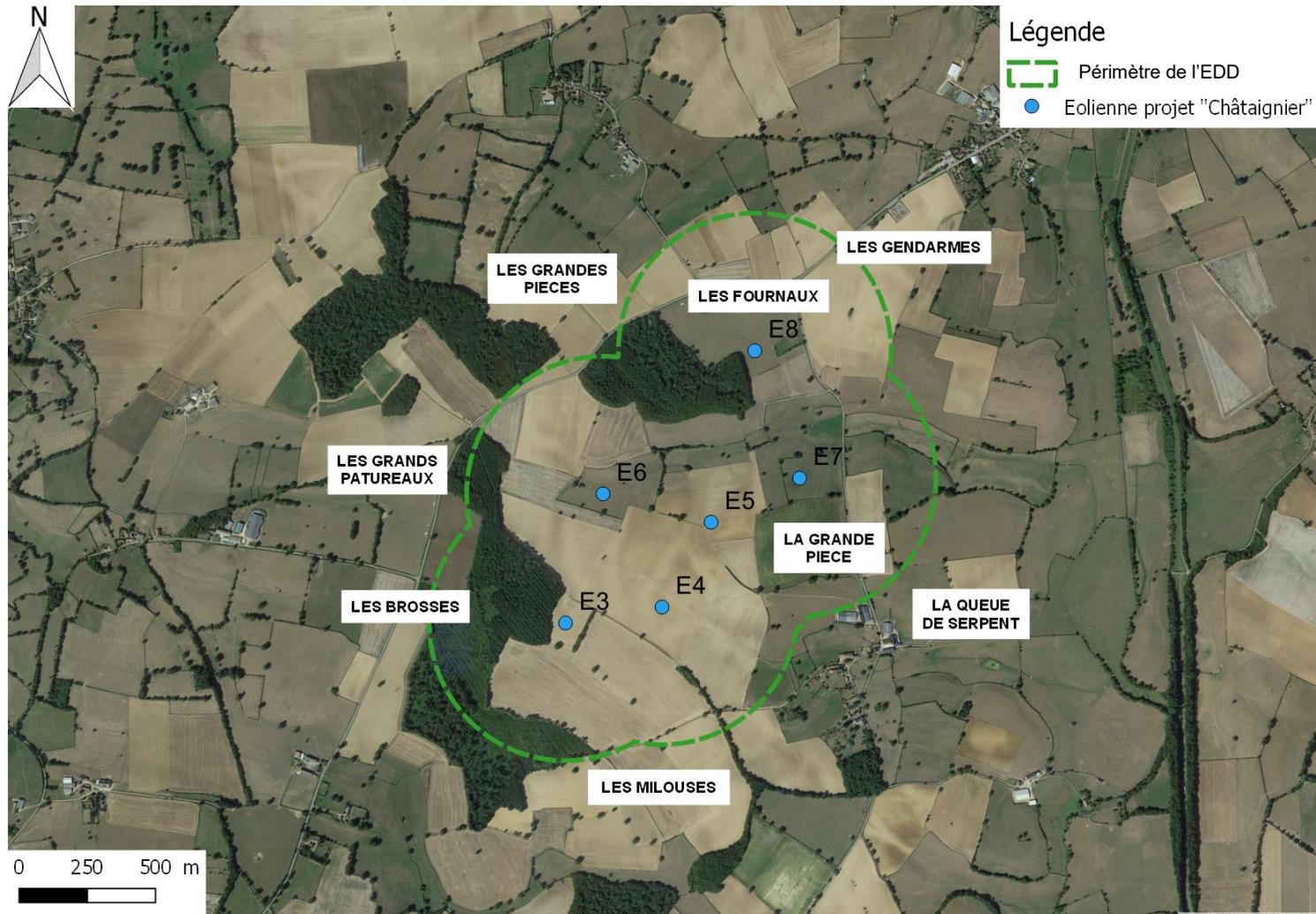


FIGURE 4 : PERIMETRE DE L'ETUDE DE DANGERS (500 M)

4 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

4.1 INTRODUCTION

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

4.2 ENVIRONNEMENT HUMAIN

4.2.1 ZONES URBANISEES

Dans l'aire d'étude, l'habitat est regroupé dans les bourgs. Les vastes espaces non habités des plateaux sont occupés par des étendues agricoles ouvertes, souvent en culture intensive, et parcourues de chemins agricoles. Le bourg le plus proche du site du projet est celui de la commune de Bazolles.

Le parc immobilier des communes d'implantation du projet est presque exclusivement constitué d'habitations individuelles.

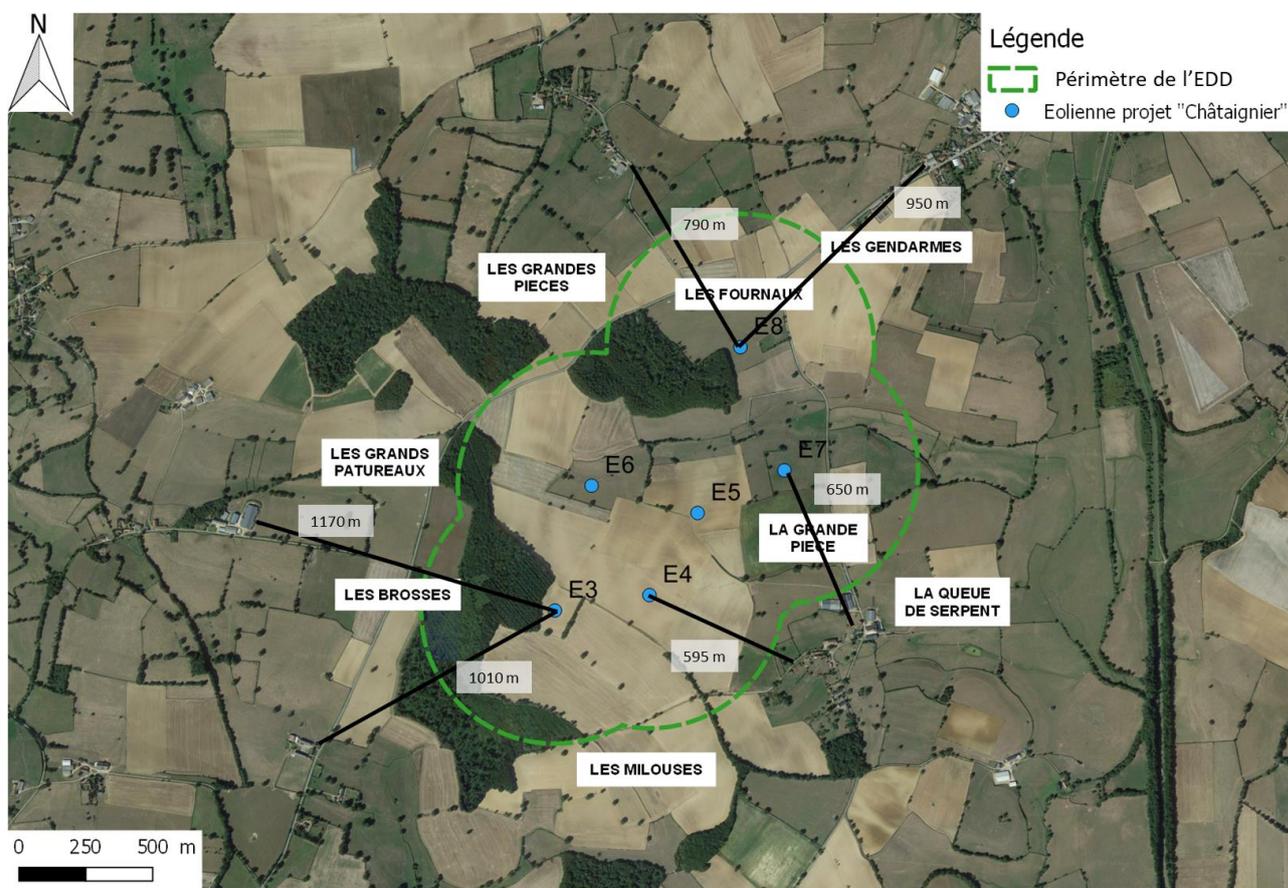


FIGURE 5 : LOCALISATION DES ZONES D'HABITATION PROCHES

4.2.2 ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Il n'y a aucun établissement recevant du public dans l'aire d'étude immédiate et rapprochée du projet. L'établissement recevant du public le plus proche est l'école de Bazolles, située à environ 500 m de l'aire d'étude rapprochée. L'école élémentaire de Bazolles accueille 19 enfants en classe maternelle et CP.

Pour les établissements d'enseignement secondaire, les jeunes doivent rejoindre Saint-Saulge pour étudier dans le collège le plus proche, et Clamecy ou Nevers pour le lycée professionnel ou le lycée général.

Concernant les établissements accueillant des personnes âgées, les communes du projet en sont dépourvues. L'établissement le plus proche (EHPAD Maison de Retraite Les Blés d'Or) se trouve à Achun (environ 5,5 km du site du projet).

Concernant les établissements accueillant des personnes handicapées, la commune de Bazolles accueille le Service d'Accueil et d'Accompagnement (SAA) Résidence des Etangs, situé à plus de 3 km au nord du site de projet.

Concernant les établissements de soin, le plus proche se situe à Nevers ; le cabinet médical le plus proche à Saint-Saulge ; le cabinet infirmier à Saint-Saulge également.

4.2.3 RISQUES INDUSTRIELS MAJEURS

Les risques industriels consistent en des événements accidentels se produisant sur des sites industriels (SEVESO, ICPE) et ayant des conséquences immédiates plus ou moins graves pour le personnel, les riverains, les biens et l'environnement. Les établissements dits SEVESO donnent lieu à des Plans Particuliers d'Intervention (PPI).

Les risques répertoriés dans le département de la Nièvre concernent quatre communes : Clamecy (43 km du site de projet), Gimouille (50 km du site de projet), Garchy (53 km du site de projet) et Imphy (42 km du site de projet).

Le projet éolien n'est pas situé dans ou à proximité d'une zone à risque industriel majeur (SEVESO et sites ICPE). Aucun site pollué n'est renseigné sur ces communes par la base de données BASOL.

Des inventaires des sites présentant un risque technologique sont réalisés par la base de données nationale BASIAS. Les principaux objectifs de ces inventaires sont :

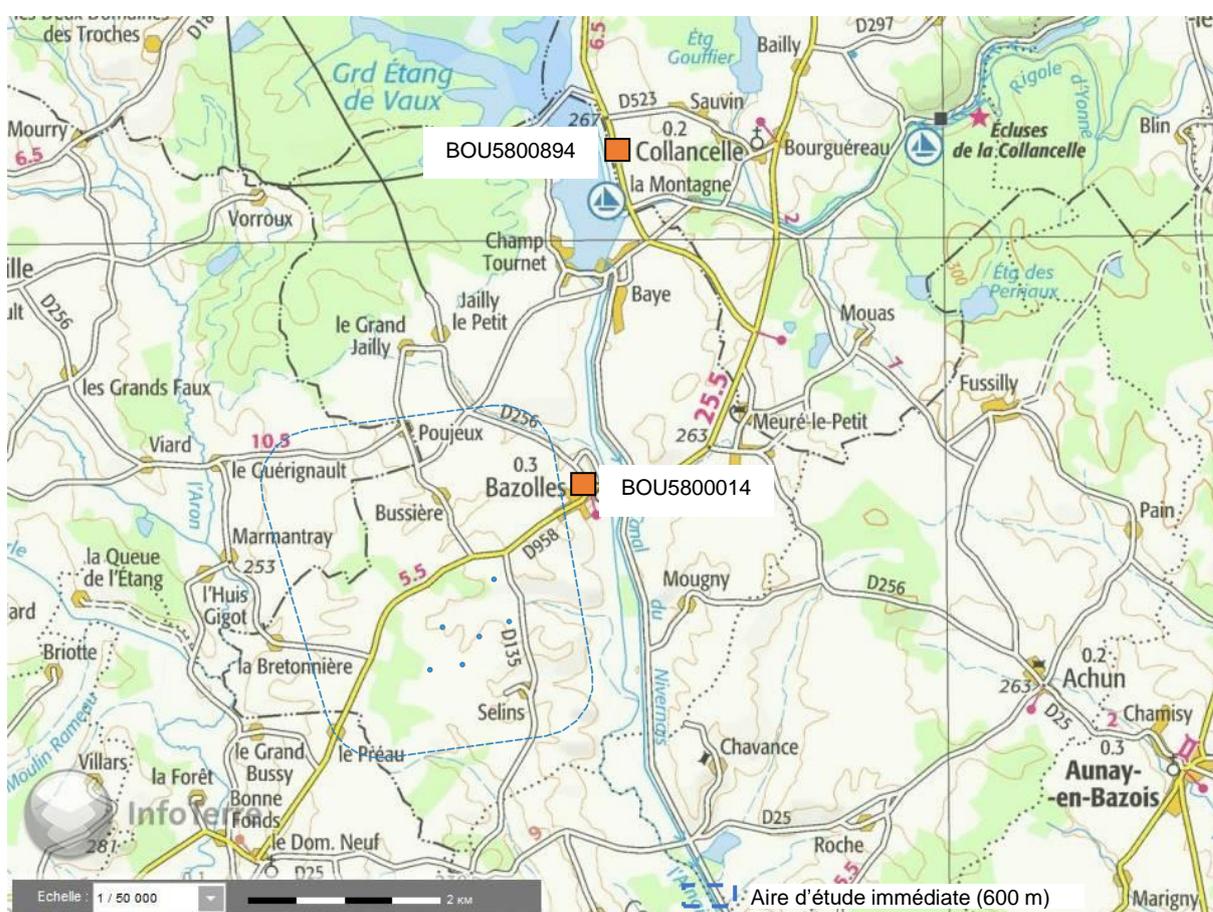
- De recenser, de façon large et systématique, tous les sites industriels abandonnés ou non, susceptibles d'engendrer une pollution de l'environnement, conserver la mémoire de ces sites.
- De fournir des informations utiles aux acteurs de l'urbanisme, du foncier et de la protection de l'environnement.

Commune	Identifiant	Activités	Adresse	Etat
Bazolles	BOU5800014	Entretien et réparation de véhicules automobiles	-	Inventorié
Bazolles	BOU5800894	Collecte et stockage des déchets non dangereux dont les ordures ménagères	Installations touristiques sur l'étang de Bayle	Inventorié

Source : BASIAS, 2016

TABEAU 3 : INVENTAIRE HISTORIQUE DE SITES INDUSTRIELS ET ACTIVITES DE SERVICE / SITES BASIAS

Deux sites BASIAS sont recensés sur la commune de Bazolles. Ces activités sont éloignées du site du projet.



Source : BRGM

FIGURE 6 : SITES BASIAS SUR LA COMMUNE DU PROJET

4.2.4 SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

Critères	Caractéristiques principales
Population	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faible densité
Activités économiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agriculture (grandes cultures)
Fréquentation du site	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faible, essentiellement liée à l'activité agricole
Risques industriels	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pas de parcs éoliens proches ▪ Pas de site pollué identifié
Paysage et patrimoine	Co-visibilités entre l'église Saint Symphorien (MH inscrit) et la zone d'étude. Enjeu d'altération de la mise en scène de l'édifice protégé dans le paysage et modification des perceptions depuis le monument.

TABLEAU 4 : SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

4.3 ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET NATUREL

4.3.1 CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat de la Nièvre est sous influence océanique à tendance semi-continentale. Cela se traduit par un temps changeant et des pluies fréquentes en toute saison (avec un maximum observé en automne et un minimum en été). L'amplitude thermique mensuelle est parmi la plus élevée de France (18°C contre 15°C à Paris). Les hivers sont froids, accompagnés de fréquentes chutes de neige, tandis que les étés sont chauds, avec parfois de violents orages.

Les données utilisées dans ce chapitre sont fournies par Météo France et proviennent de la station de Nevers-Marzy (58). Elle se situe à environ 40 km du site d'étude et couvre la période 1981 – 2010.

4.3.2 HYDROGÉOLOGIE

4.3.2.1 Aquifères

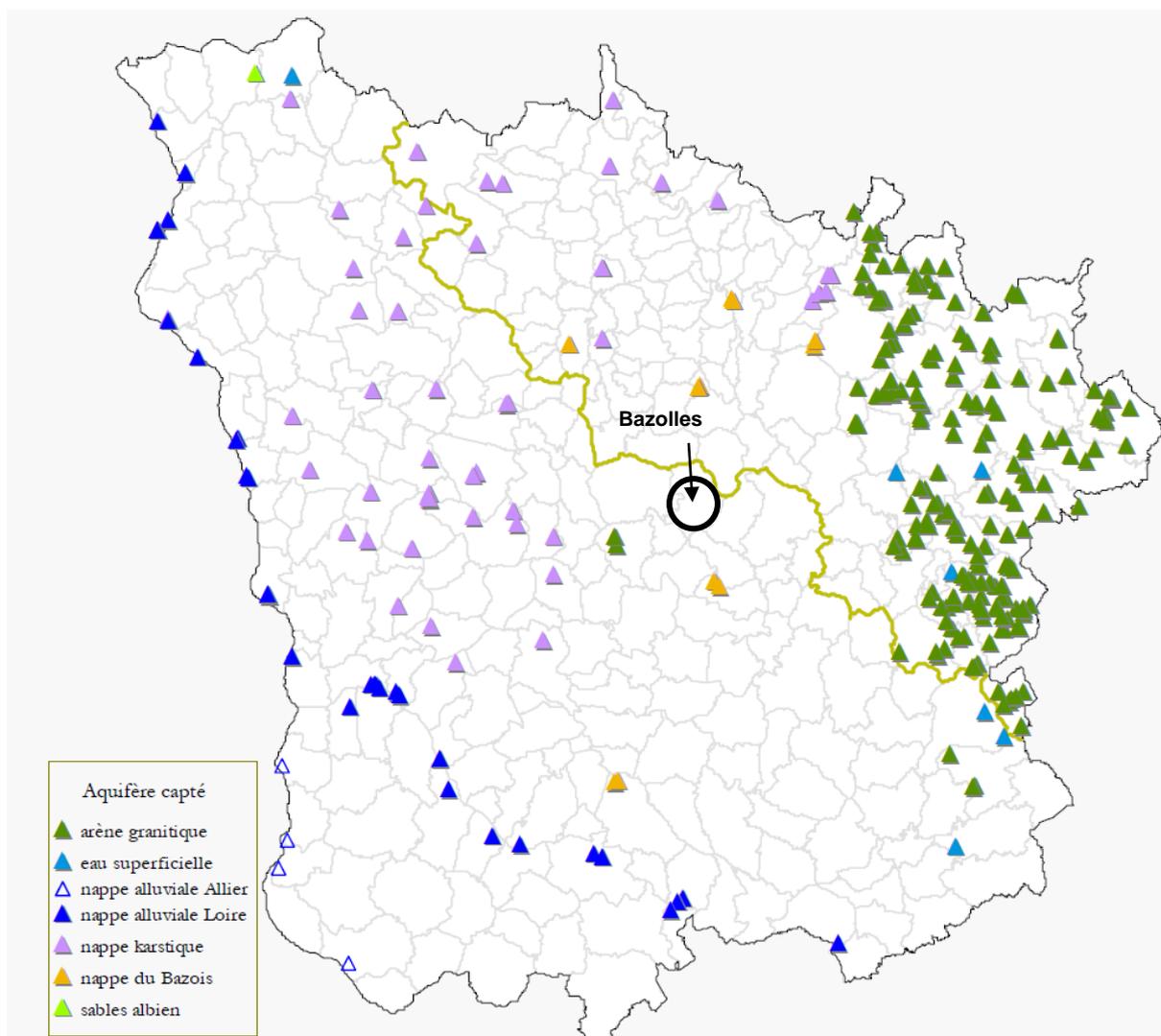
Le site du projet est marqué par l'existence de la nappe d'eau souterraine « **Grès, argiles et marnes du Trias et Lias du Bazoïs** ». Elle se situe au sud-est du bassin parisien, en bordure du Morvan entre bassin de la Seine et bassin de la Loire, correspondant à la région naturelle de la plaine prémorvandelle du Bazoïs et du Nivernais. Les terrains sont à l'origine d'un pays argileux, humide : **régions riches en eau de surface et pauvre en eaux souterraines.**

Cette masse d'eau n'est aquifère que très localement (petits réservoirs calcaires gréseux du Domérien supérieur), il s'agit avant tout d'une nappe d'eau souterraine **imperméable.**

4.3.2.2 Usage des eaux souterraines

Les prélèvements d'eau souterraine de la masse d'eau « Grès, argiles et marnes du Trias et Lias du Bazois » ne sont effectués que par les collectivités. Les sources des formations liasiques sont nombreuses mais de faible débit et les émergences souvent diffuses. Elles ne suffisent pas à alimenter les grandes agglomérations qui ont alors recours aux eaux souterraines du Jurassique moyen.

L'Agence Régionale de Santé Bourgogne a été contactée pour connaître l'implantation des captages à proximité du projet. **L'aire d'étude immédiate du projet et sa proximité n'est concernée par aucun captage d'alimentation en eau potable ni aucun périmètre de protection.**



Source : *L'eau dans la Nièvre. Des sources, des ressources. CG de la Nièvre, 2013*

FIGURE 7 : REPARTITION DES CAPTAGES EN FONCTION DU TYPE DE RESSOURCE DANS LA NIEVRE

4.3.3 RISQUES NATURELS

4.3.3.1 Inondation

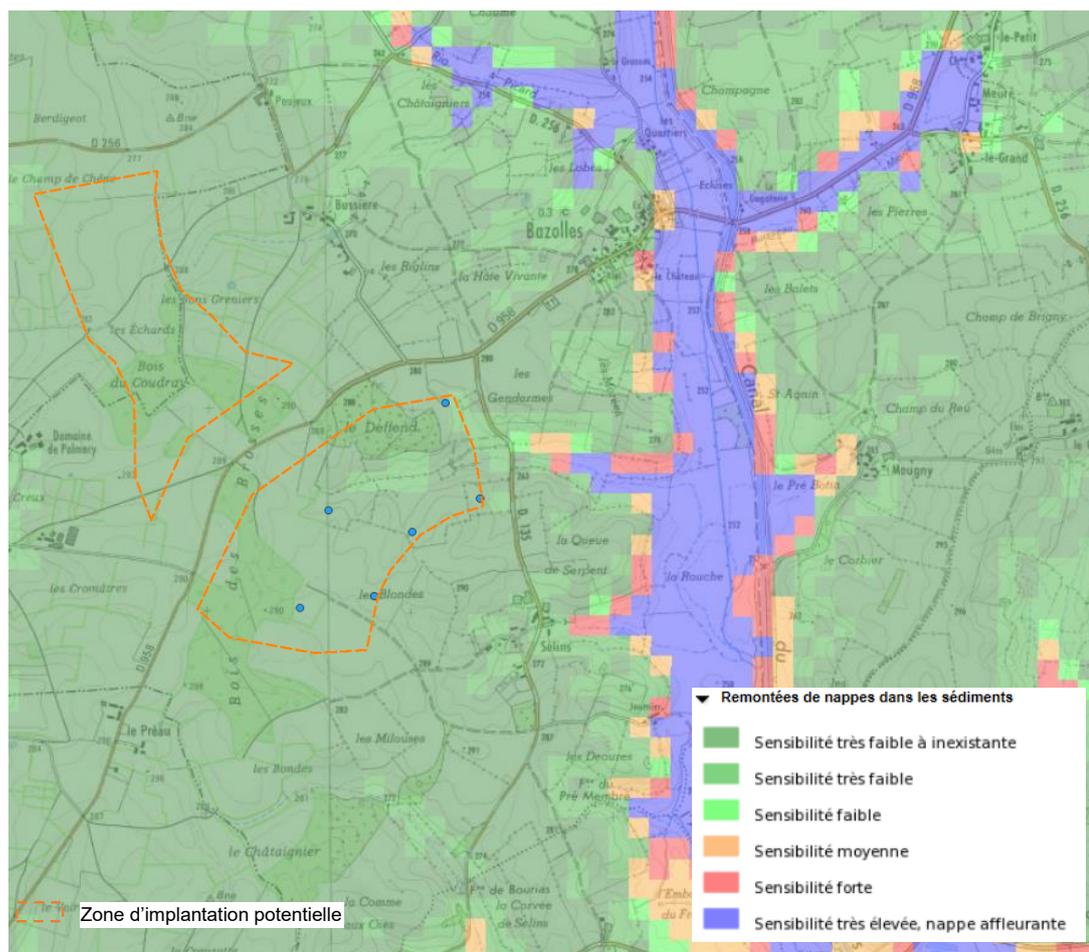
Le département de la Nièvre est concerné par plusieurs types d'inondations :

- par débordement des cours d'eau de l'Allier, l'Yonne, la Loire et la Vrille ;
- par remontée des nappes d'eau souterraines.

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Nièvre, la commune de Bazolles n'est pas exposée au risque inondation et n'est donc pas concernée par un Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI). **Le site du projet se trouve en dehors de toute zone inondable.**

4.3.3.2 Risques de remontée de nappe

La situation topographique du projet (sur une colline) explique la très faible sensibilité aux remontées de nappe (voire inexistante) sur l'aire d'étude immédiate du projet.



Source : BRGM

FIGURE 8 : RISQUE DE REMONTEE DE NAPPE

4.3.3.3 Risques géotechniques

Mouvements de terrain

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

Le département est concerné par plusieurs types de mouvement de terrain :

- Le retrait-gonflement des argiles,
- Les glissements de terrain,
- Les affaissements et effondrements liés aux cavités souterraines,
- Les affaissements et effondrements liés aux activités minières,
- Les chutes de blocs et éboulements.

D'après les données issues du DDRM de la Nièvre et du BRGM, la commune de Bazolles se situe en **zone d'aléa faible de retrait-gonflement des argiles**. Elle n'est pas concernée par les autres risques de mouvement de terrain (glissements de terrain, affaissements et effondrements liés aux cavités souterraines et aux activités minières, chutes de blocs et éboulements).

Le site du projet est uniquement concerné par l'aléa faible de retrait-gonflement des argiles.

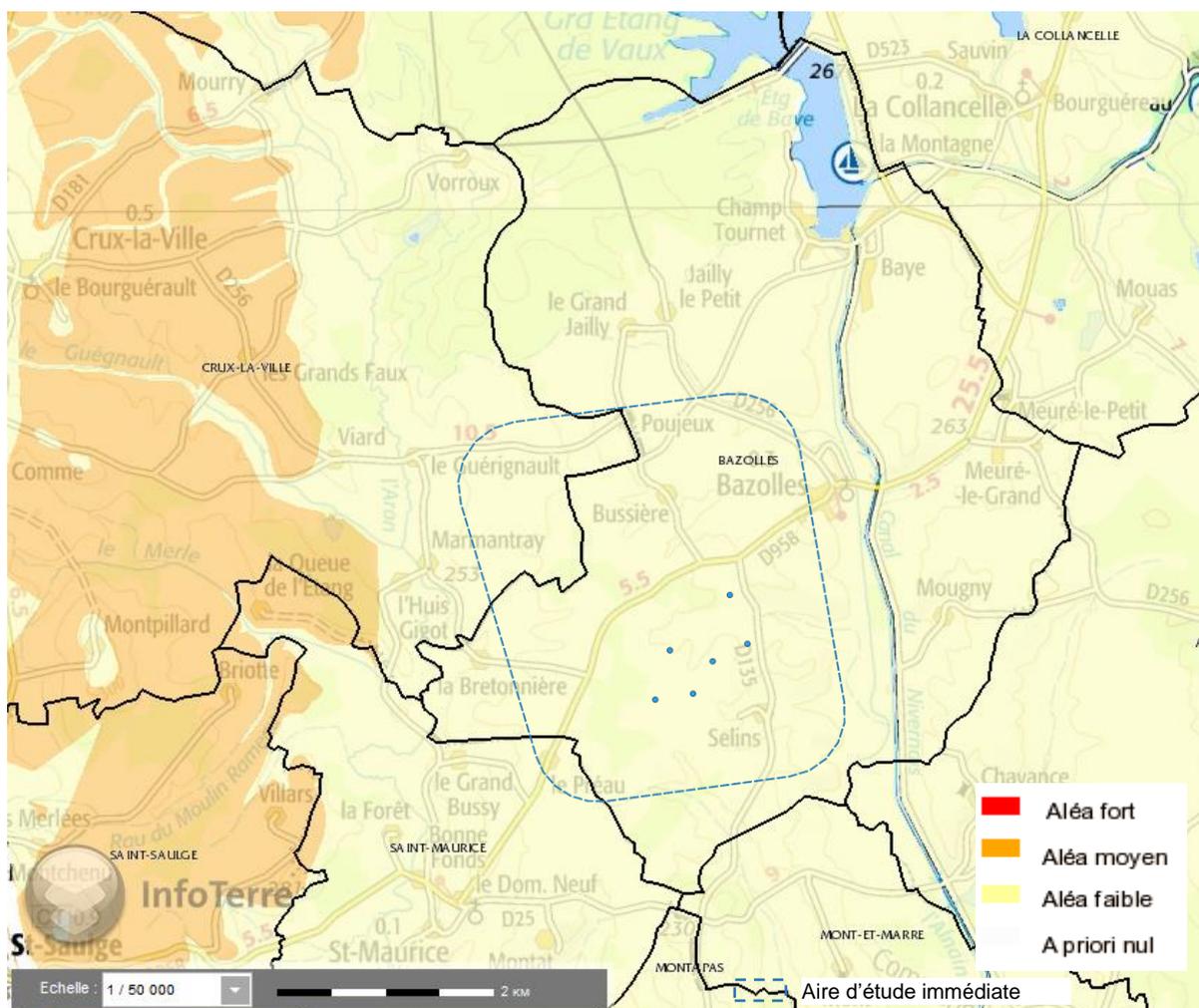
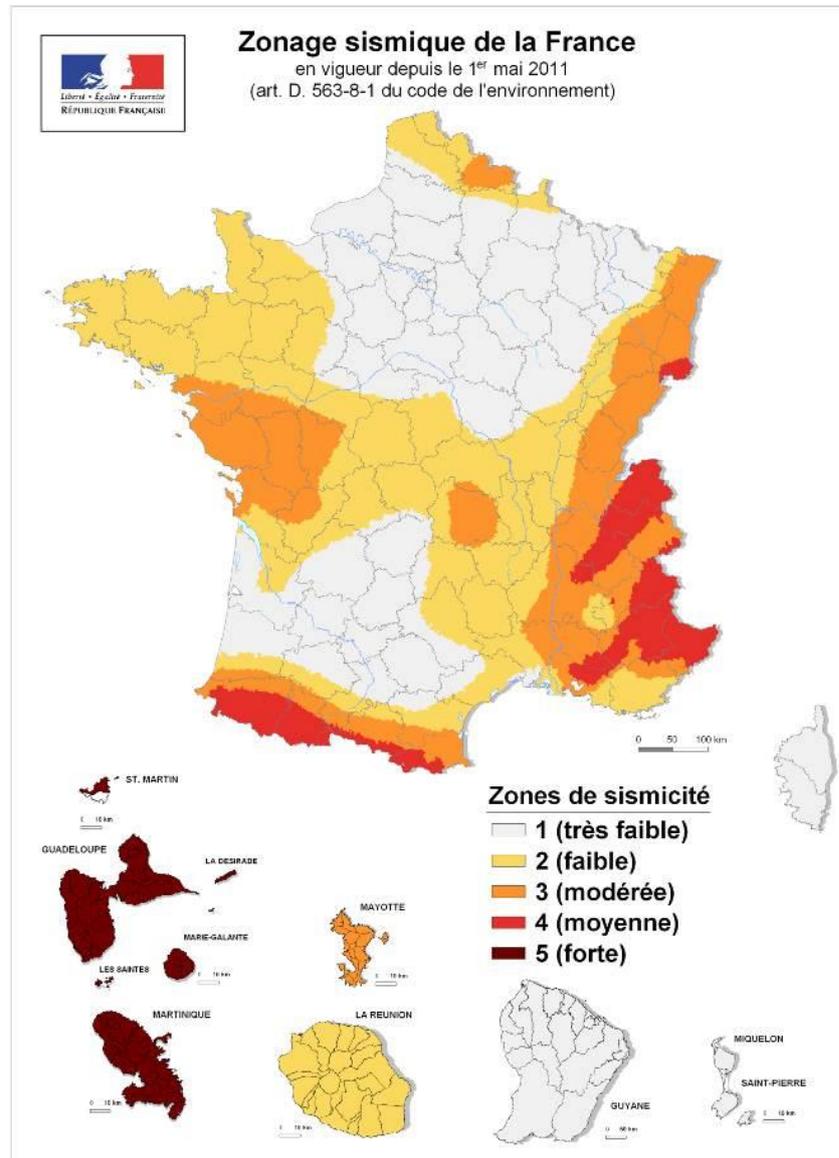


FIGURE 9 : ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

4.3.3.4 Sismicité

Un séisme ou tremblement de terre se traduit en surface par des vibrations du sol, provenant de la fracturation des roches en profondeur. Celle-ci est due à l'accumulation d'une grande énergie qui se libère, créant des failles, au moment où le seuil de rupture mécanique des roches est atteint.

Depuis le 1er mai 2011, le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité : les communes sont réparties entre la zone de sismicité 1 (très faible), la zone de sismicité 2 (faible), la zone de sismicité 3 (modérée), la zone de sismicité 4 (moyenne) et la zone de sismicité 5 (forte).



Source : www.planseisme.fr

FIGURE 10 : CARTE DU RISQUE SISMIQUE NATIONAL

Le département de la Nièvre figure en zone 0 dans sa totalité, ce qui signifie que le risque est minimum mais pas inexistant.

Aucun épocentre n'a été recensé par le site SisFrance – BRGM dans une fenêtre de 35 km autour de la commune de Bazolles.

4.3.3.5 Foudre

Deux paramètres permettent d'apprécier l'activité orageuse : le nombre de jours d'orage et la densité d'arcs de foudre.

Sur la période de 1981-2010, le nombre moyen de jours d'orage est de 22,4 par an, d'après les données enregistrées par la station météo de Nevers-Mazry.

4.3.4 SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

Le secteur géographique d'étude est peu exposé au risque de chute de foudre. Il se trouve également en dehors de toute zone inondable.

En ce qui concerne les contraintes géotechniques, le risque de mouvements de terrain et de gonflement-retrait des argiles est faible.

Critères	Caractéristiques principales
Géologie, risques de mouvement de terrain et sismicité, hydrogéologie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grès, argiles et marnes du Trias et Lias du Bazois, nappe d'eau souterraine imperméable. ▪ Communes concernées par le projet classées en zone de sismicité 0 (risque très faible) ; ▪ Remontée de nappe (aléa très faible sur l'ensemble du périmètre d'étude) ;
Relief	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plateau peu vallonné entouré de petites vallées
Hydrologie, risques d'inondation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projet situé dans le bassin hydrographique Loire-Bretagne mais également dans le bassin hydrographique Seine-Normandie ; ▪ Pas de risque d'inondation sur le site ;
Captage d'eau potable	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projet situé en dehors de tout périmètre de protection de captage destiné à l'alimentation en eau potable de la population ;
Climatologie et risques de foudroiement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Climat sous influence océanique à tendance semi-continentale ; ▪ Risque modéré de foudroiement.

TABLEAU 5 : SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

4.3.5 ZONES NATURELLES PROTÉGÉES

Le secteur d'étude n'est concerné par aucune zone d'inventaire ou de protection. Et aucune ZNIEFF n'est présente au sein de l'aire immédiate.

De ce fait, le projet s'inscrit dans un contexte écologique reconnu comme sensible.

A une échelle plus large, on notera la présence de plusieurs grands ensembles écologiques d'intérêt que sont :

- **Bocage du Bazois, valle de l'Yonne**

Cet ensemble, situé à 0,2 km au Nord-Ouest du secteur d'étude, est classé en ZNIEFF II reliant 10 ZNIEFF I.

- **Etangs de Vaux, Neuf et Gouffier et ruisseaux environnants**

Cet ensemble, situé à 0,7 km au Nord du secteur d'étude, est classé en ZNIEFF I et compris dans la ZNIEFF II Bocage du Bazois, valle de l'Yonne.

- **Bois, prairies et mares à Saint-Maurice et Aunay-en-Bazois**

Cet ensemble, situé à 2,7 km au Sud-Est du secteur d'étude, est classé en ZNIEFF I.

- **Ruisseaux entre Saint-Saulge et Saxi-Bourdon**

Cet ensemble, situé à 4,8 km au Sud-Ouest du secteur d'étude, est classé en ZNIEFF I.

- **Massif de Saint-Saulge**

Cet ensemble, situé à 5 km à l'Ouest du secteur d'étude, est classé en ZNIEFF II reliant 5 ZNIEFF I.

- **Bois et bocage à Saint-Saulge**

Cet ensemble, situé à 5,2 km à l'Ouest du secteur d'étude, est classé en ZNIEFF I et compris dans la ZNIEFF II Massif de Saint-Saulge.

- **Etang du Maupas, étang du Merle**

Cet ensemble, situé à 5,29 km à l'Ouest du secteur d'étude, est classé en ZNIEFF I et compris dans la ZNIEFF II Massif de Saint-Saulge.

Pour ce qui est du **réseau Natura 2000**, 5 sites sont présents au sein de l'aire éloignée :

- La ZSC « Complexe des étangs du Bazois » située à 2,1 km du secteur d'étude ;
- La ZSC « Gîtes et habitats à chauves-souris en Bourgogne » située à 10,3 km du secteur d'étude ;
- La ZSC « Bocage, forêts et milieux humides des Amognes et du Bassin de La Machine » située à 12 km du secteur d'étude ;
- La ZPS « Bocage, forêts et milieux humides des Amognes et du bassin de la machine » située à 12 km du secteur d'étude ;
- La ZSC « Ruisseaux à écrevisses du bassin de l'Yonne amont » située à 19,8 km du secteur d'étude.

Toutes les ZSC ont été désignées parce qu'elles accueilleraient des chauves-souris ; quant à la ZPS, sa désignation concerne 301 espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire.

D'après le **SCRE de Bourgogne**, on retrouve dans le secteur d'étude un réservoir de biodiversité identifié comme réservoir de biodiversité prairies / bocage. Ce réservoir de biodiversité se trouve dans la partie Nord du site. On retrouve également au sein de l'aire immédiate plusieurs réservoirs de biodiversité prairies / bocage en limite Est et Ouest du site. Au sein du secteur d'étude, aucun corridor écologique ne traverse le secteur d'étude ; de même pour l'aire rapprochée.

D'après le **SRE de Bourgogne**, la zone d'étude montre une sensibilité avifaunistique plutôt forte notamment sur la partie Ouest du site. De plus, la zone d'étude est située sur un couloir migratoire de Grue cendrée, et ceci sur l'ensemble des aires immédiate, rapprochée et éloignée.

Par contre au niveau des chiroptères la zone d'étude ne présente pas de site d'intérêt, de même pour l'aire rapprochée. Dans l'aire intermédiaire on retrouve cependant plusieurs sites à chiroptères d'intérêt avec 3 à intérêt local, 1 à intérêt départemental et 1 à intérêt régional.

Enfin, le secteur d'étude n'est pas concerné par une zone à dominante humide.

Ainsi, le secteur d'étude, inscrit dans un contexte écologique sensible à l'échelle de l'aire intermédiaire et éloignée (présence de zones Natura 2000, ZNIEFF I, réservoirs et corridors biologiques, ...), présente des enjeux modérés au sein de l'aire rapprochée (éloignement relatif des zones naturelles particulièrement sensibles).

4.3.6 SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL

Critères	Caractéristiques principales
Modes de protection des milieux naturels	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secteur d'étude, inscrit dans un contexte écologique sensible à l'échelle du périmètre intermédiaire et éloigné (présence de zones Natura 2000, ZNIEFF I, réservoirs et corridors biologiques, ...) ; ▪ Enjeux modérés au sein du périmètre rapproché (éloignement relatif des zones naturelles particulièrement sensibles).
Avifaune	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeux faibles pour les secteurs cultivés, fréquentés par principalement par les passereaux et notamment l'Alouette des champs, ▪ Enjeux modérés pour les secteurs de boisements, de haies et de prairies pâturée et de fauche accueillant une plus grande diversité d'espèces principalement en période de nidification, ▪ Enjeux forts aux lieux-dits « la Hâte Vivante » et au Sud-Est du bois de « le Deffend » au niveau des secteurs de haies accueillant une diversité importante d'espèces nicheuses patrimoniales
Chiroptères	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeux faibles pour les parcelles cultivées ▪ Enjeux modérés pour les secteurs qui concentrent l'activité et la diversité chiroptérologique, à savoir les haies, les boisements ▪ Enjeux forts pour les hameaux de Selins et de Bussière, constitués de vieilles bâtisses et de château, favorables à la reproduction et à l'hivernage des chiroptères.
Entomologie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeu globalement modéré à faible.
Amphibiens	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeu modéré à faible.
Reptile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeu globalement faible.
Mammifères terrestres	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeu globalement faible.

TABLEAU 6 : SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL

4.4 ENVIRONNEMENT MATERIEL

4.4.1 RESEAU DE TRANSPORT

4.4.1.1 Réseau routier

Le réseau routier sur le secteur d'étude est constitué de routes départementales, de routes communales et de chemins agricoles. Les routes départementales RD256, RD135, RD25 entourent le secteur d'étude. La RD958 traverse l'aire d'étude immédiate du nord-est au sud-ouest.

L'autoroute la plus proche se situe à 33 km à l'ouest, au niveau de Nevers.



Source : Géoportail

FIGURE 11 : RESEAU ROUTIER

Trafic

Dans le département, l'intensité du trafic routier qui s'opère sur les axes nationaux et départementaux hors agglomérations, fait l'objet d'un suivi mené par le Conseil Départemental de la Nièvre. Au niveau du secteur d'étude, seule la RD958 fait l'objet d'un comptage routier annuel. En 2016, la moyenne journalière annuelle de trafic sur cet axe était de 942 véhicules légers, dans les deux sens de circulation.

Cet axe n'est pas classé à grande circulation et n'est donc pas concerné par l'article L111-1-4 du code de l'urbanisme prévoyant des distances d'éloignement pour les installations ou les constructions par rapport aux axes routiers. Toutefois, le courrier reçu par le Conseil Départemental (cf. **ANNEXE 03**) sur le projet du parc éolien de Châtaignier, **demande de garder un éloignement de la route départementale égal à la hauteur totale de l'éolienne (pale comprise) augmentée de 30 mètres.**

Les distances entre infrastructures routières et éoliennes les plus proches sont indiquées dans le tableau ci-après.

Route	Eolienne	Distance (m)
RD958	E8	223 m
D135	E7	153,2 m
D135	E8	179,1 m

TABLEAU 7 : DISTANCES ENTRE INFRASTRUCTURES ROUTIERES ET EOLIENNES

4.4.1.2 Transport ferroviaire

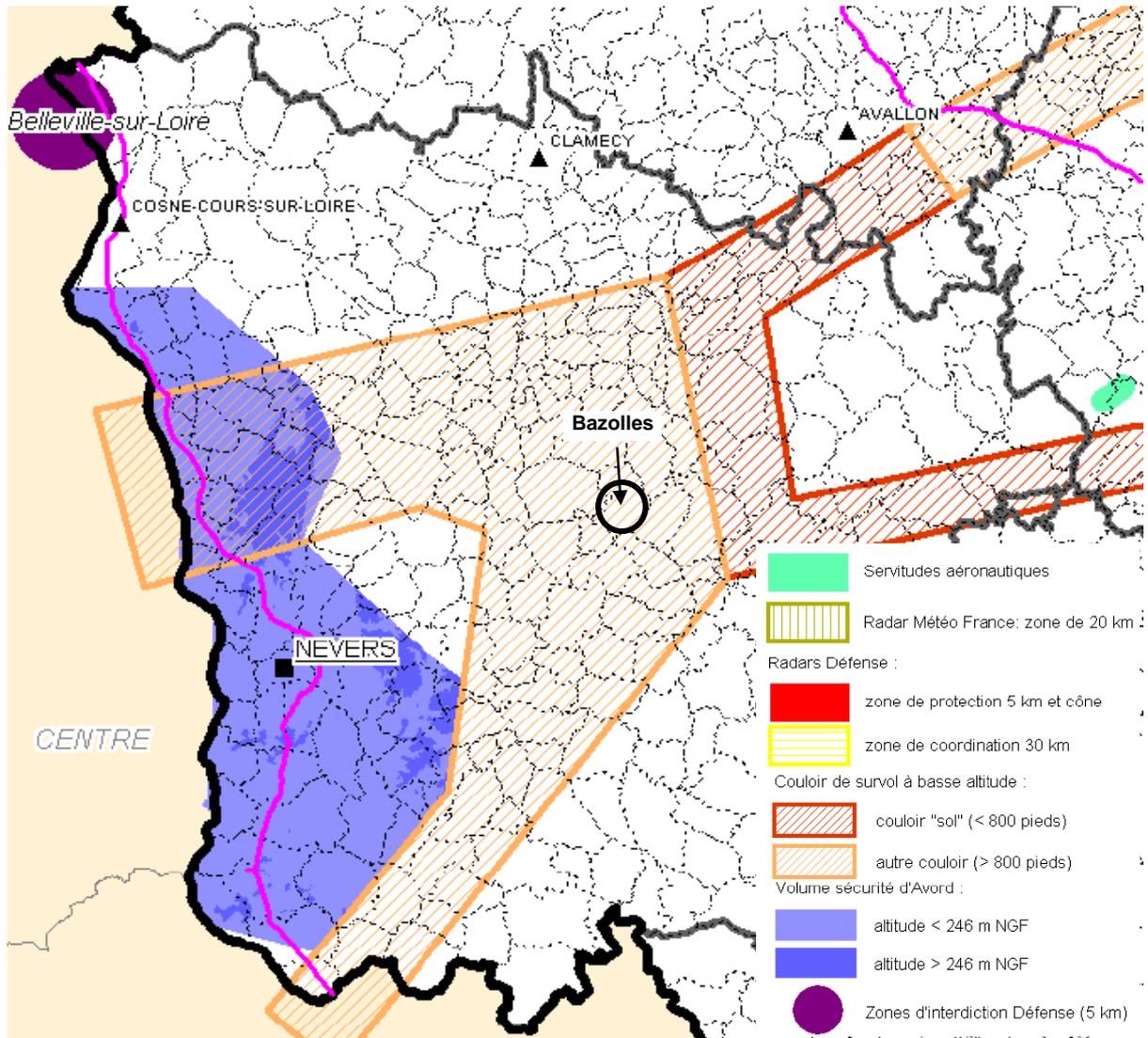
Il n'existe aucun réseau ferroviaire sur le territoire de Bazolles. Aunay-en-Bazois est la commune la plus proche traversée par une voie ferroviaire, utilisée pour le transport de marchandises.

4.4.1.3 Transport aérien (aéroports ou aérodromes, servitudes aéronautiques, etc.)

L'infrastructure de transport aérien la plus proche du site est l'aérodrome de Nevers-Fourchambault, distant de 38 km au Sud-Ouest.

4.4.2 SERVITUDES AERIENNES ET RADIOELECTRIQUES

La zone d'étude n'est concernée par aucune servitude aéronautique et radio-électrique (courrier de la DGAC). En revanche, elle est directement concernée par un couloir de survol à basse altitude (> 800 pieds) répertorié par le Schéma Régional Eolien.



Source : SRE Bourgogne

FIGURE 12 : SERVITUDES ET CONTRAINTES TECHNIQUES RETENUES

4.4.3 RESEAUX DE TELECOMMUNICATION

Le réseau téléphonique dessert la commune en aérien et en souterrain. Au niveau du secteur d'étude :

- une ligne souterraine passe sous la RD958 ;
- une ligne aérienne longe la RD135 ;
- une ligne aérienne part de la RD958 en direction du hameau Les Bretonnières, à l'Ouest, et en direction du hameau la Bussière, au nord.

Des consultations ont été réalisées auprès des différentes sociétés de télécommunication (Bouygues, Orange, SFR, ILIAD). Les courriers sont disponibles en **ANNEXE 03**.

D'après les informations transmises par Orange, deux de leurs faisceaux hertziens traversent la zone et un site de faisceau hertzien est implanté au sud du bois des Brosses. Des zones de protection sont à prendre en compte dans le projet.

4.4.4 RESEAU ELECTRIQUE ET DE GAZ

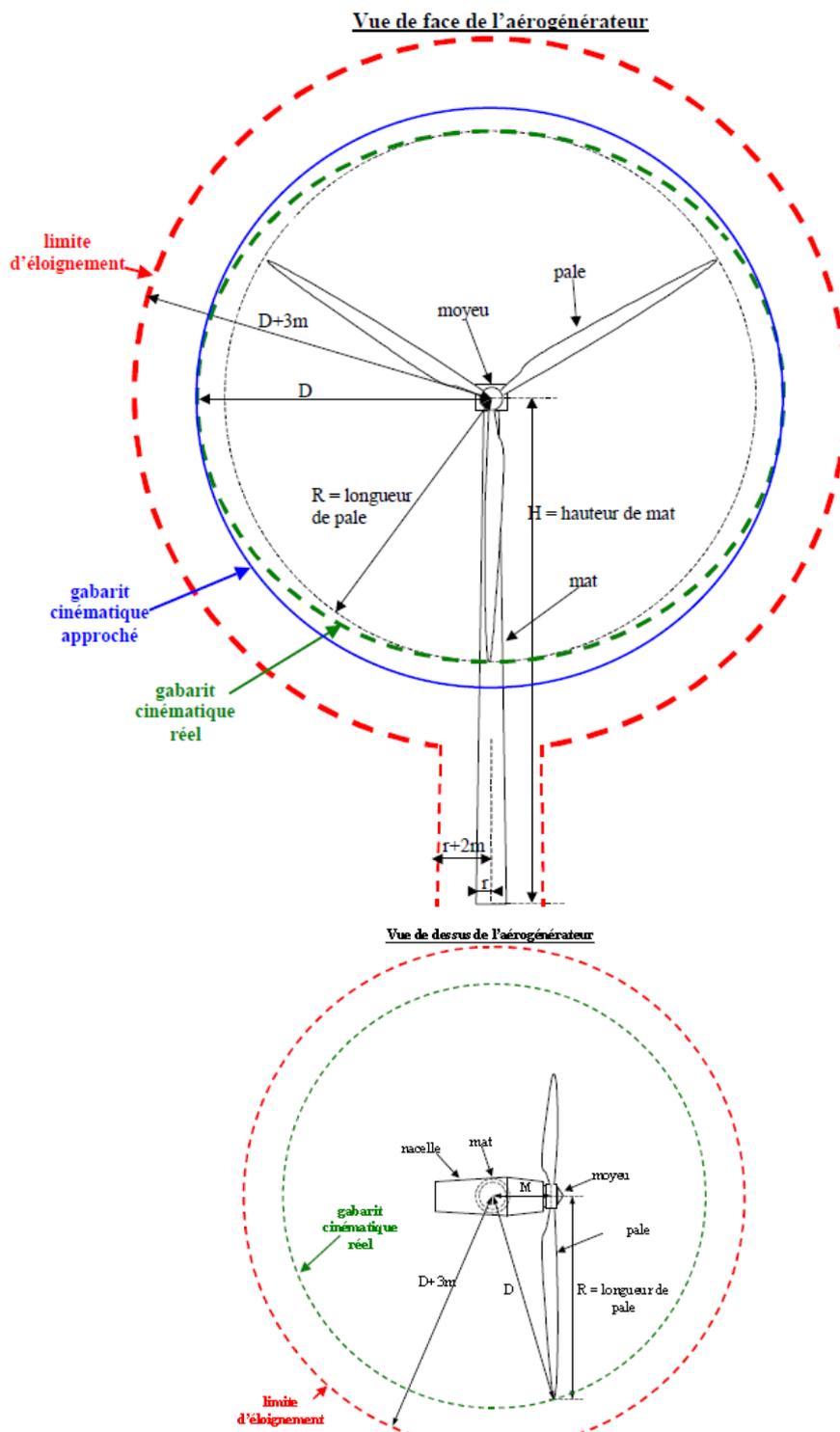
4.4.4.1 Réseau électrique

Aucune ligne à Haute Tension aérienne et souterraine (ouvrage de tension supérieur à 50kV gérée par RTE) ne parcourt l'aire d'étude immédiate.

Le réseau local de distribution d'électricité Moyenne et Basse Tension de ENEDIS traverse le secteur d'étude : une ligne aérienne de 20 kV longe la RD 958, passe au sud du Bois du Coudray. La future éolienne E8 est la plus proche de la ligne aérienne, à environ 400 mètres.

Les distances d'éloignement préconisées par ENEDIS entre les éoliennes et la ligne électrique (20 kV) sont les suivantes :

- La distance minimale d'éloignement du mât et de ses éventuels haubanages est fixée dans tout plan horizontal à 2 mètres par rapport aux lignes nues HTA ;
- La distance minimale par rapport au gabarit cinématique des pales est fixée à 3 mètres pour tous les types de lignes (lignes HTA et BT, nues et isolées).



Source : ENEDIS

FIGURE 13 : DISTANCE MINIMALE D'ÉLOIGNEMENT PAR RAPPORT AUX LIGNES HTA – PRECONISATIONS ENEDIS

Il n'est pas recensé d'autres réseaux de transport d'électricité sur le secteur d'étude. Toutes les préconisations d'ENEDIS sont respectées par le parc éolien.

4.4.4.2 Réseau de gaz

L'aire d'étude immédiate est éloignée de plus de 3 km du premier ouvrage de transport de gaz naturel à haute pression, gérée par GRT Gaz.

Une demande d'information pour préciser la présence de canalisations de transport ou de distribution de gaz sur le site du projet a été envoyée à GRDF. Selon la réponse de la société, les prescriptions seront intégrées dans le cadre du projet.

4.4.5 RESEAUX D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT

4.4.5.1 Eau potable

L'eau potable à Bazolles est exploitée par la SAUR et distribuée par le Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable du Bazois.

Aucune canalisation du réseau d'adduction en eau potable ne se trouve sur les terrains d'emprise du projet.

4.4.5.2 Eaux usées

Selon les données recueillies auprès du Conseil Général de la Nièvre, l'assainissement sur la commune est majoritairement non collectif. Il se définit comme un système d'assainissement effectuant la collecte, le transport, le traitement et l'évacuation des eaux usées domestiques ou assimilées des habitations non raccordées au réseau public de collecte des eaux usées.

Il n'y a aucun réseau d'assainissement connu sur l'aire d'étude immédiate.

4.4.6 SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

Critères	Caractéristiques principales
Réseau de transport	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réseau routier peu dense à proximité du site d'étude constitué par quelques routes départementales ; ▪ Pas de réseau ferré ni aéroport ou aérodrome proche du site d'étude ;
Servitudes aériennes et radioélectriques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aucune servitude aéronautique et radio-électrique ;
Autres réseaux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Électrique : réseau existant sur le site d'étude ; ▪ Gaz, Eau potable, Eaux usées : pas de réseau existant sur site ;

TABLEAU 8 : SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

4.5 IDENTIFICATION DES CIBLES

Les principales cibles potentielles pouvant être impactées par un accident sur le parc éolien sont les suivantes :

Cible	Nombre de personnes exposées		Distance minimale par rapport au parc éolien
	Par taille exposée	Au maximum*	
Zones agricoles et bois (terrains non bâtis : non aménagés et très peu fréquentés)	1 personne/ 100 ha (0,01 personne / ha)	0,8 personnes (pour chaque l'éolienne)	A proximité immédiate
Chemins ruraux et voie de circulation à faible trafic	1 personne / 10 ha (0,1 personne / ha)	0,078 personnes pour E8	A proximité immédiate
Chemins de randonnée	2 personnes / km	Aucune personne	Pas de chemins de randonnée dans un périmètre de 500 m
Voie de circulation ² : aucune	- ³	Aucune personne	-

* le maximum de personnes exposées correspond au nombre de personnes présentes dans la zone d'étude des 500 m centrée sur chaque éolienne.

TABLEAU 9 : IDENTIFICATION DES CIBLES

Le nombre de personnes exposées est calculé selon la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

La carte suivante présente les éléments pris en compte comme les zones agricoles ou les chemins ruraux (route ou chemin dans la légende en l'absence de voie de circulation retenue).

² Voies de circulation pour lesquelles le trafic est supérieur à 2 000 véhicules / jour. La principale route au sein du périmètre d'étude est la RD958 (936 véhicules/jour selon CD 58, 2014)

³ On compte 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour (source : Fiche 1 de la Circulaire DPPR/SEI2/CB-06-0388 du 28/12/06 relative à la mise à disposition du guide d'élaboration et de lecture des études de dangers pour les établissements soumis à autorisation avec servitudes et des fiches d'application des textes réglementaires récents)

Légende

-  Eolienne
-  Plateforme technique
-  Raccordement réseau
-  Chemin
-  Route
-  Périmètre d'étude (500 m)



FIGURE 14 : SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS PRIS EN COMPTE POUR DÉFINIR LES PERSONNES POUVANT ÊTRE IMPACTÉES PAR UN ACCIDENT SUR LE PARC ÉOLIEN

5 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente, au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

5.1 INTRODUCTION – CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

5.1.1 CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent.

Il est composé de :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;
- Un réseau de chemins d'accès permettant d'accéder aux éoliennes ;
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

5.1.2 AEROGENERATEURS

5.1.2.1 Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

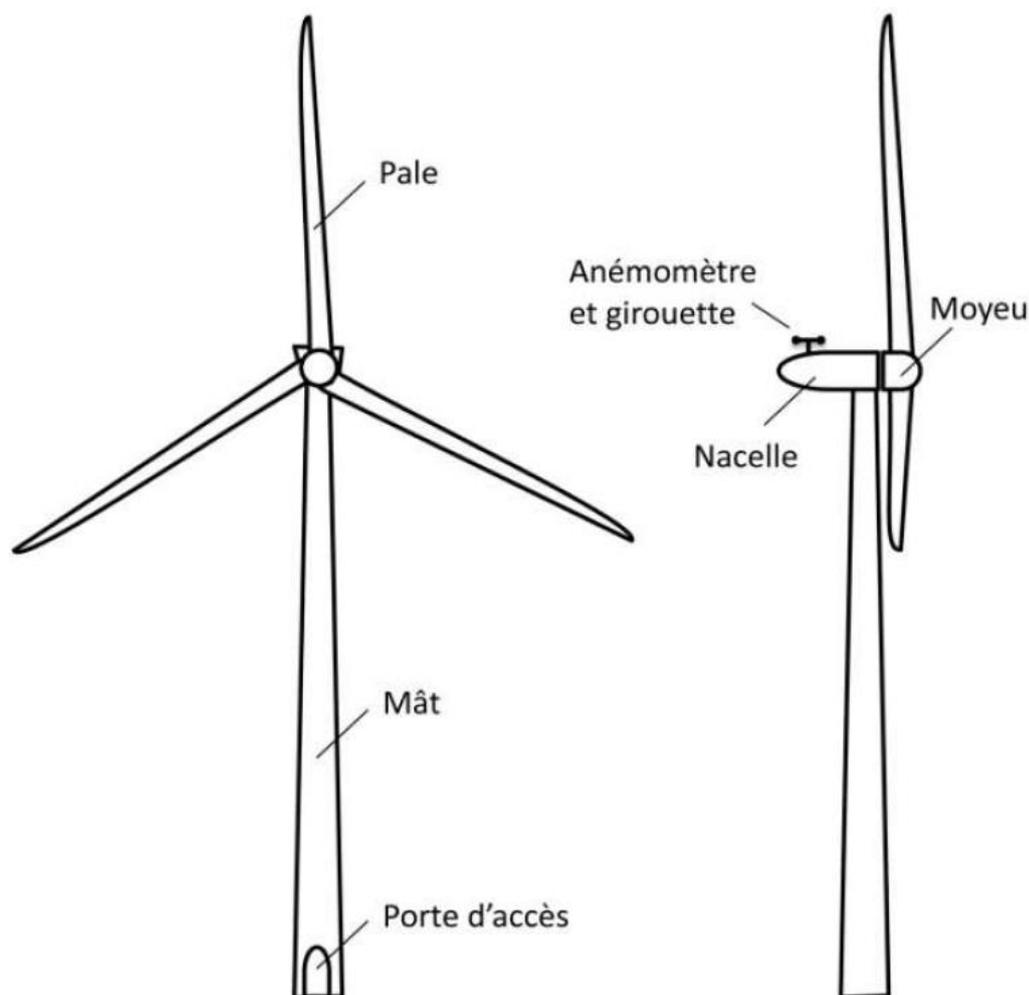


FIGURE 15 : SCHEMA SIMPLIFIE D'UN AEROGENERATEUR

Une éolienne est composée de 3 éléments principaux :

- Le **rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
 - Fonction : capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice.
- Le **mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
 - Fonction : supporte la nacelle et le rotor.
- La **nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :

- le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
- le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
- le système de freinage mécanique ;
- le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
- les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
- le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

- Fonction : 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.

5.1.2.2 Fonctionnement des aérogénérateurs

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'**anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 13 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur de 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kW dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

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

Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

5.1.3 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 survol** 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.

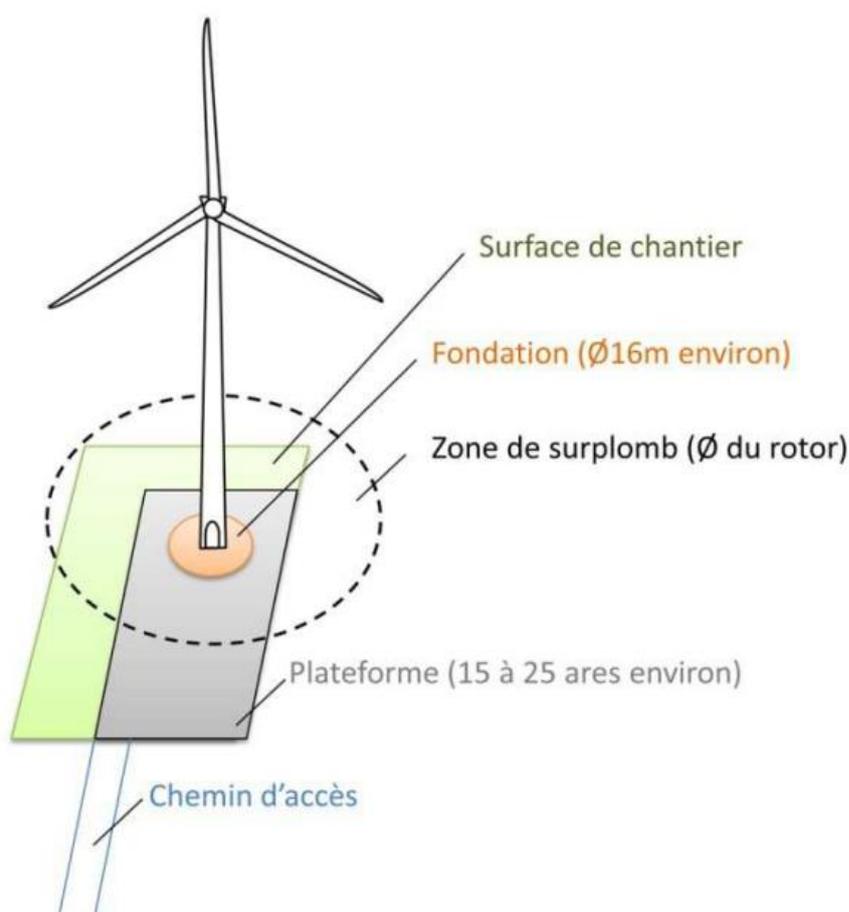


FIGURE 16: ILLUSTRATION DES EMPRISES AU SOL D'UNE EOLIENNE

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

Pour le projet de parc éolien de Châtaignier la surface de la plateforme sera d'environ 1 900 m².

5.1.4 CHEMINS D'ACCES

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.

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

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

5.1.5 RACCORDEMENT ELECTRIQUE

Les modalités raccordement électrique sont présentées en partie 13 (page 149).

5.2 DESCRIPTION DU PARC EOLIEN DE CHATAIGNIER

5.2.1 NATURE DE L'ACTIVITE

L'activité principale du parc éolien de Châtaignier est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

5.2.2 COMPOSITION DU PARC EOLIEN

Le parc éolien de Châtaignier est composé de 6 aérogénérateurs et de 2 postes de livraison. Les dimensions des aérogénérateurs sont rappelées dans le tableau ci-après :

Marque	Modèle	Nombre	Hauteur mât	Hauteur pales comprises	Puissance (MW)	Puissance totale (MW)
Nordex	N117	6	91	149,5	2,4	14,4

TABLEAU 10 : MODELE D'EOLIENNE RETENU

Le tableau suivant indique l'implantation cadastrale des aérogénérateurs et des postes de livraison :

TABLEAU 11 : PARCELLES CADASTRALES CONCERNEES PAR LE PROJET

La figure suivante présente la localisation de l'installation et notamment de la position des aérogénérateurs au sein du parc éolien.

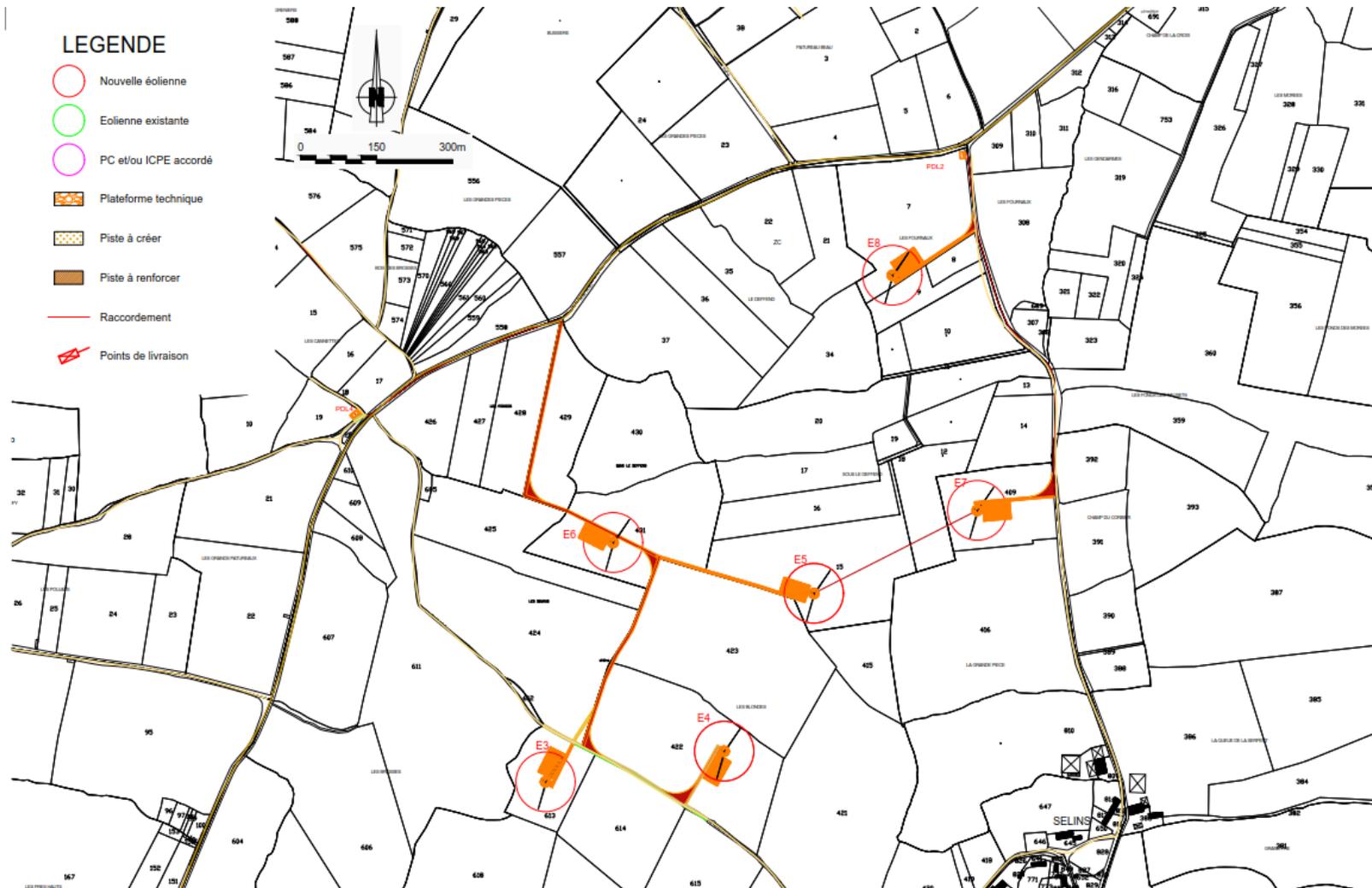


FIGURE 17 : PLAN D'IMPLANTATION DES EOLIENNES AVEC CHEMIN D'ACCES ET POSTES DE LIVRAISON – FOND CADASTRAL



FIGURE 18 : PLAN D'IMPLANTATION DES EOLIENNES AVEC CHEMIN D'ACCES ET POSTES DE LIVRAISON - FOND IGN

5.2.3 DESCRIPTION ET CARACTERISTIQUE DES AEROGENERATEURS RETENUS

Chaque éolienne se compose de 4 pièces :

- le mât,
- le rotor,
- les fondations,
- la nacelle.

La nacelle est le lieu de production d'électricité. Elle est l'élément sur lequel repose le palier principal. Ce palier supporte le poids ainsi que la pression de poussée du rotor. Ce mouvement rotatif est transféré par le biais de l'arbre dans le multiplicateur.

Le multiplicateur convertit la faible vitesse de rotation en une forte vitesse de rotation. La génératrice tourne à cette vitesse de rotation élevée et génère finalement du courant électrique.

La nacelle est posée sur un roulement en haut de la tour, afin qu'elle puisse toujours s'orienter dans la direction du vent.

Données techniques	
Puissance nominale	2 400 kW
Vitesse de démarrage	3 m/s
Vitesse de vent nominale	12 m/s
Vitesse de décrochage	25 m/s
Plage de température de fonctionnement	- 20 / + 40 °C
Certification	
Classe vent	IEC IIA
DIBt Wind zone	WZ 3
Rotor	
Diamètre	117 m
Surface balayée par le rotor	10 715 m ²
Pale	
Longueur	57,3 m
Longueur max. de la corde	2,4 m
Poids	
Pale	10,6 t
Nacelle	60,7 t
Moyeu	35,1 t
Niveau acoustique	
Puissance acoustique maximale	105 dB(A)
Hauteur totale pales comprises	149,5 m

TABLEAU 12 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE L'AEROGENERATEUR N177 – 2,4 MW

5.2.4 VOIES D'ACCES

Le réseau routier sur le secteur d'étude est constitué de routes départementales, de routes communales et de chemins agricoles. Les routes départementales RD256, RD135, RD25 entourent le secteur d'étude. La RD958 traverse l'aire d'étude immédiate du nord-est au sud-ouest.

L'autoroute la plus proche se situe à 33 km à l'ouest, au niveau de Nevers.

L'accès au parc éolien est à ce stade non défini. Il se fera sur les voies principales d'accès au site.

Le tracé des chemins d'accès à chaque éolienne a été optimisé de manière à épouser au plus près les chemins et routes déjà existants. Certaines voies d'accès devront être créées. Les voies d'accès seront toutes terrassées et empierrées.

5.2.5 LE RACCORDEMENT AU RESEAU ELECTRIQUE

La tension de l'électricité produite par chaque éolienne est du triphasé. Pour être raccordée au réseau, cette tension est élevée à 10-33 kV par un **transformateur** dans chaque éolienne (à l'intérieur même du mât).

Un réseau câblé en souterrain au départ de chaque éolienne rejoint ensuite le **poste de livraison**. Ce poste de livraison permet le raccordement au réseau électrique ENEDIS via un poste source qui redistribue l'électricité vers le réseau public.

5.2.6 AUTRES INSTALLATIONS

Le parc éolien de Châtaignier 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.

5.2.7 SECURITE DE L'INSTALLATION

5.2.7.1 Dispositifs de sécurité de l'éolienne

De manière générale, l'installation respectera la réglementation en vigueur en matière de sécurité :

- Respect des prescriptions de **l'arrêté ministériel du 26 août 2011** relatif à la rubrique ICPE 2980 :
 - Respect des distances d'éloignement aux zones urbanisées et urbanisables, aux autres Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et aux Installations Nucléaires de Base, aux radars,
 - Présence de voies d'accès permettant l'intervention des services d'incendie et de secours,
 - Balisage lumineux conforme au Code des Transports et au Code de l'Aviation Civile,

- Accès à l'intérieur des éoliennes impossible et interdit aux personnes ne faisant pas partie du personnel d'exploitation,
 - Présence et affichage clair des consignes de sécurité,
 - Réalisation des essais prouvant le bon fonctionnement des installations et contrôle régulier du bon fonctionnement et du bon état des installations,
 - Risques d'incendie : consignes de sécurité et moyens de lutte incendie adaptés,
 - Risques de formation de glace : consignes de sécurité et moyens de détection,
- Respect des normes et certifications en vigueur :
- **Norme NF EN 61400-1 ou CEI 61 400-1** : « exigences pour la conception des aérogénérateurs » : prescriptions relatives à la sécurité de la structure de l'éolienne, de ses parties mécaniques et électriques et de son système de commande. Ces prescriptions concernent la conception, la fabrication, l'installation et la maintenance de la machine.
 - **Norme IEC 61400 – 24** : « Protection contre la foudre » ;
 - **Norme NFC 15-100, NFC 13-100, NFC 13-200** : Installations électriques à basse tension, Installations électriques à haute tension, Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution public HTA.

Ainsi, chaque éolienne dispose au minimum :

- De capteurs pour le suivi des paramètres suivants :
- Vitesse du vent,
 - Angle des pales,
 - Vitesses de rotation des différents éléments,
 - Températures (extérieur, intérieur, équipements particuliers),
 - Vibrations (nacelle, mât, etc.),
 - Pression et niveau des différents fluides (huile hydraulique et huile de lubrification),
 - Détecteurs de fumée,
 - Détecteurs d'anomalies électriques (tension, fréquence...),
- De commandes permettant l'arrêt de l'éolienne (arrêt manuel en bas de la tour et arrêt automatique en cas de détection d'anomalie grâce aux différents capteurs).

La description des principaux systèmes de sécurité de l'installation sera effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques, au chapitre 8 de l'étude de dangers.

5.2.7.2 Surveillance permanente de l'exploitant

Par mesure de sécurité, et afin de conserver une traçabilité de l'activité de chaque éolienne, une surveillance à distance est réalisée en permanence. Les paramètres suivis sont retransmis au poste de contrôle. Les paramètres concernés sont notamment le vent, la production d'électricité, la température et la vitesse des pièces en mouvement, les vibrations produites ainsi que des données électriques diverses.

5.2.7.3 Organisation des secours

En cas d'accident, des procédures d'urgence permettent au personnel présent sur le site ou au centre de conduite de prendre les mesures nécessaires à l'évacuation de la nacelle, à l'extinction d'un début d'incendie, etc.

Sur site, le personnel dispose d'au minimum 2 extincteurs visibles et facilement accessibles (1 situé en bas du mât et 1 situé dans la nacelle) adaptés aux risques à combattre, et d'une trousse de premiers secours.

Une fois le permis de construire et les différentes autorisations administratives nécessaires obtenus, un plan d'intervention sera réalisé avec les services de secours afin de lister :

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

Pour faciliter l'accès aux secours, le stationnement des véhicules des techniciens sera réalisé sur une zone de stationnement dédiée et les voies d'accès seront régulièrement entretenues.

L'accès sera donc en permanence dégagé.

5.2.8 MOYENS DE LUTTE CONTRE LES DANGERS

Deux extincteurs adaptés au risque électrique et contrôlés annuellement conformément à la législation en vigueur sont mis à la disposition des opérateurs lors des phases de maintenance.

Les consignes d'alerte des secours seront définies, présentées aux personnels et affichées aux endroits adaptés. Elles spécifieront les personnes et services de secours à alerter et les moyens de communication adaptés en cas d'accident.

En cas d'accident, nécessitant des moyens externes, l'alerte est donnée au Centre de Secours le plus proche.

En phase travaux notamment, l'accès des secours au site sera toujours adapté et dégagé pour les véhicules de secours.

5.2.9 OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Diverses opérations de maintenance sont réalisées suivant un cycle et des protocoles de maintenance définis selon les préconisations et le manuel du constructeur.

La maintenance des différents équipements du parc éolien est réalisée par du personnel du gestionnaire des machines ou propres au constructeur (Nordex), formés au poste de travail et informés des risques présentés par l'activité.

Quel que soit le modèle d'éolienne choisi, les principales opérations de maintenance prévues et réalisées annuellement concernent :

- Inspection et resserrage des boulons
- Nacelle :
 - contrôle des joints et capots,
 - contrôle des différents équipements (éléments mécaniques, génératrice, groupe hydraulique, freins, mécanismes d'orientation),
 - nettoyage de la nacelle.
- Tour :
 - contrôle visuel des points d'ancrage,
 - contrôle de corrosion,
 - écaillage de peinture sur la tour,
 - recherche de pénétration d'eau et de fissures dans le scellement,
 - contrôle de l'ascenseur de service,
- Contrôle des pales :
 - détection de fissures et bruits inhabituels pendant le fonctionnement,
 - contrôle de l'intérieur des pales,
 - contrôle des systèmes de protection anti-foudre.
- Système de lubrification des roulements de pales :
 - remplacement/vidage des godets de vidange,
 - ajout de graisse neuve,
 - contrôle de lubrification des roulements,
- Système central de lubrification des roulements et du système d'orientation :
 - remplissage de graisses neuves,
 - contrôle de l'absence de fuite.
 - remplacement des huiles au moins tous les 5 ans
- Systèmes hydrauliques :
 - prélèvement d'échantillon d'huile et vérification de la qualité,
 - remplacement des filtres,
 - contrôle du système de refroidissement,
 - vérification d'absence de fuite,
 - vérification des pompes,
 - vérification et tests des capteurs de niveaux, de pression et de température,
 - vérification des vannes, soupapes et accumulateurs.
- Circuit foudre :
 - contrôle de contacts allant des pales jusqu'aux fondations,
 - contrôle des cartes de détection de foudre.
- Armoires électriques :
 - vérification et tests des capteurs de température,
 - vérification et tests des détecteurs de fumée,
 - vérification et tests des ventilateurs,
 - remplacement des filtres à air.
- Convertisseur :

- idem contrôle armoires électriques,
- contrôle du système de refroidissement,
- remplacement du liquide de refroidissement suivant planification.
- Réglage de l'alignement de la génératrice et vérification des connexions mécaniques
- Raccordements électriques : vérification et resserrage
- Contrôles mécaniques :
 - Inspection des engrenages,
 - vérification du graissage,
 - contrôle d'usure,
 - contrôle des supports d'amortissement.
- Système de freinage :
 - contrôle visuel du disque de frein,
 - contrôle des garnitures.
- Test des systèmes de sécurité :
 - contrôle des capteurs de survitesse (tests et simulations de régime de survitesse),
 - contrôle des systèmes de détection de vibrations (tests et simulations de balourd),
 - contrôle des boutons d'arrêt d'urgence
- Nettoyage des plateformes.

Chaque maintenance ou dépannage est archivé dans le registre de suivi de l'installation.

L'installation est ainsi conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation, notamment du point de vue de la fréquence des différents contrôles à réaliser :

- **installations électriques** avant mise en fonctionnement puis tous les ans,
- **bon fonctionnement de l'éolienne** (arrêt, arrêt d'urgence, arrêt en cas de survitesse) avant mise en fonctionnement puis au moins tous les ans,
- **contrôle de l'aérogénérateur** (contrôle des brides de fixation, des brides de mât, de la fixation des pâles, contrôle visuel du mât) trois mois puis un an après la mise en service puis au moins tous les trois ans,
- **contrôle des systèmes instrumentés de sécurité** au moins tous les ans.

5.2.10 STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun produit dangereux ne sera stocké dans les éoliennes du parc de Châtaignier.

6 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle, seront traitées dans **l'analyse de risques** (partie 8, page 62).

6.1 POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien de Châtaignier 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, etc.) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...).

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit n'est stocké dans les aérogénérateurs ou les postes de livraison.

6.2 POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
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
Poste de livraison, intérieur de l'aérogénérateur	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d'éléments	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 : DANGERS POTENTIELS DE L'INSTALLATION

6.3 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

6.3.1 PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

6.3.1.1 Conception du projet

Les choix qui ont été effectués par le porteur de projet au cours de la conception pour réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation sont les suivants :

- Choix de l'emplacement des installations : zone peu peuplée et éloignée des premières routes structurantes de la région,
- Eloignement des éoliennes avec les premières cibles potentielles :
 - plus de 500 m des premières habitations,
 - 223 m entre E8 et la RD958 (route principale à proximité du projet). Cette distance est supérieure à la hauteur totale de l'éolienne + 30 m.

- Modèles d'éoliennes munies de nombreuses mesures de sécurité et largement éprouvées industriellement.

6.3.1.2 Exploitation du parc

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

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

6.3.2 UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la Directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, dite Directive IPPC (« Integrated Pollution Prevention and Control »), afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles. Pour l'essentiel, la directive IPPC vise à minimiser la pollution émanant de différentes sources industrielles dans toute l'Union Européenne. Les exploitants des installations industrielles relevant de l'annexe I de la directive IPPC doivent obtenir des autorités des Etats-membres une autorisation environnementale avant leur mise en service.

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

7 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

7.1 INTRODUCTION

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 rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans le chapitre 8 pour l'analyse détaillée des risques.

7.2 INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien de Châtaignier.

Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012).

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

- Rapport du Conseil 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 (Syndicat des Energies Renouvelables / France Energie Eolienne) ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents

majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France.

Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012 (voir tableau détaillé en **ANNEXE 09**, tableau de travail validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné).

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

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs.

Dans ce graphique sont présentés :

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

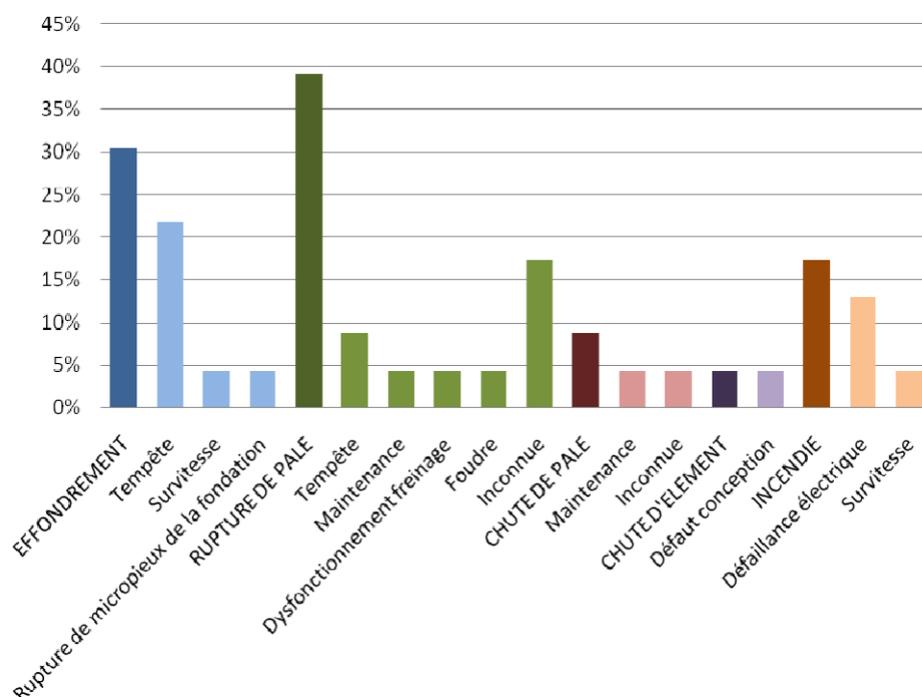


FIGURE 19 : REPARTITION DES EVENEMENTS ACCIDENTELS ET DE LEURS CAUSES PREMIERES SUR LE PARC D'AEROGENERATEUR FRANÇAIS ENTRE 2000 ET 2011

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. La principale cause de ces accidents est les tempêtes.

7.3 INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

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

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation par le groupe de travail 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.

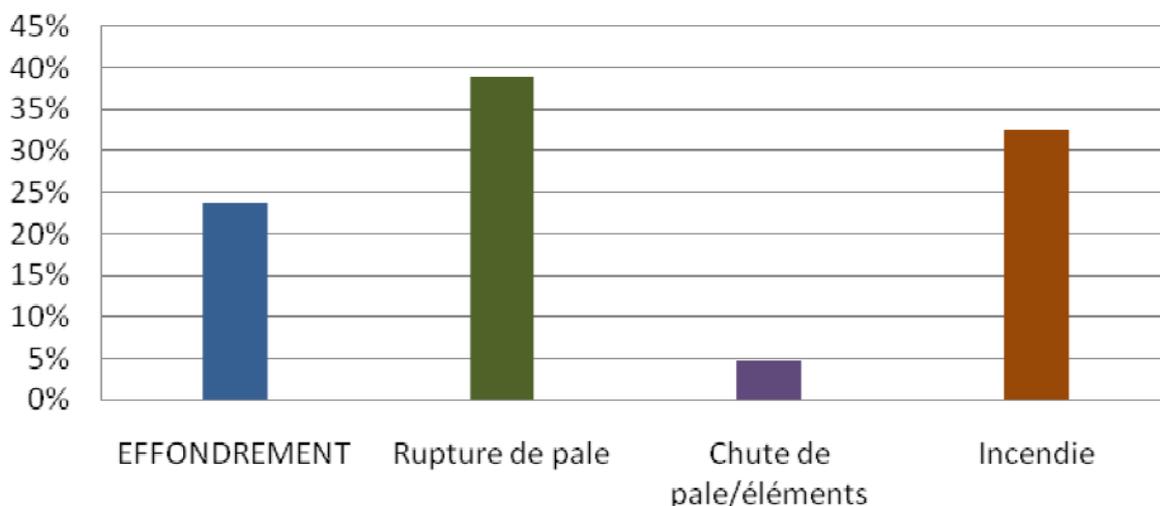


FIGURE 20 : REPARTITION DES EVENEMENTS ACCIDENTELS DANS LE MONDE ENTRE 2000 ET 2011

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).

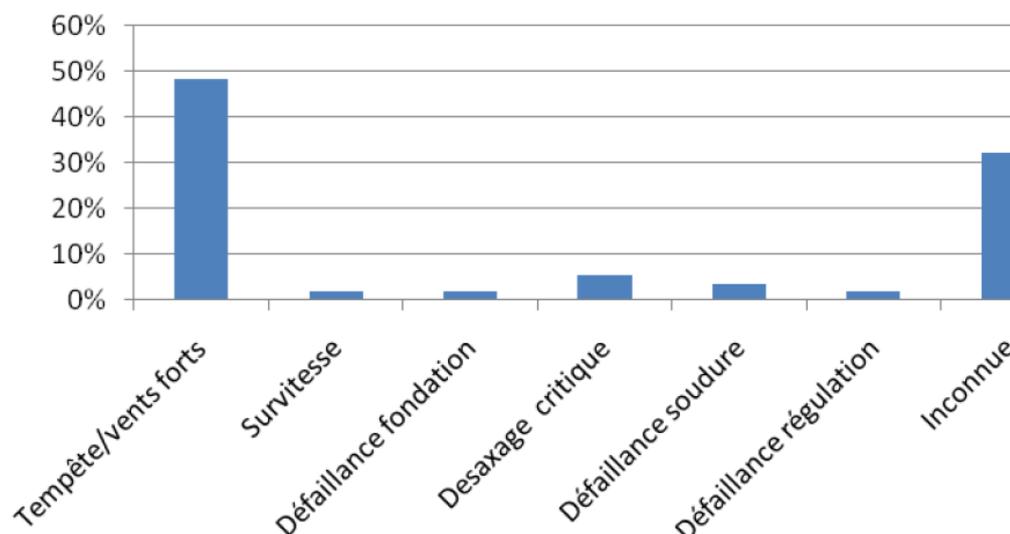


FIGURE 21 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES D'EFFONDREMENT

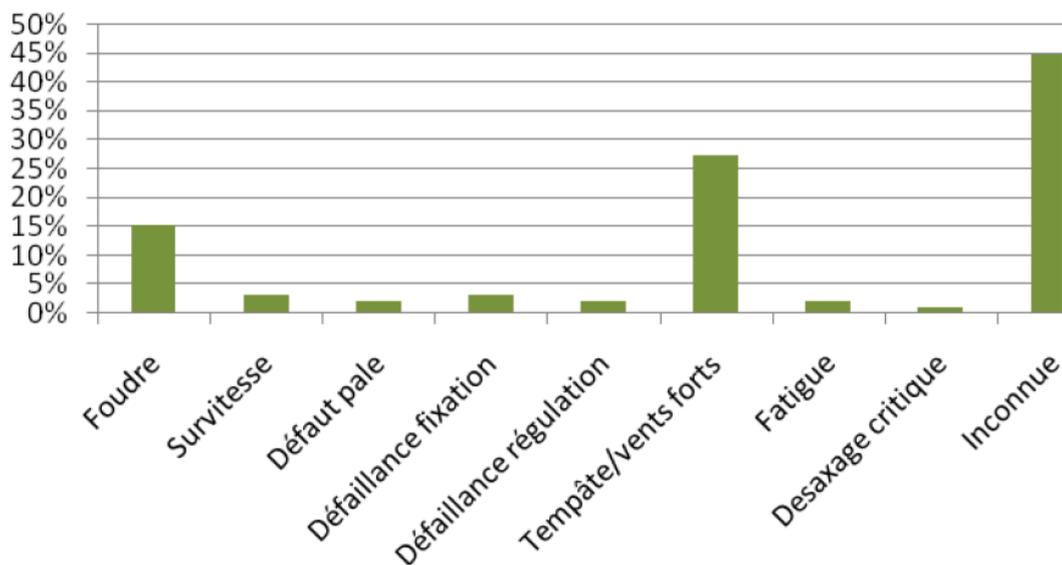


FIGURE 22 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES DE RUPTURE DE PALE

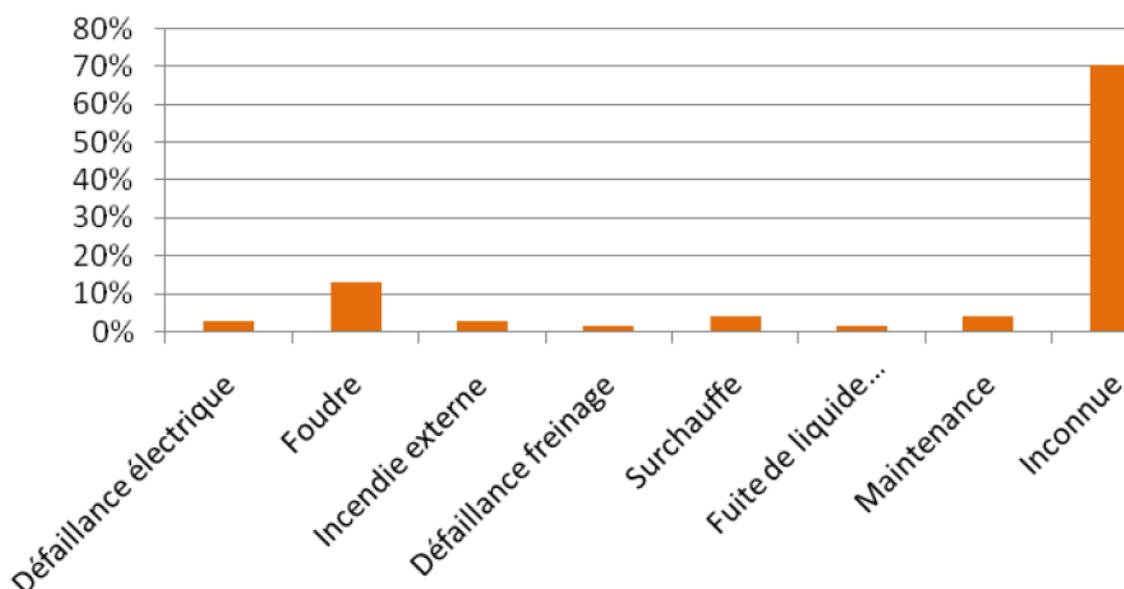


FIGURE 23 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES D'INCENDIE

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.

7.4 SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

7.4.1 ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

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

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

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

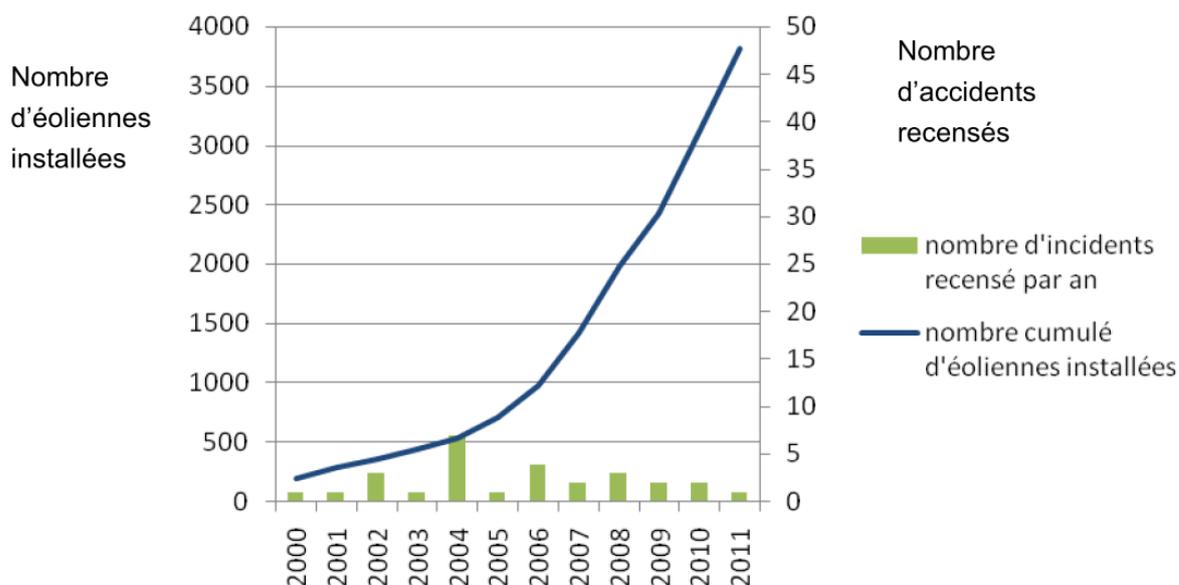


FIGURE 24 : EVOLUTION DU NOMBRE D'INCIDENTS ANNUELS EN FRANCE ET NOMBRE D'EOLIENNES INSTALLEES

On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'accidents reste relativement constant.

7.4.2 ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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.

Si les éoliennes ont évolué en taille et en puissance dans le monde entier, leur technologie actuelle est également sensiblement différente des premières éoliennes installées. Les technologies sont aujourd'hui plus sûres et plus fiables grâce à de nombreuses évolutions technologiques telles que :

- les freins manuels (sur le moyeu) de rotor qui ont été remplacés par des systèmes de régulation aérodynamiques (pitch), évitant l'emballement et assurant des vitesses de rotation nominales constantes ;
- l'évolution des matériaux des pales vers des fibres composites ;
- le développement de nouveaux systèmes de communication par fibre optique, satellites, etc. qui ont permis d'améliorer la supervision des sites et la prise de commande à distance ;
- l'installation de nouveaux systèmes de sécurité (détection de glace, vibrations, arrêt automatiques, etc.).

Ainsi, les premiers incidents qui ont été rencontrés (bris de pales, incendies, effondrement, etc.) ont amené les constructeurs à améliorer sans cesse leurs aérogénérateurs. Grâce à ces évolutions, et le retour d'expérience confirme cette tendance, les incidents sont aujourd'hui très rares et concernent en majorité des éoliennes d'ancienne génération.

Il convient aussi de noter qu'à ce jour, en France et dans le monde, aucun accident n'a entraîné la mort d'une personne tierce (promeneurs, riverains) du fait de l'effondrement d'éoliennes, de bris de pales ou de projections de fragment de pales.

7.5 LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

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

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

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

8 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

8.1 OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

8.2 RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

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

- chute de météorite ;
- séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées ;
- crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes) ;
- rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R.214-112 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.

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

- inondations ;
- séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- incendies de cultures ou de forêts ;

- pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses ;
- explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

8.3 RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

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

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

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

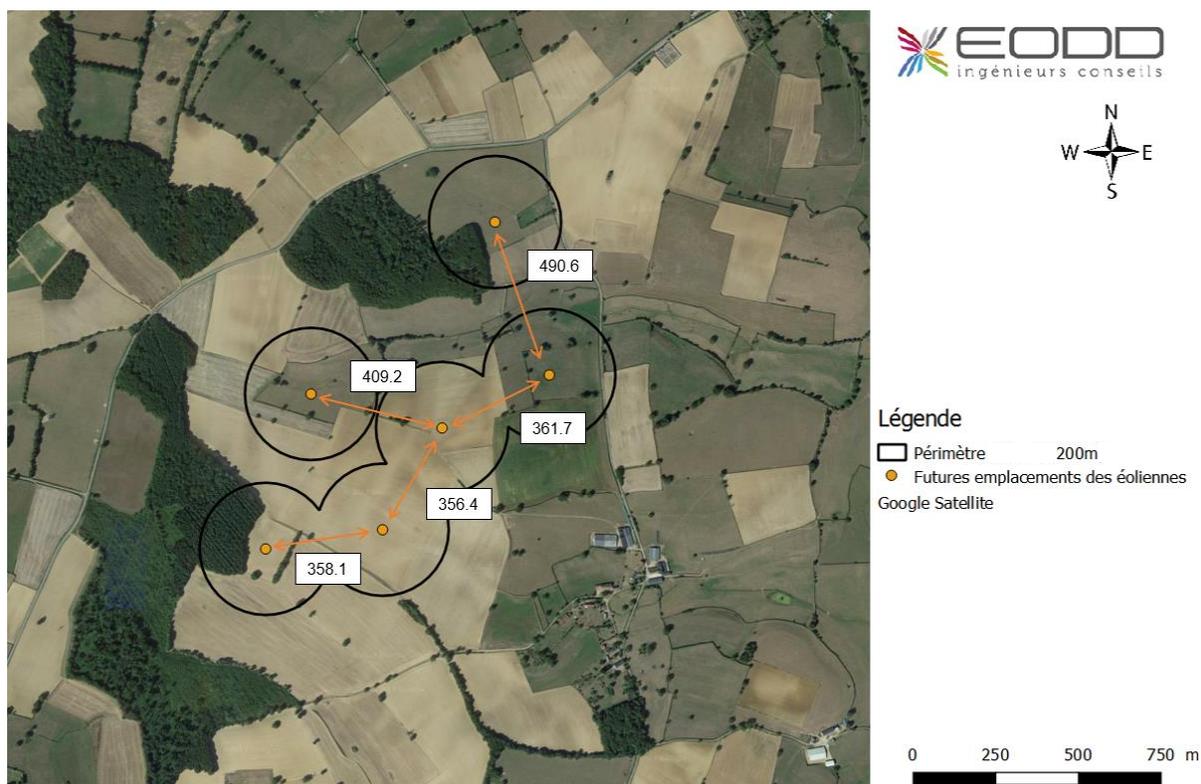
8.3.1 AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

On peut considérer que 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) peuvent constituer une agression externe, à l'exception des aérodromes implantés à moins de 2 km et des autres aérogénérateurs présents à moins de 500 mètres.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines :

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât de l'éolienne la plus proche
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Pas de voie structurante (fréquentation supérieure à 2000 véhicules / jour) à moins de 200 m
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Infrastructure au-delà du périmètre de 2000 m, couloir de survol à basse altitude (> 800 m)
Ligne électriques	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Pas de ligne haute tension à moins de 200 m Ligne 20 kV à environ 400 m de E8
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Cf. carte page suivante.

TABLEAU 14 : AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES



Distances en mètres

FIGURE 25 : DISTANCE INTER-EOLIENNES

8.3.2 AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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 ce tableau 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 ci-après.

En ce qui concerne la foudre, on considère que le respect des normes rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable (risque électrique, risque 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.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels et l'intensité à laquelle les aérogénérateurs seraient soumis :

Agression externe	Intensité
Séisme	Zone de sismicité 0 (très faible)
Vents et tempête	Vents dominants de direction Sud-Est. Supérieurs potentiellement à 8 m/s. L'emplacement n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux.
Foudre	Les éoliennes Nordex intègrent un système perfectionné de protection contre la foudre qui protège les pales et le reste de la structure en cas d'orage. Elles respectent en outre la norme IEC 61 400-24.
Glissement de sols/ affaissement miniers, hydrogéologie	Remontée de nappe (aléa faible sur l'ensemble du site d'étude)

TABLEAU 15 : AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

8.4 SCENARII ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Après avoir recensé, dans un premier temps, les potentiels de danger des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux (voir paragraphes 6.1 et 6.2), l'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 préliminaire de la zone d'effets attendue de ces événements.

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

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

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

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute / projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute / projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres Installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection /chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection /chute fragments et chute mât	2
E03	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection /chute fragments et chute mât	2
E04	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E05	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection /chute fragments et chute mât	2
E06	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection /chute fragments et chute mât	2
E07	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection /chute fragments et chute mât	2

TABLEAU 16 : SCENARIOS ETUDIÉS DANS L'APR

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.

Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en **ANNEXE 09**.

8.5 EFFETS DOMINOS

Lorsqu'un accident majeur a lieu sur une installation, les effets de cet accident peuvent potentiellement endommager d'autres installations voire conduire à un autre accident. Ce phénomène est appelé « effet domino ».

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

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

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

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

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

8.6 MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

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

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées sur tous les modèles d'éoliennes et donc mises en œuvre sur les éoliennes du parc éolien de Châtaignier.

Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.

- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).
- **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.
- **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.
- **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.

1	PREVENIR LA MISE EN MOUVEMENT DE L'EOLIENNE LORS DE LA FORMATION DE GLACE
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.

Indépendance	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011
Efficacité	100 %
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement
2	PREVENIR L'ATTEINTE DES PERSONNES PAR LA CHUTE DE GLACE
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).
Indépendance	Oui
Temps de réponse	NA
Efficacité	100 %. 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.
3	PREVENIR L'ECHAUFFEMENT SIGNIFICATIF DES PIECES MECANIQUES
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	/
Indépendance	Oui
Temps de réponse	NA
Efficacité	100%
Tests	Test permanent des capteurs
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.
4	PREVENIR LA SURVITESSE
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.

Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.
Indépendance	Oui
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.
Efficacité	100%
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence). Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.
5	PREVENIR LES COURTS-CIRCUITS
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.
Indépendance	Oui
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde
Efficacité	100%
Tests	/
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.
6	PREVENIR LES EFFETS DE LA Foudre
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques
Indépendance	Oui

Temps de réponse	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.
7	PROTECTION ET INTERVENTION INCENDIE
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine ; Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle ; Intervention des services de secours.
Description	Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).
Indépendance	Oui
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs 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.
8	PREVENTION ET RETENTION DES FUITES
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution

Description	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.</p> <p>Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange.</p> <p>Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant 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. <p>Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.</p>
Indépendance	Oui
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite
Efficacité	100%
Tests	/
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an
9	PREVENIR LES DEFAUTS DE STABILITE DE L'EOLIEENNE ET LES DEFAUTS D'ASSEMBLAGE (CONSTRUCTION – EXPLOITATION)
Mesures de sécurité	<p>Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.)</p> <p>Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)</p>
Description	<p>La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne.</p> <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>
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 Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.</p>
10	PREVENIR LES ERREURS DE MAINTENANCE

Mesures de sécurité	Procédure maintenance
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel
Indépendance	Oui
Temps de réponse	NA
Efficacité	100%
Tests	Contrôle régulier des connaissances du personnel et formation régulière
Maintenance	NA
11	PREVENIR LES RISQUES DE DEGRADATION DE L'ÉOLIENNE EN CAS DE VENT FORT
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes. Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite.
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.
Indépendance	Oui
Temps de réponse	< 1 min
Efficacité	100% NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.
Tests	Tests de l'arrêt, l'arrêt d'urgence et l'arrêt en cas de survitesse
Maintenance	Vérification lors de la mise en service puis tous les ans

Note : « NA » : Non Applicable

TABLEAU 17 : FONCTIONS DE SECURITE MISES EN ŒUVRE

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.

8.7 CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

NOM DU SCENARIO EXCLU	JUSTIFICATION
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	<p>En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.</p> <p>Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.</p>
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	<p>En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)</p>
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	<p>Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul.</p> <p>Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.</p>
Infiltration d'huile dans le sol	<p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.</p> <p>Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.</p>

TABEAU 18 : SCENARIOS EXCLUS DE L'ETUDE DETAILLEE

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques sont les suivantes :

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

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

9 ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

9.1 OBJECTIF DE L'ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus 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.

9.2 RAPPEL DES DEFINITIONS

Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux sont précisées dans l'**arrêté ministériel du 29 septembre 2005**. Cet arrêté ne prévoit de détermination de l'intensité et de la gravité que pour les effets de surpression, de rayonnement thermique et 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 de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

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

9.2.1 CINETIQUE

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

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

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

9.2.2 INTENSITE

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

On constate que les scénarios retenus au terme de l'analyse préliminaire des risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine. Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène (pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

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

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

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

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

INTENSITE	DEGRE D'EXPOSITION
exposition très forte	Supérieur à 5 %
exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
exposition modérée	Inférieur à 1 %

TABLEAU 19 : DEGRE D'EXPOSITION

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

9.2.3 GRAVITE

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

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode présentée en **ANNEXE 09**. Cette méthode se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

INTENSITE \ GRAVITE	EXPOSITION TRES FORTE	EXPOSITION FORTE	EXPOSITION MODEREE
« DESASTREUX »	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
« SERIEUX »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« MODERE »	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 20 : GRAVITE

9.2.4 PROBABILITE

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

NIVEAUX	ECHELLE QUALITATIVE	ECHELLE QUANTITATIVE (PROBABILITE ANNUELLE)
A	<p style="text-align: center;">Courant</p> 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	<p style="text-align: center;">Probable</p> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	<p style="text-align: center;">Improbable</p> 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	<p style="text-align: center;">Rare</p> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	<p style="text-align: center;">Extrêmement rare</p> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$P \leq 10^{-5}$

TABLEAU 21 : NIVEAUX DE PROBABILITE

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, la probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne est déterminée en fonction :

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

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

Cependant, on pourra rappeler que la probabilité qu'un accident sur une personne ou un bien se produise est très largement inférieure à la probabilité de départ de l'événement redouté.

La probabilité d'accident est en effet le produit de plusieurs probabilités :

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

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

9.2.5 ACCEPTABILITE DES RISQUES

Pour conclure à l'acceptabilité des risques présentés par le parc éolien, chaque scénario est placé selon sa gravité et sa probabilité dans la matrice de criticité présentée ci-dessous et adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	MMR rang 2 sites existants)	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3	NON rang 4
4. Catastrophique	MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3
3. Important	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1	NON rang 2
2. Sérieux			MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1
1. Modéré					MMR rang 1

TABLEAU 22 : GRILLE DE CRITICITE POUR L'EVALUATION DES RISQUES

Avec :

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

Zone en rouge « NON » : risque élevé \leftrightarrow accidents « inacceptables » susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site.

Zone en jaune « MMR » : Mesures de Maîtrise des Risques. Les phénomènes accidentels dans cette zone doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue 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 ainsi que de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Zone en vert : risque moindre : accidents « acceptables » dont il n'y a pas lieu de s'inquiéter outre mesure (le risque est maîtrisé).

Chaque accident potentiel identifié lors de l'analyse des risques des processus industriels a été évalué par le couple probabilité / gravité sans puis avec prise en compte des mesures de maîtrise des risques, puis représenté dans la grille de criticité, dans une démarche itérative de réduction des risques à la source.

9.3 CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

Le modèle retenu pour l'évaluation de chaque scénario est la Nordex N117 dont les dimensions principales sont rappelées dans le tableau ci-après.

Modèle	Hauteur mât	Largeur (diamètre) mât	Longueur pale	Diamètre rotor	Hauteur totale	Surface balayée par rotor
Nordex N117	91 m	4,3 m	58,5 m	117 m	149,5 m	10 751 m ²

TABLEAU 23 : DIMENSIONS PRINCIPALES DE L'EOLIENNE RETENUE

9.3.1 EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE

9.3.1.1 Zone d'effet

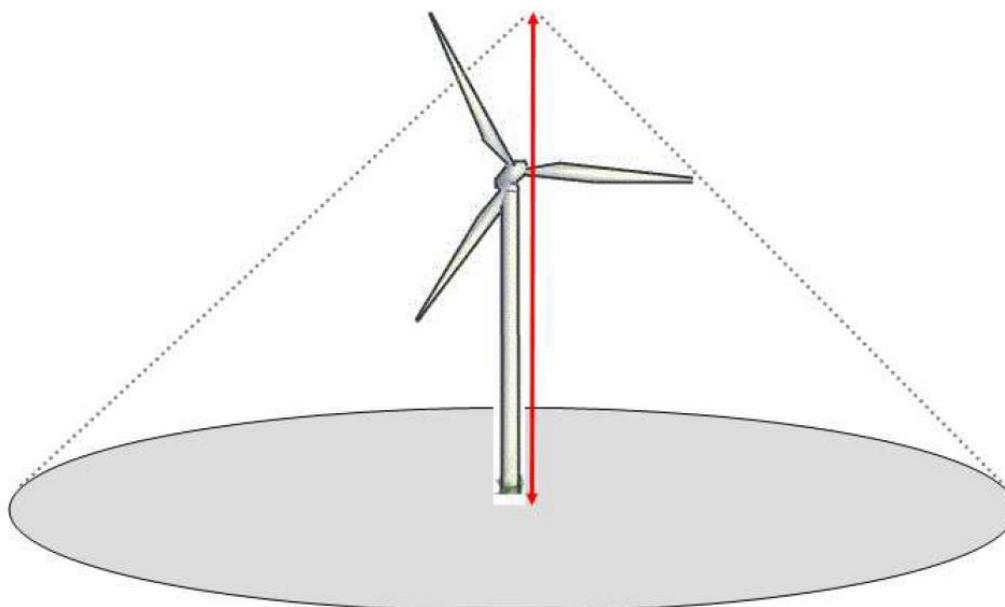


FIGURE 26 : EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE – DISTANCE D'EFFET

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 dans le cas des éoliennes du parc de Châtaignier, 149,5 m maximum.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie présentée dans le guide de l'Ineris. 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.

9.3.1.2 Intensité

Le guide technique de rédaction des études de dangers réalisée par l'Ineris et daté de mai 2012 semble présenter une erreur puisque deux définitions du degré d'exposition sont présentées :

- 1^{ère} définition : degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale balayée par le rotor et la surface du mât non balayée par le rotor, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part,
- 2^{ème} définition : le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface de l'éolienne (surface des pâles uniquement (3 formes triangulaires) et surface du mât non balayée par le rotor) d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène d'autre part.

La 1^{ère} définition étant majorante (surface balayée par le rotor plus grande que surface des pales uniquement, donc degré d'exposition plus élevé), nous nous baserons sur cette méthode de calcul du degré d'exposition et donc de l'intensité, à savoir : le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale balayée par le rotor et la surface du mât non balayée par le rotor (**violet**), d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène (**rouge**), d'autre part :

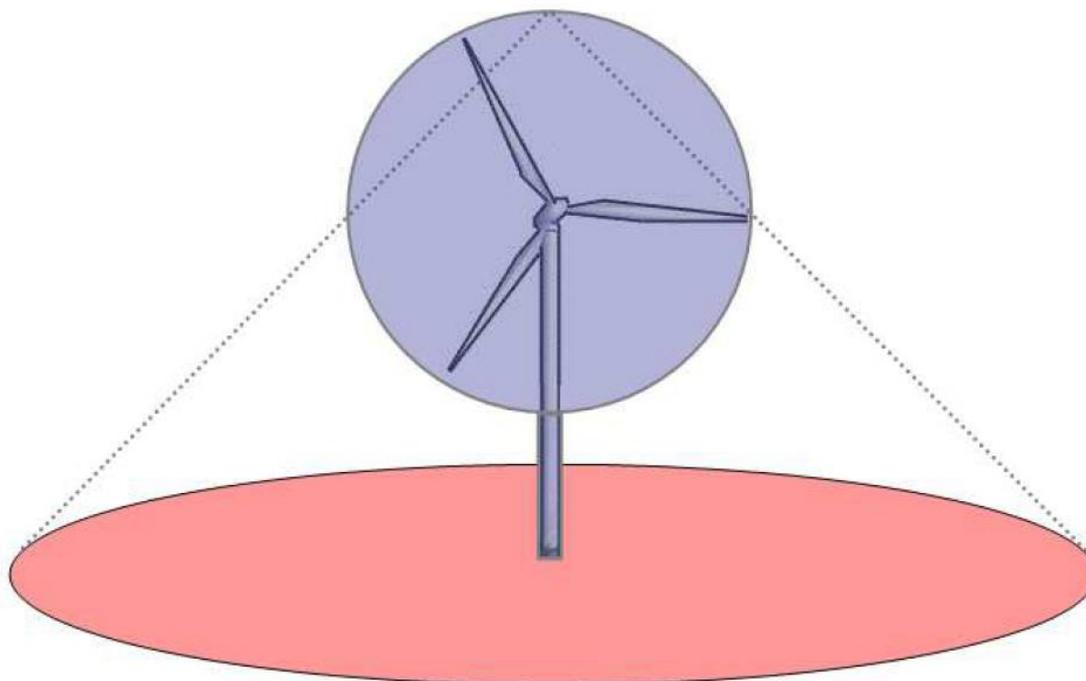


FIGURE 27 : EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE – INTENSITE

On a donc :

$$D_{\text{exposition}} = \frac{((H - R) \times L) + (\Pi * R^2)}{(\Pi \times D_{\text{effet}}^2)}$$

Avec :

- H la hauteur du mât,
- L la largeur du mât,
- R le rayon du rotor,
- D_{effet} la distance d'effet.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Châtaignier.

Modèle d'éolienne	Dimensions de l'éolienne (en m)			Zone d'effet en m ²	Degré d'exposition (en %)	Intensité
	H	R	L			
Nordex N117 (H _{mât} : 91 m)	91	58,5	4,3	70215,38	15,51%	Très forte

TABLEAU 24 : EFFONDREMENT DE L'EOLIEUNE - INTENSITE

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

La carte suivante reprend les zones potentiellement touchées en cas d'effondrement des éoliennes.

Légende

-  Eolienne
-  Plateforme technique
-  Raccordement réseau
-  Chemin
-  Route
-  Boisement

Distance d'effet

-  Effondrement éolienne

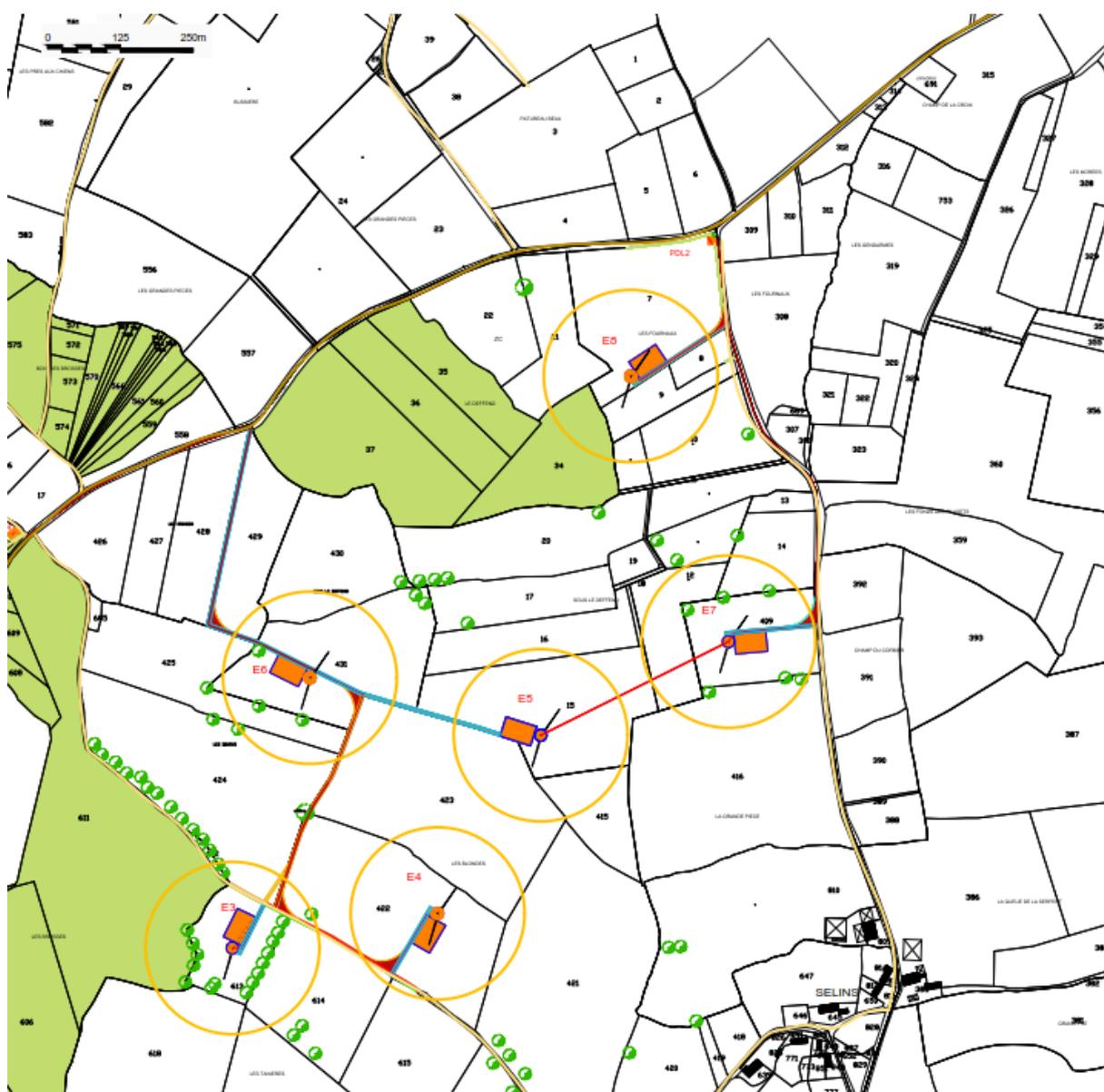


FIGURE 28 : EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE - DISTANCES D'EFFETS

9.3.1.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 9.2.3), 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.

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

Modèle d'éolienne	Eolienne	Terrain très peu fréquenté (0,01pers/ha)		Chemins ruraux et voie de circulation à faible trafic (0,1 pers/ha)		Nb de personnes exposées au total	Gravité
		Surface exposée en ha	Nb de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nb de personnes exposées		
Nordex N117	E3	7,018	0,070	0,065	0,006	0,077	Important
	E4	7,018	0,070	0,039	0,004	0,074	Important
	E5	7,018	0,070	0,000	0,000	0,070	Important
	E6	7,018	0,070	0,000	0,000	0,070	Important
	E7	7,018	0,070	0,000	0,000	0,070	Important
	E8	7,018	0,070	0,000	0,000	0,070	Important

TABLEAU 25 : EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE - GRAVITE

9.3.1.4 Probabilité

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

SOURCE	FREQUENCE	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 26 : EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE - PROBABILITE

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'expérience⁴, 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 : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité ».

9.3.1.5 Acceptabilité

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

⁴ 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.

Effondrement de l'éolienne			
Eolienne	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
E3	D	Important	Faible
E4			
E5			
E6			
E7			
E8			

TABLEAU 27 : EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE - NIVEAU DE RISQUE

Ainsi, pour le parc éolien de Châtaignier le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

9.3.2 CHUTE DE GLACE

9.3.2.1 *Considération générale*

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

Selon l'étude WECO, une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concerné par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an. Le projet éolien de Châtaignier se situe dans une zone de gel « occasionnel » pour les éoliennes soit moins d'un jour par an.

Lors des périodes de dégel qui suivent les périodes de grand froid, des chutes de glace peuvent se produire depuis la structure de l'éolienne (nacelle, pales). Normalement, le givre qui se forme en fine pellicule sur les pales de l'éolienne fond avec le soleil. En cas de vents forts, des morceaux de glace peuvent se détacher. Ils se désagrègent généralement avant d'arriver au sol.

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

9.3.2.2 *Zone d'effet*

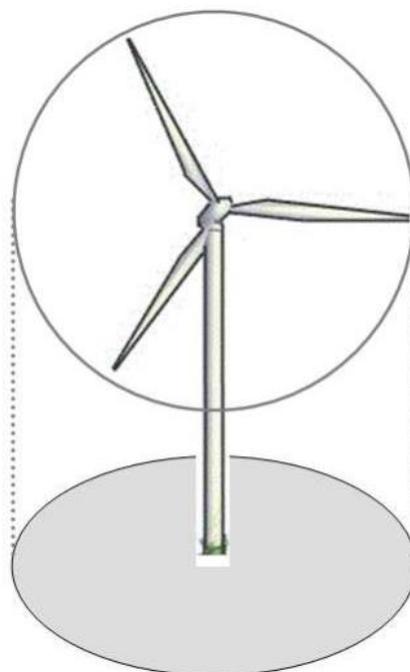


FIGURE 29 : CHUTE DE GLACE - DISTANCES D'EFFETS

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne (58,5 mètres).

Pour le parc éolien de Châtaignier, la zone d'effet a donc une surface de 10 751 m².

Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

9.3.2.3 Intensité

Pour le phénomène de chute de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (considérée de façon majorante égale à 1 m²) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol) :

$$D_{\text{exposition}} = \frac{1}{(\pi \times D_{\text{effet}}^2)}$$

Avec D_{effet} la distance d'effet.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du Parc éolien de Châtaignier.

Modèle d'éolienne	Zone d'impact (en m ²)	Distance d'effet (en m)	Zone d'effet (m ²)	Degré d'exposition (en %)	Intensité
Nordex N117	1	58,5	10751	0,01%	Exposition modérée

TABLEAU 28 : CHUTE DE GLACE – INTENSITE

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

La carte suivante reprend les zones potentiellement touchées par le phénomène de chute de glace.

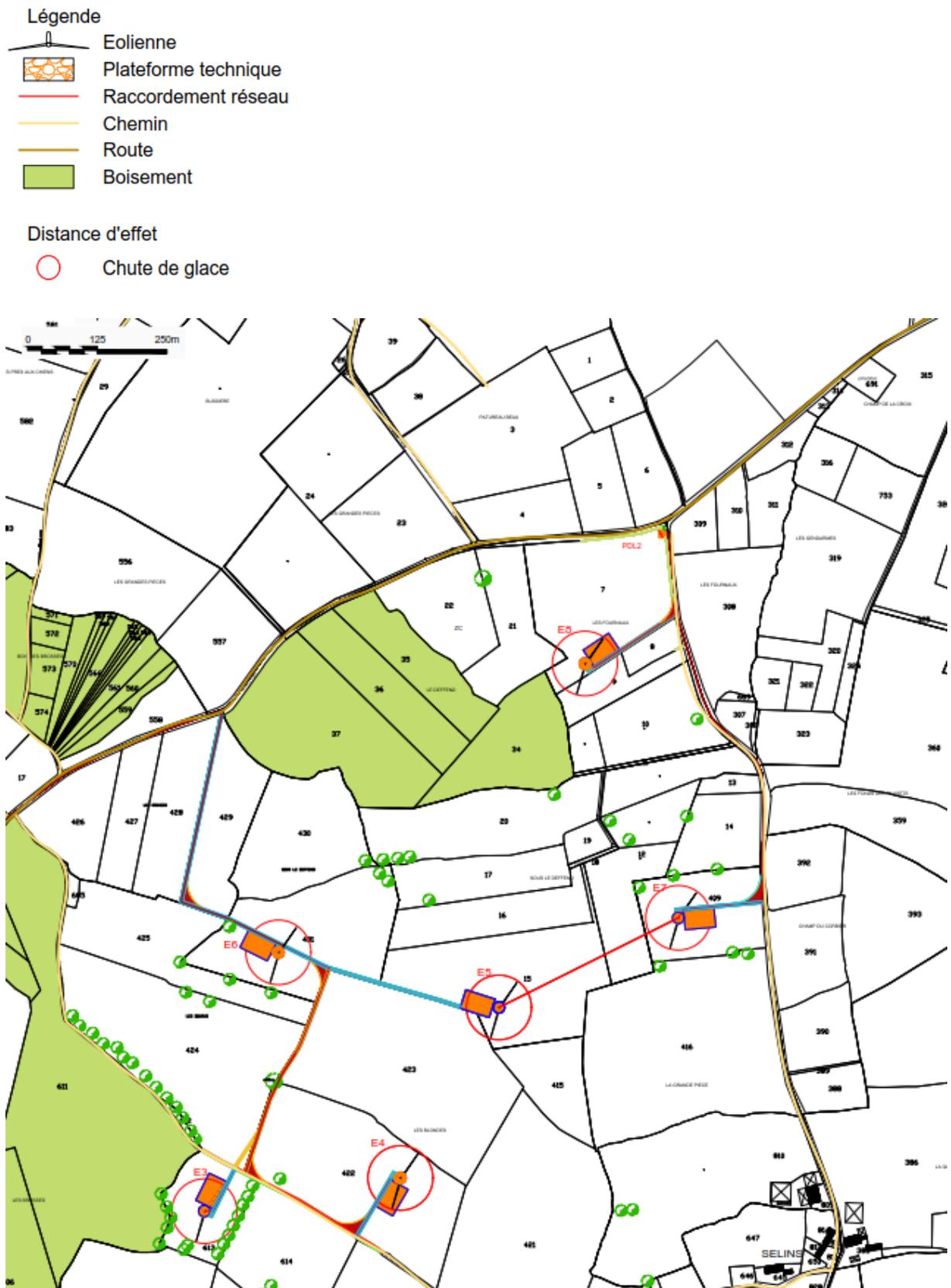


FIGURE 30 : CHUTE DE GLACE - DISTANCES D'EFFETS

9.3.2.4 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 9.2.3), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne.

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

Modèle d'éolienne	Eolienne	Terrain très peu fréquenté (0,01pers/ha)		Chemins ruraux et voie de circulation à faible trafic (0,1 pers/ha)		Nb de personnes exposées au total	Gravité
		Surface exposée en ha	Nb de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nb de personnes exposées		
Nordex N117	E3	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré
	E4	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré
	E5	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré
	E6	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré
	E7	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré
	E8	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré

TABLEAU 29 : CHUTE DE GLACE – GRAVITE

9.3.2.5 Probabilité

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

9.3.2.6 Acceptabilité

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

Chute de glace			
Eolienne	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
E3	A	Modéré	Faible
E4			
E5			
E6			
E7			
E8			

TABLEAU 30 : CHUTE DE GLACE – NIVEAU DE RISQUE

Ainsi, pour le **parc éolien de Châtaignier**, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

9.3.3 CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE

9.3.3.1 Zone d'effet

La chute d'éléments comprend la chute de tous les équipements situés en hauteur : trappes, boulons, morceaux de pales ou pales entières. Le cas majorant est ici le cas de la chute de pale.

Il est retenu dans l'étude détaillée des risques pour représenter toutes les chutes d'éléments.

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor, soit dans le cas du parc éolien de Châtaignier : 58,5 m.

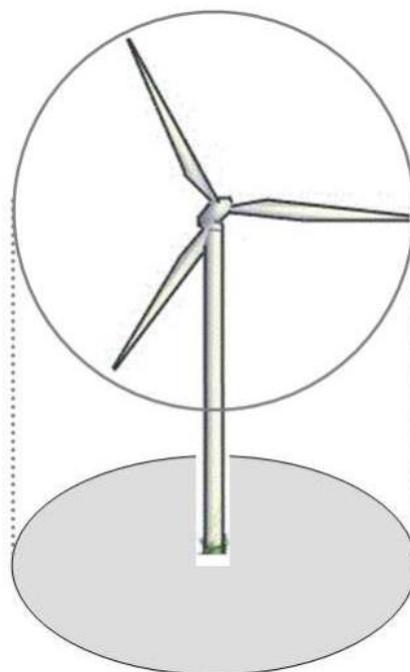


FIGURE 31 : CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE - DISTANCES D'EFFETS

9.3.3.2 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) (**violet**) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol) (**rouge**).

Ainsi, le degré d'exposition s'obtient par la formule suivante :

$$D_{\text{exposition}} = \frac{L_p \times \frac{l_p}{2}}{(\Pi \times D_{\text{effet}}^2)}$$

Avec :

- L_p la longueur de pale ;
- l_p la largeur de la pale ($l_p = 2,5 \text{ m}$) ;
- D_{effet} la distance d'effet.

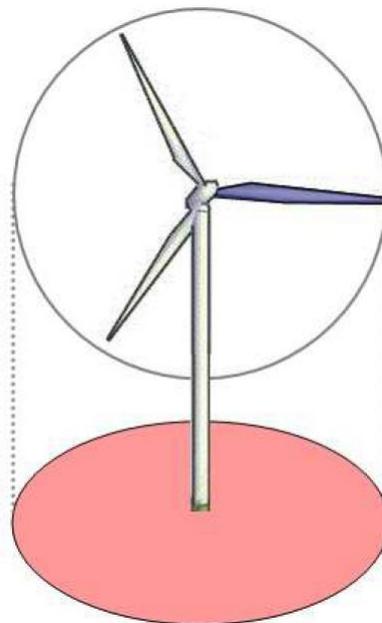


FIGURE 32 : CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE – INTENSITE

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du **parc éolien de Châtaignier**.

Modèle d'éolienne	Longueur de pale L_p en m	Zone d'impact (en m^2)	Distance d'effet (en m)	Zone d'effet	Degré d'exposition (en %)	Intensité
Nordex N117	58,5	73,125	58,5	10751	0,680%	Exposition modérée

TABLEAU 31 : CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE – INTENSITE

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

La carte suivante reprend les zones d'effets du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne.



FIGURE 33 : CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE – INTENSITE

9.3.3.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 9.2.3), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne, dans la zone de survol de l'éolienne.

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

Modèle d'éolienne	Eolienne	Terrain très peu fréquenté (0,01pers/ha)		Chemins ruraux et voie de circulation à faible trafic (0,1 pers/ha)		Nb de personnes exposées au total	Gravité
		Surface exposée en ha	Nb de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nb de personnes exposées		
Nordex N117	E3	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré
	E4	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré
	E5	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré
	E6	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré
	E7	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré
	E8	1,075	0,011	0,000	0,000	0,011	Modéré

TABLEAU 32 : CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE – GRAVITE

9.3.3.4 Probabilité

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

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

9.3.3.5 Acceptabilité

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

Chute d'éléments de l'éolienne			
Eolienne	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
E3	C	Modéré	Très faible
E4			
E5			
E6			
E7			
E8			

TABLEAU 33 : CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE – NIVEAU DE RISQUE

Ainsi, pour le **parc éolien de Châtaignier**, le phénomène de chute d'éléments des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

9.3.4 PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

9.3.4.1 Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en **ANNEXE 09**, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 mètres par rapport au mât de l'éolienne. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent des distances d'effet inférieures.

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

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études [5] et [6] (cf. **ANNEXE 09**).

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.



FIGURE 34 : PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALE - DISTANCE D'EFFET

9.3.4.2 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, de forme triangulaire) (**violet**) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (500 m) (**rouge**) :

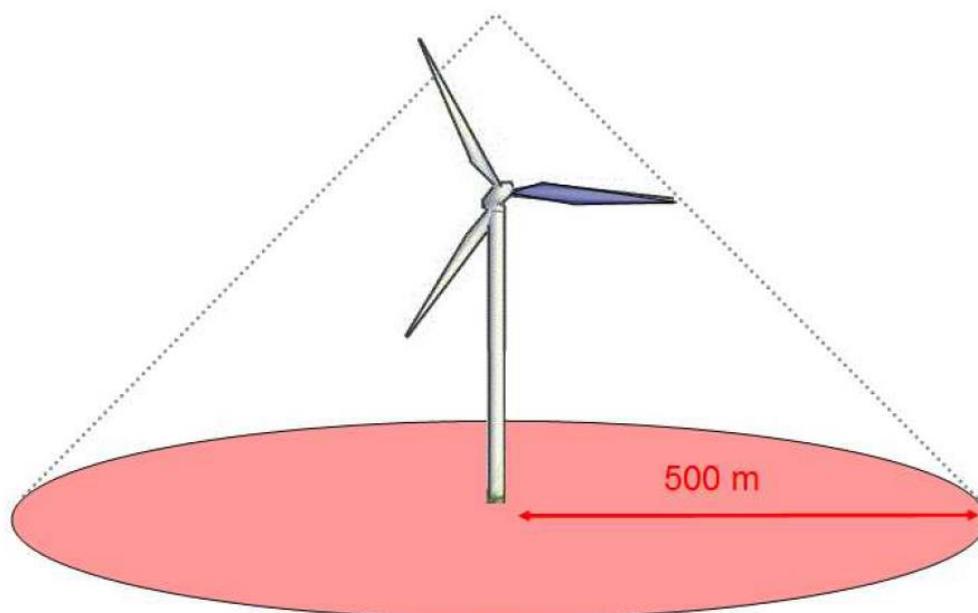


FIGURE 35 : PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALE - DISTANCE D'EFFET

Ainsi, le degré d'exposition s'obtient par la formule suivante :

$$D_{\text{exposition}} = \frac{L_p \times \frac{l_p}{2}}{(\pi \times D_{\text{effet}}^2)}$$

Avec :

- L_p la longueur de pale ;
- l_p la largeur de la pale ($l_p = 2,5 \text{ m}$) ;
- D_{effet} la distance d'effet.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Châtaignier.

Modèle d'éolienne	Longueur de pale L_p en m	Zone d'impact (en m^2)	Distance d'effet (en m)	Zone d'effet	Degré d'exposition (en %)	Intensité
Nordex N117	58,5	73,125	500	785400	0,009%	Exposition modérée

TABLEAU 34 : PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALE – INTENSITE

La carte suivante reprend les distances d'effets du phénomène de projection de pale ou de fragment de pale ainsi que les zones potentiellement atteintes.

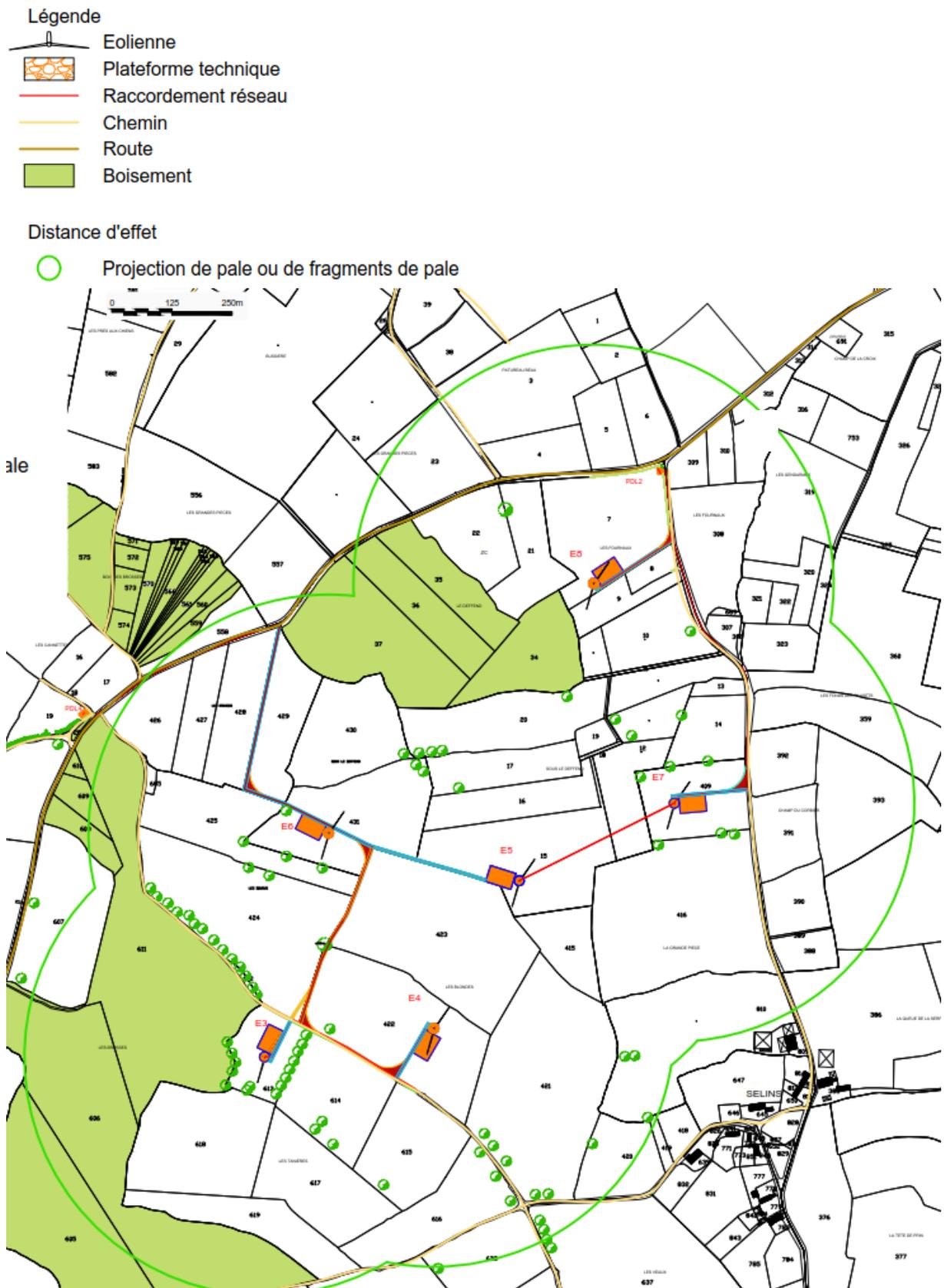


FIGURE 36 : PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALE - DISTANCES D'EFFETS

9.3.4.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 9.2.3, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne.

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

Modèle d'éolienne	Eolienne	Terrain très peu fréquenté (0,01pers/ha)		Chemins ruraux et voie de circulation à faible trafic (0,1 pers/ha)		Nb de personnes exposées au total	Gravité
		Surface exposée en ha	Nb de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nb de personnes exposées		
Nordex N117	E3	78,5	0,785	0,359	0,036	0,821	Modéré
	E4	78,5	0,785	0,409	0,041	0,826	Modéré
	E5	78,5	0,785	0,065	0,006	0,791	Modéré
	E6	78,5	0,785	0,495	0,049	0,834	Modéré
	E7	78,5	0,785	0,297	0,030	0,815	Modéré
	E8	78,5	0,785	0,780	0,078	0,863	Modéré

TABLEAU 35 : PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALE – GRAVITE

9.3.4.4 Probabilité

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

SOURCE	FREQUENCE	JUSTIFICATION
Site specific hazard assesment for a wind farm project	1 x 10 ⁻⁶	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines	1, 1 x 10 ⁻³	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances	6,1 x 10 ⁻⁴	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

TABLEAU 36 : PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALE – PROBABILITE

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 x 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'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 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* ».

9.3.4.5 Acceptabilité

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

Projection de pale ou de fragment de pale			
Eolienne	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
E3	D	Modéré	Très faible
E4			
E5			
E6			
E7			
E8			

TABLEAU 37 : PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALE – NIVEAU DE RISQUE

Ainsi, pour le **parc éolien de Châtaignier**, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

9.3.5 PROJECTION DE GLACE

9.3.5.1 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. La référence [15] (cf. ANNEXE 09) propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

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

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures évoquées dans le guide technique de l'Ineris. A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

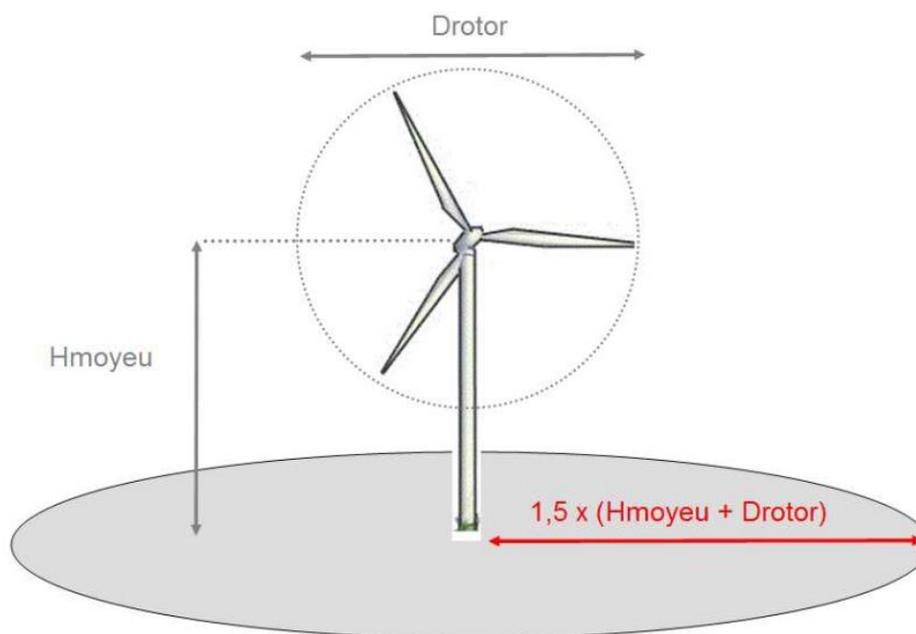


FIGURE 37 : PROJECTION DE GLACE – DISTANCE D'EFFET

Ainsi, pour le projet de parc éolien de Châtaignier, les distances d'effet sont de 312 mètres pour tous les aérogénérateurs.

9.3.5.2 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 :

$$D_{\text{exposition}} = \frac{1}{(\pi \times D_{\text{effet}}^2)}$$

Avec D_{effet} la distance d'effet.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du **parc éolien de Châtaignier**.

Modèle d'éolienne	Zone d'impact (en m ²)	Distance d'effet (en m)	Zone d'effet	Degré d'exposition (en %)	Intensité
Nordex N117	1	312	305815	0,000327%	Exposition modérée

TABLEAU 38 : PROJECTION DE GLACE – INTENSITE

La carte suivante reprend les distances d'effets du phénomène de projection de morceaux de glace.

Légende

-  Eolienne
-  Plateforme technique
-  Raccordement réseau
-  Chemin
-  Route
-  Boisement

Distance d'effet

-  Projection de glace

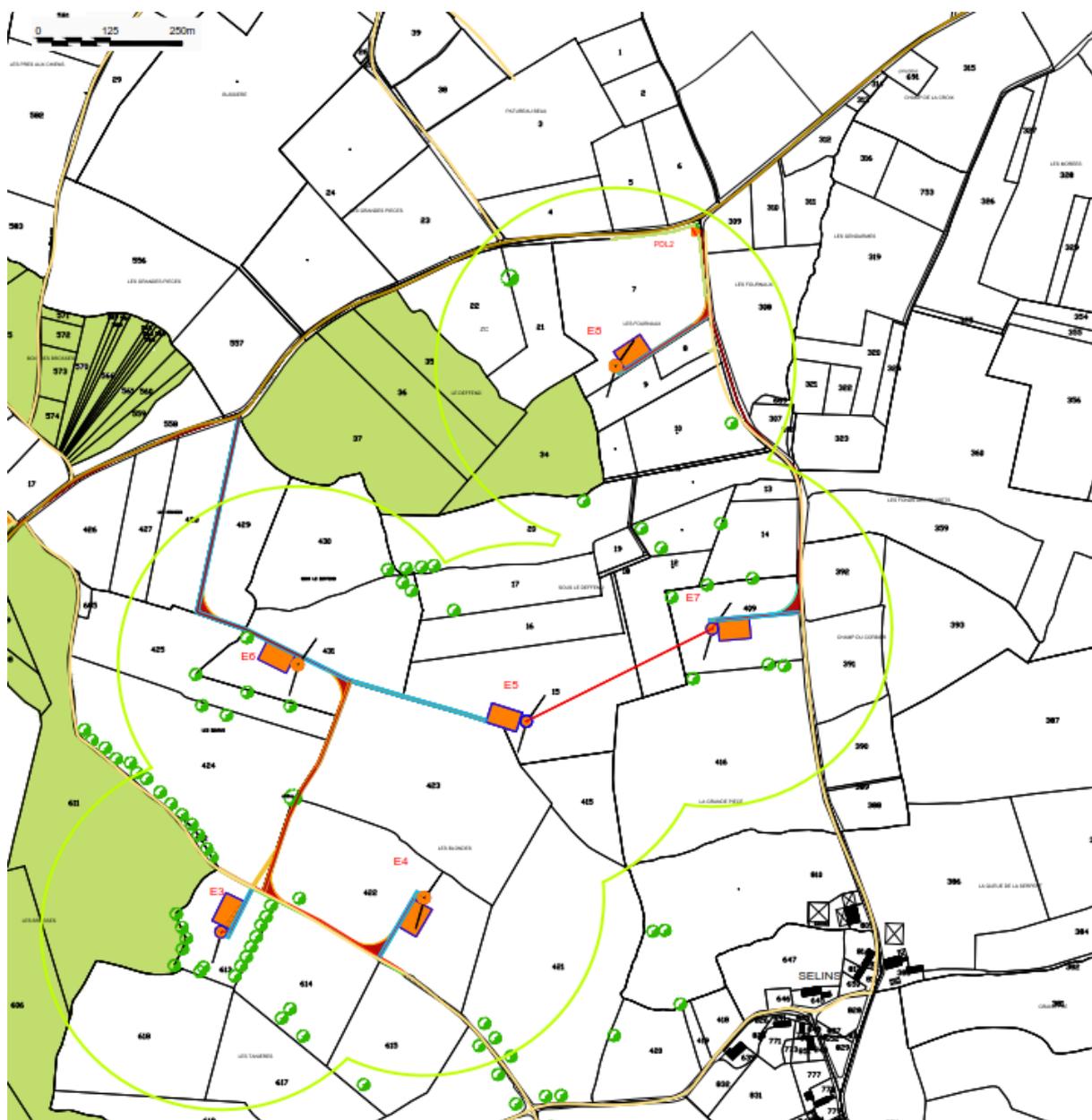


FIGURE 38 : PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE - DISTANCES D'EFFETS

9.3.5.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 9.2.3, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène. Il a été observé dans la littérature disponible [17] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

Les chemins ruraux ou à faible trafic agricoles ainsi présents dans la zone d'effet présentée ci-contre ne seront donc pas comptabilisés.

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

Modèle d'éolienne	Eolienne	Terrain très peu fréquenté (0,01 pers/ha)		Nb de personnes exposées au total	Gravité
		Surface exposée en ha	Nb de personnes exposées		
Nordex N117	E3	30,566	0,306	0,306	Modéré
	E4	30,566	0,306	0,306	Modéré
	E5	30,566	0,306	0,306	Modéré
	E6	30,566	0,306	0,306	Modéré
	E7	30,566	0,306	0,306	Modéré
	E8	30,566	0,306	0,306	Modéré

TABLEAU 39 : PROJECTION DE GLACE – GRAVITE

9.3.5.4 Probabilité

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

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

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

9.3.5.5 Acceptabilité

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

Projection de morceau de glace				
Eolienne	Probabilité	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E3	B	Modéré	Système de détection du givre et de mise à l'arrêt de la machine + procédure adéquate de redémarrage (manuelle ou automatique)	Très faible
E4				
E5				
E6				
E7				
E8				

TABLEAU 40 : PROJECTION DE GLACE – NIVEAU DE RISQUE

Ainsi, pour le parc éolien de Châtaignier, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

9.4 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

9.4.1 TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Ces paramètres correspondent aux résultats les plus impactants obtenus.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	149,5 mètres autour de chaque éolienne	Rapide	Exposition très forte	D	Important
Chute de glace	58,5 mètres autour de chaque éolienne	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré
Chute d'éléments de l'éolienne	58,5 mètres autour de chaque éolienne (zone de survol)	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré
Projection de pale ou fragments de pales	500 mètres autour de chaque éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Modéré
Projection de glace	312 mètres autour de chaque éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modéré

TABLEAU 41 : RESULTAT DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

9.4.2 SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

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

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010, reprend la gravité et la probabilité de chaque scénario en prenant en compte les résultats les plus impactants obtenus :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important		IE			
2. Sérieux					
1. Modéré		IPp	ICe	IPg	ICg

TABLEAU 42 : MATRICE D'ACCEPTABILITE DES RISQUES

Et :

- IE : scénario d'Effondrement de l'éolienne ;
- ICg : scénario de Chute de glace ;
- ICe: scénario de Chute d'éléments ;
- IPp : scénario de Projection de pale ;
- IPg : scénario de Projection de glace.

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice (scénario à niveau de risque non acceptable) ;
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées au paragraphe 8.6 sont mises en place.

9.4.3 CARTOGRAPHIE DES RISQUES

Les cartes suivantes reprennent pour chaque scénario et dans le cas le plus contraignant la synthèse de l'intensité et de la gravité calculées dans cette étude de dangers.

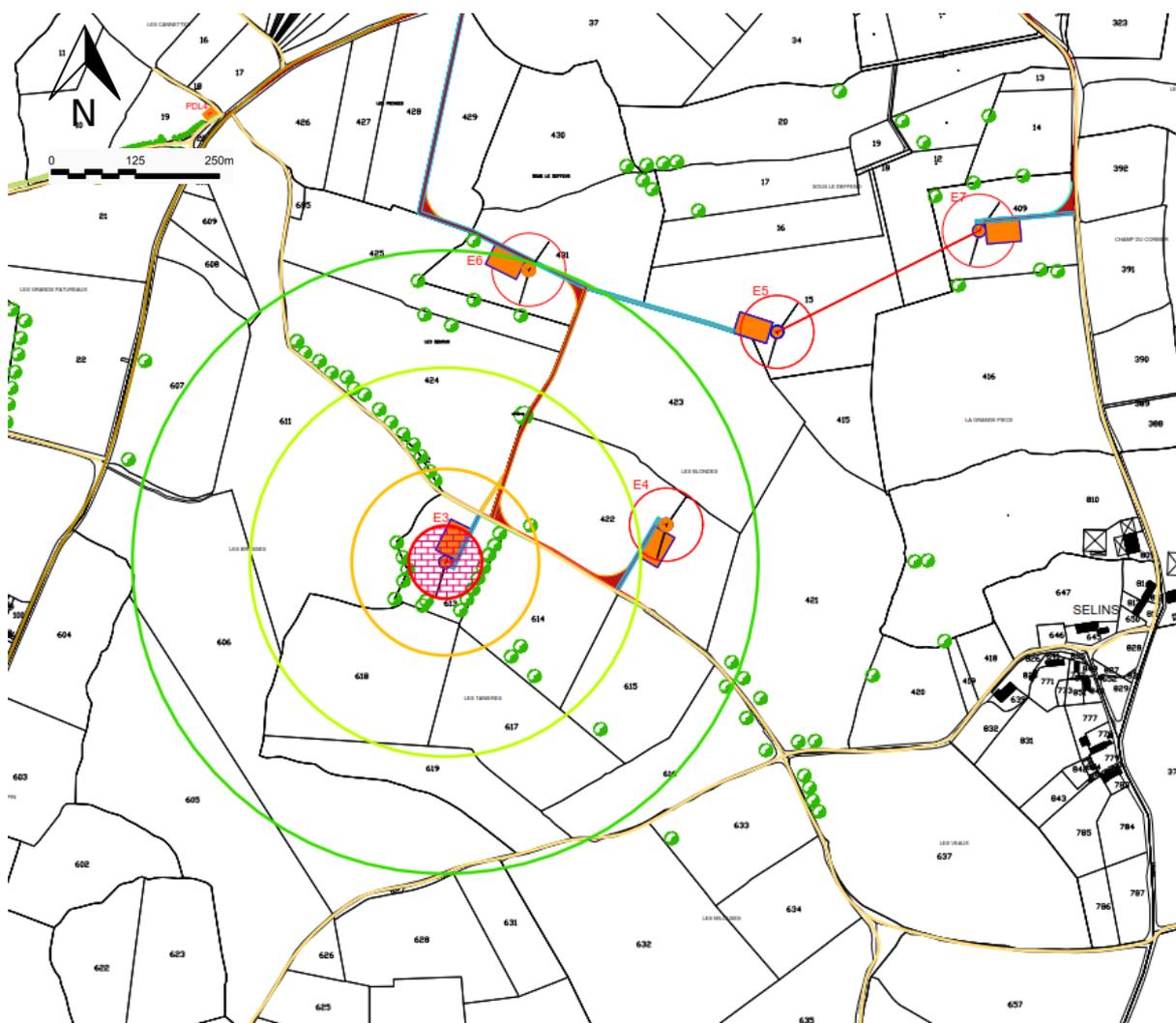
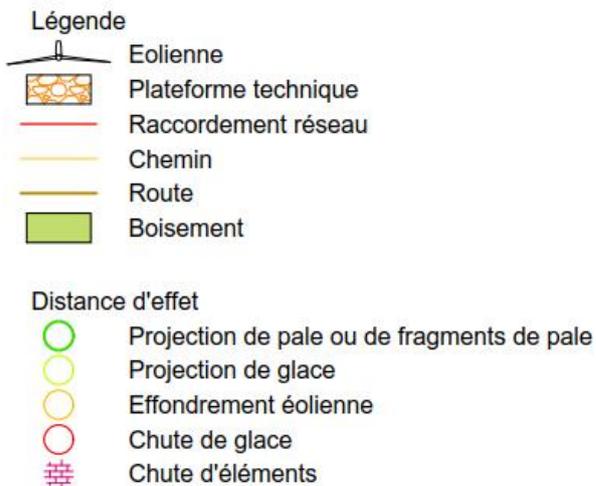
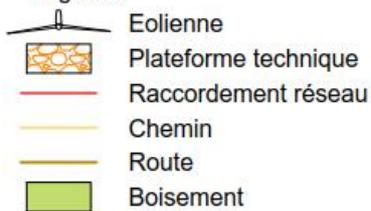


FIGURE 39 : CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE DES RISQUES – EOLIENNE E3

Légende



Distance d'effet

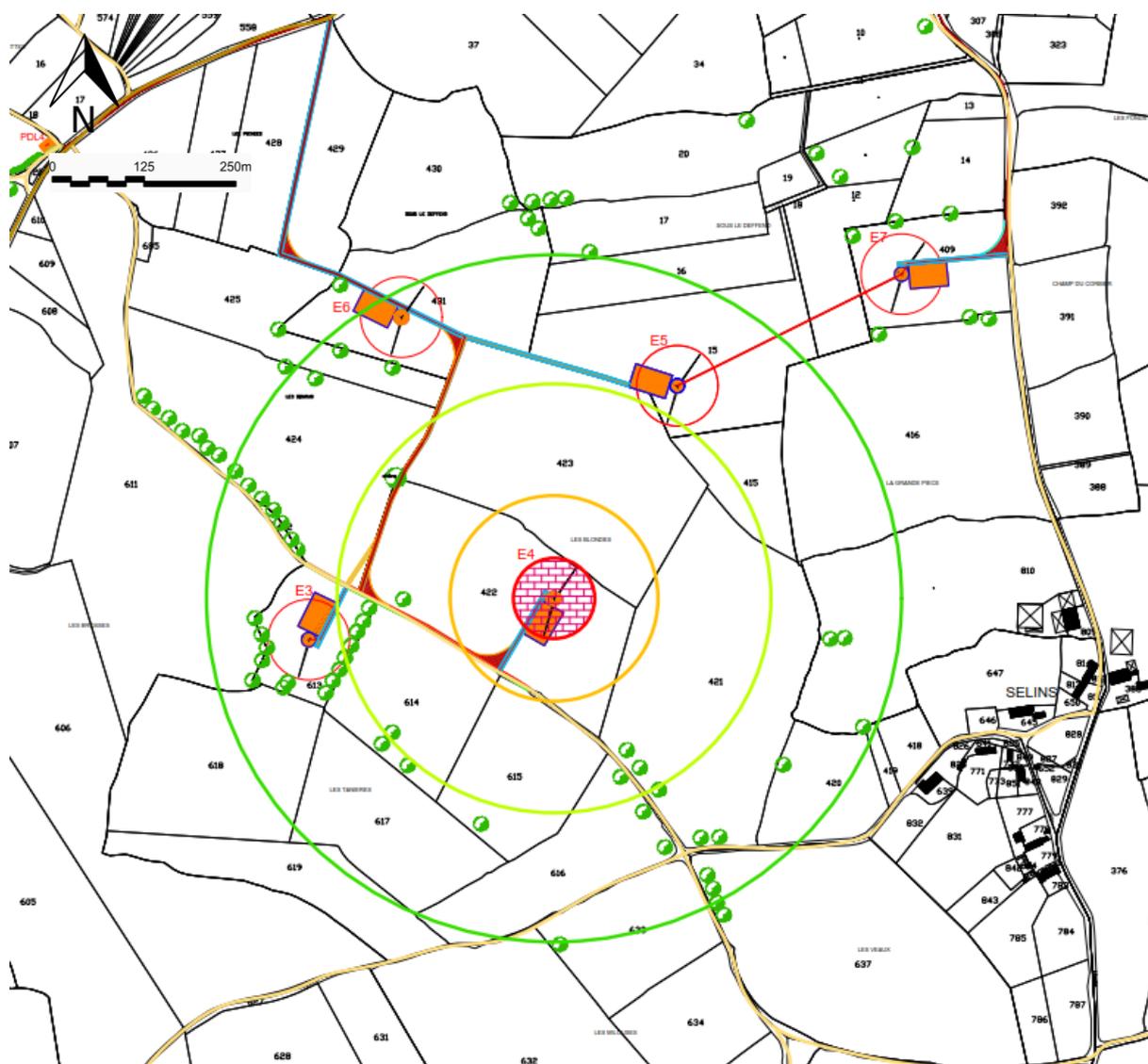


FIGURE 40 : CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE DES RISQUES – EOLIENNE E4

Légende

-  Eolienne
-  Plateforme technique
-  Raccordement réseau
-  Chemin
-  Route
-  Boisement

Distance d'effet

-  Projection de pale ou de fragments de pale
-  Projection de glace
-  Effondrement éolienne
-  Chute de glace
-  Chute d'éléments

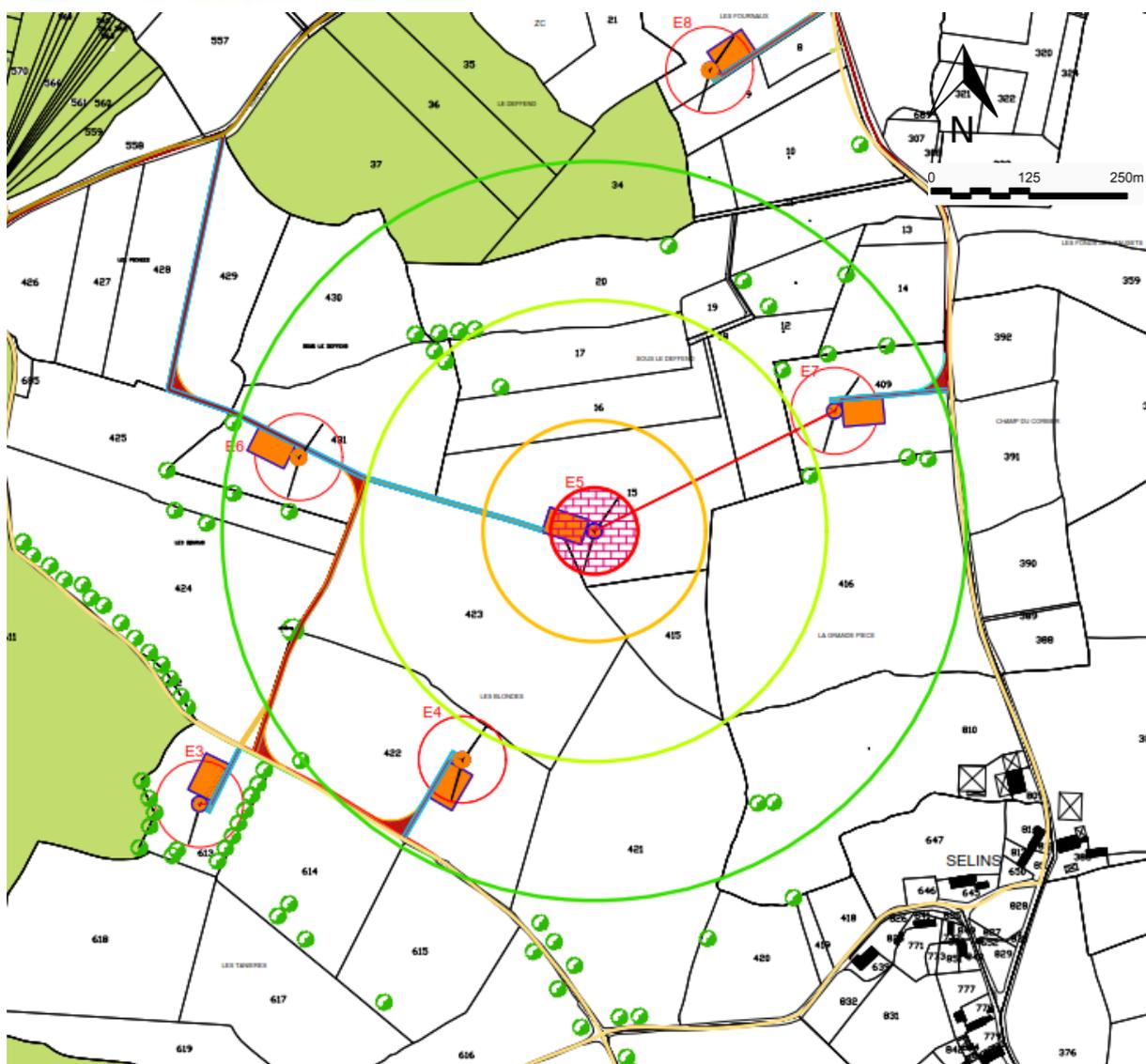


FIGURE 41 : CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE DES RISQUES – EOLIENNE E5

Légende

-  Eolienne
-  Plateforme technique
-  Raccordement réseau
-  Chemin
-  Route
-  Boisement

Distance d'effet

-  Projection de pale ou de fragments de pale
-  Projection de glace
-  Effondrement éolienne
-  Chute de glace
-  Chute d'éléments

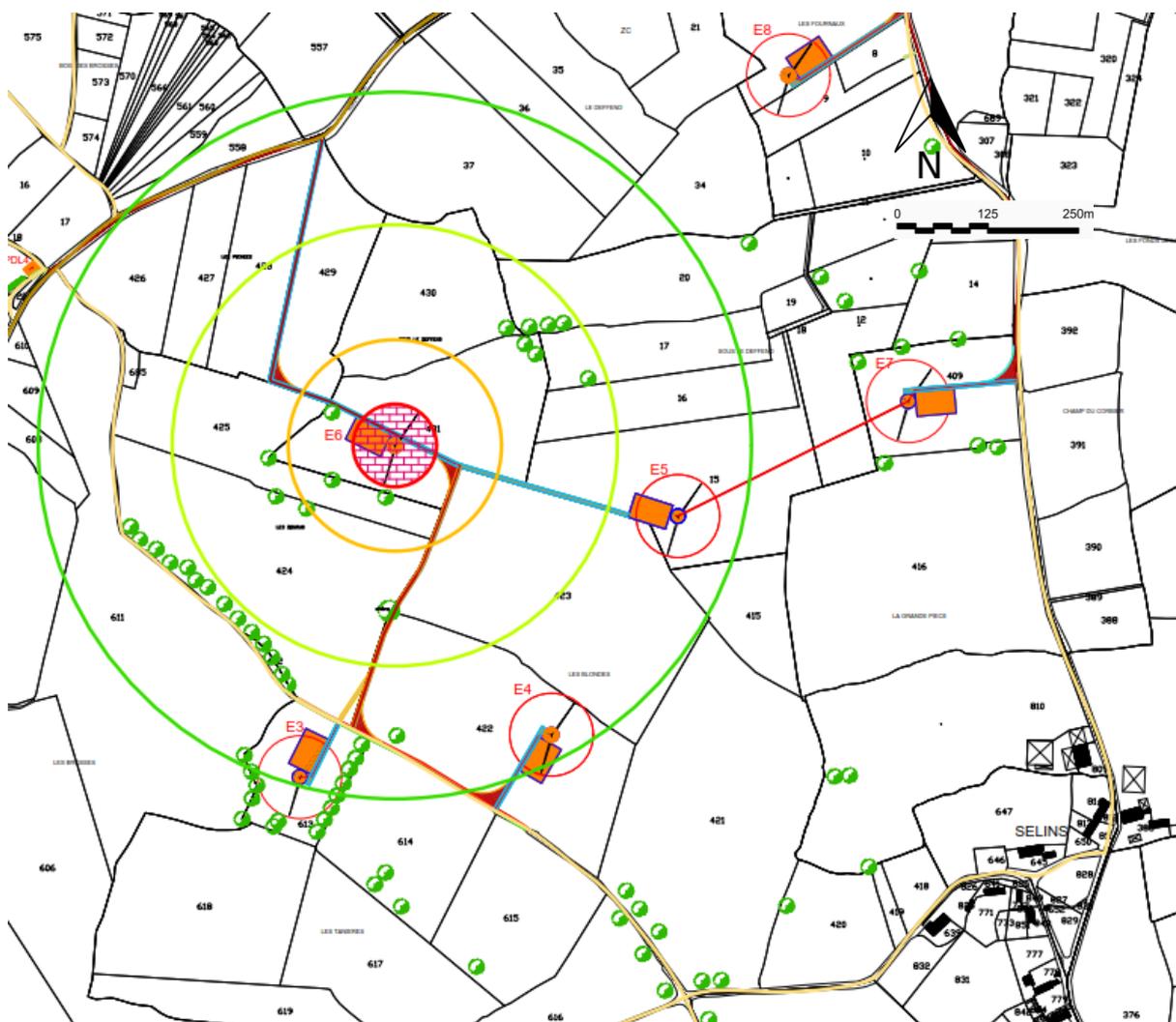


FIGURE 42 : CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE DES RISQUES – EOLIENNE E6

Légende

-  Eolienne
-  Plateforme technique
-  Raccordement réseau
-  Chemin
-  Route
-  Boisement

Distance d'effet

-  Projection de pale ou de fragments de pale
-  Projection de glace
-  Effondrement éolienne
-  Chute de glace
-  Chute d'éléments

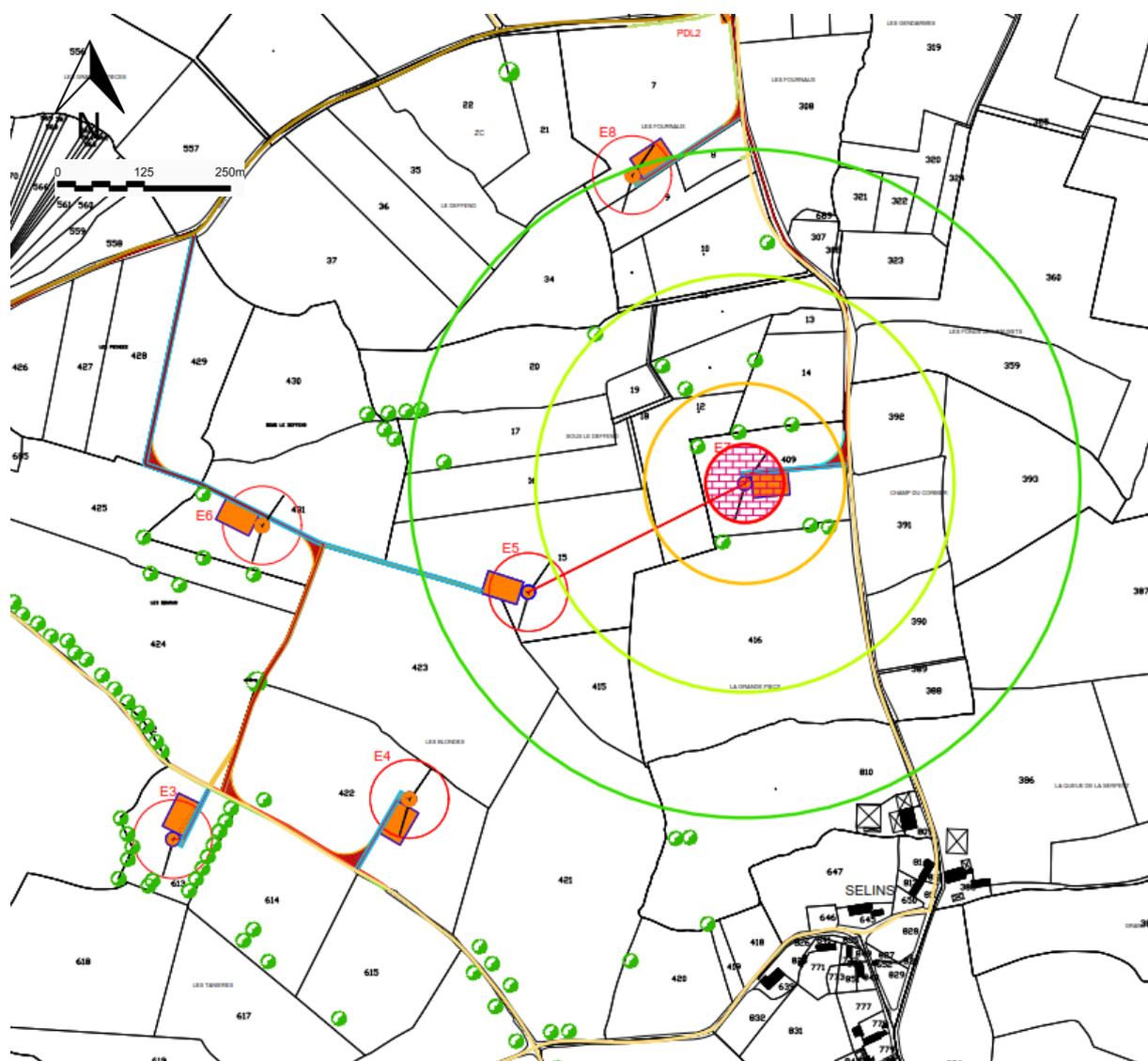


FIGURE 43 : CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE DES RISQUES – EOLIENNE E7

Légende

-  Eolienne
-  Plateforme technique
-  Raccordement réseau
-  Chemin
-  Route
-  Boisement

Distance d'effet

-  Projection de pale ou de fragments de pale
-  Projection de glace
-  Effondrement éolienne
-  Chute de glace
-  Chute d'éléments

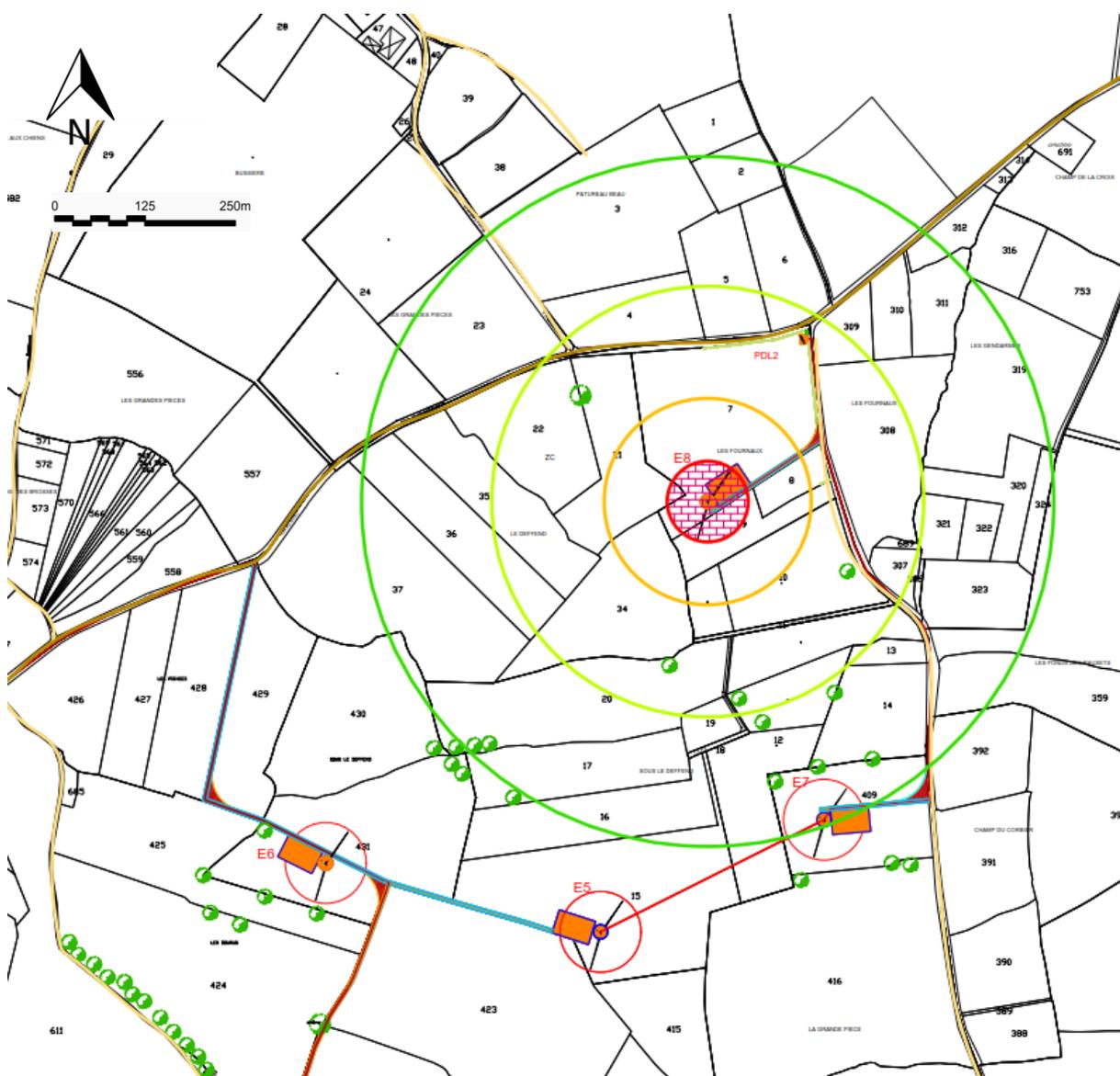


FIGURE 44 : CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE DES RISQUES – EOLIENNE E8

10 CONCLUSION

L'étude de dangers, conduite conformément aux prescriptions ministérielles, met en évidence les éléments suivants :

- Le risque majeur sur le site est lié à la chute ou à la projection d'éléments ou de pale de l'éolienne, de l'éolienne entière et de glace s'accumulant sur les pales des éoliennes en cas de très faible température,
- Les scénarios potentiels ayant fait l'objet d'une étude détaillée des risques sont les suivants :
 - Effondrement de l'éolienne,
 - Chute d'éléments de l'éolienne,
 - Chute de glace,
 - Projection de pale ou de fragments de pale,
 - Projection de glace.
- Les risques potentiels générés par l'installation sont acceptables conformément à la matrice d'acceptabilité obtenue.

Les mesures de sécurité adoptées par l'exploitant s'avèrent pertinentes. Elles permettent de :

- Réduire la probabilité de survenue d'un accident majeur (modèle d'éolienne pourvu de dispositifs de sécurité, conforme aux normes en vigueur, maintenance régulière, contrôle des paramètres de fonctionnement du parc éolien),
- Réduire l'étendue et, par voie de conséquence, la gravité des zones d'effets (éloignement des éoliennes par rapport aux premières habitations, aux routes, etc.).

Les risques associés aux équipements mis en œuvre et aux activités déployées sont acceptables : risques résiduels et maîtrisés. L'adoption par l'exploitant de mesures compensatoires complémentaires ne s'avère pas nécessaire.

11 LIMITES DE VALIDITE DE L'ETUDE

EODD Ingénieurs a établi ce rapport au vu des informations fournies par le client/maître d'ouvrage et au vu des connaissances techniques acquises au jour de l'établissement du rapport. Les investigations sont réalisées de façon ponctuelle et ne sont qu'une représentation partielle des milieux investigués.

De plus, EODD Ingénieurs ne saurait être tenu responsable des mauvaises interprétations de son rapport et/ou du non-respect des préconisations qui auraient pu être rédigées.

12 RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

Ce résumé est présenté en dernière partie de l'étude de dangers, pièce n°5 du présent dossier de demande d'autorisation unique.

L'énergie éolienne connaît depuis quelques années un développement plus important en France. Cette énergie dite renouvelable présente de multiples atouts vis-à-vis de l'environnement. Néanmoins, elle peut également apporter certaines modifications ou nuisances qu'il faut veiller à supprimer ou réduire. Il est donc important de développer des parcs éoliens de qualité, intégrés dans leur environnement naturel et humain.

Le présent résumé non technique est réalisé dans le cadre du dossier de demande d'autorisation unique relatif à l'implantation d'un parc éolien dans le département de la Nièvre (58).

L'étude de dangers a pour objet de caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques que peut présenter le parc éolien de Châtagnier pour les personnes uniquement, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées au fonctionnement ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Ainsi, l'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant.

Ce résumé non technique a pour objectif de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude de dangers.

12.1 DEFINITION DE LA ZONE SUR LAQUELLE PORTE L'ETUDE DE DANGERS

Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne. Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. La superficie cumulée du parc éolien atteint une superficie d'environ 3 km².

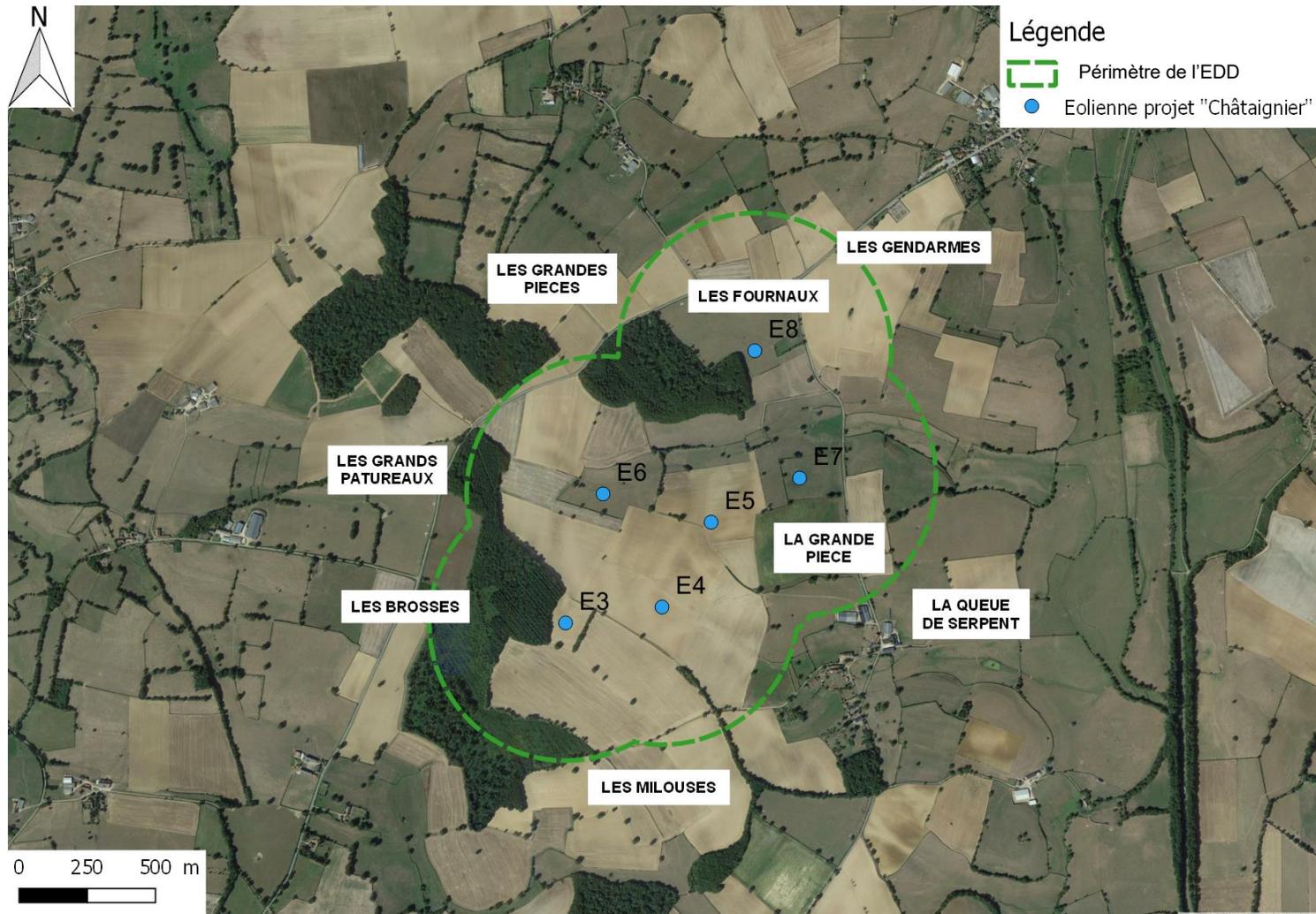


FIGURE 45 : PERIMETRE DE L'ETUDE DE DANGERS (500 M)

12.2 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

12.2.1 ENVIRONNEMENT HUMAIN

12.2.1.1 Zones urbanisées

Dans l'aire d'étude, l'habitat est regroupé dans les bourgs. Les vastes espaces non habités des plateaux sont occupés par des étendues agricoles ouvertes, souvent en culture intensive, et parcourues de chemins agricoles. Le bourg le plus proche du site du projet est celui de la commune de Bazolles.

Le parc immobilier des communes d'implantation du projet est presque exclusivement constitué d'habitations individuelles.

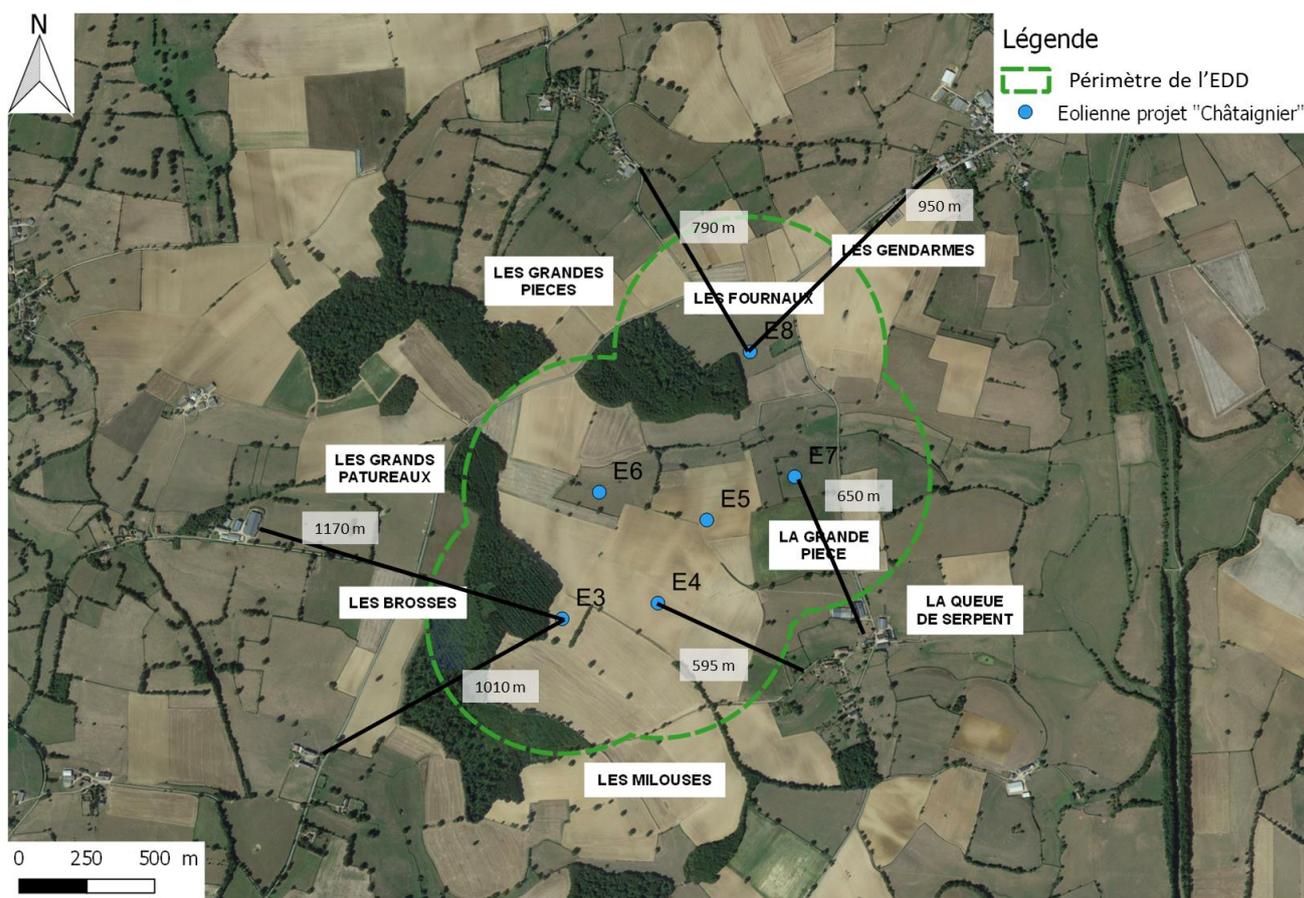


FIGURE 46 : LOCALISATION DES ZONES D'HABITATION PROCHES

12.2.1.2 Etablissements recevant du public (ERP)

Il n'y a aucun établissement recevant du public dans l'aire d'étude immédiate et rapprochée du projet. L'établissement recevant du public le plus proche est l'école de Bazolles, située à environ 500 m de l'aire d'étude immédiate. L'école élémentaire de Bazolles accueille 19 enfants en classe maternelle et CP.

12.2.1.3 Risques industriels majeurs

Le projet éolien n'est pas situé dans ou à proximité d'une zone à risque industriel majeur (SEVESO et sites ICPE). Aucun site pollué n'est renseigné sur ces communes par la base de données BASOL.

12.2.1.4 Synthèse de l'environnement humain

Critères	Caractéristiques principales
Population	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faible densité
Activités économiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agriculture (grandes cultures)
Fréquentation du site	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faible, essentiellement liée à l'activité agricole
Risques industriels	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pas de parcs éoliens proches ▪ Pas de site pollué identifié
Paysage et patrimoine	Co-visibilités entre l'église Saint Symphorien (MH inscrit) et la zone d'étude. Enjeu d'altération de la mise en scène de l'édifice protégé dans le paysage et modification des perceptions depuis le monument.

TABLEAU 43 : SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

12.2.2 ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET NATUREL

12.2.2.1 Contexte climatique

Le climat de la Nièvre est sous influence océanique à tendance semi-continentale. Cela se traduit par un temps changeant et des pluies fréquentes en toute saison (avec un maximum observé en automne et un minimum en été). L'amplitude thermique mensuelle est parmi la plus élevée de France (18°C contre 15°C à Paris). Les hivers sont froids, accompagnés de fréquentes chutes de neige, tandis que les étés sont chauds, avec parfois de violents orages.

12.2.2.2 Hydrogéologie

Le périmètre d'étude est localisé en dehors de tout périmètre de protection de captage d'Alimentation en Eau Potable.

12.2.2.3 Risques naturels

Le secteur géographique d'étude est peu exposé au risque de chute de foudre. Il se trouve en outre en dehors de toute zone inondable.

En ce qui concerne les contraintes géotechniques, le risque de mouvements de terrain et de gonflement-retrait des argiles est faible. Aucune cavité souterraine n'est précisément identifiée dans le périmètre d'étude. Enfin, le risque sismique est très faible à l'échelle départementale.

12.2.2.4 Milieu naturel

Critères	Caractéristiques principales
Modes de protection des milieux naturels	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secteur d'étude, inscrit dans un contexte écologique sensible à l'échelle du périmètre intermédiaire et éloigné (présence de zones Natura 2000, ZNIEFF I, réservoirs et corridors biologiques, ...) ; ▪ Enjeux modérés au sein du périmètre rapproché (éloignement relatif des zones naturelles particulièrement sensibles).
Avifaune	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeux faibles pour les secteurs cultivés, fréquentés par principalement par les passereaux et notamment l'Alouette des champs, ▪ Enjeux modérés pour les secteurs de boisements, de haies et de prairies pâturée et de fauche accueillant une plus grande diversité d'espèces principalement en période de nidification, ▪ Enjeux forts aux lieux-dits « la Hâte Vivante » et au Sud-Est du bois de « le Deffend » au niveau des secteurs de haies accueillant une diversité importante d'espèces nicheuses patrimoniales
Chiroptères	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeux faibles pour les parcelles cultivées ▪ Enjeux modérés pour les secteurs qui concentrent l'activité et la diversité chiroptérologique, à savoir les haies, les boisements ▪ Enjeux forts pour les hameaux de Selins et de Bussière, constitués de vieilles bâtisses et de château, favorables à la reproduction et à l'hivernage des chiroptères.
Entomologie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeu globalement modéré à faible.
Amphibiens	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeu modéré à faible.
Reptile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeu globalement faible.
Mammifères terrestres	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeu globalement faible.

TABLEAU 44 : SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL

12.2.3 SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

Critères	Caractéristiques principales
Réseau de transport	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réseau routier peu dense à proximité du site d'étude constitué par quelques routes départementales ; ▪ Pas de réseau ferré ni aéroport ou aéroport proche du site d'étude ;
Servitudes aériennes et radioélectriques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aucune servitude aéronautique et radio-électrique ;
Autres réseaux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Electrique : réseau existant sur le site d'étude ; ▪ Gaz, Eau potable, Eaux usées : pas de réseau existant sur site ;

TABLEAU 45 : SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

12.2.4 IDENTIFICATION DES CIBLES

Les principales cibles potentielles pouvant être impactées par un accident sur le parc éolien sont les suivantes :

Cible	Nombre de personnes exposées		Distance minimale par rapport au parc éolien
	Par taille exposée	Au maximum*	
Zones agricoles et bois (terrains non bâtis : non aménagés et très peu fréquentés)	1 personne/ 100 ha (0,01 personne / ha)	0,8 personnes (pour chaque l'éolienne)	A proximité immédiate
Chemins ruraux et voie de circulation à faible trafic	1 personne / 10 ha (0,1 personne / ha)	0,078 personnes pour E8	A proximité immédiate
Chemins de randonnée	2 personnes / km	Aucune personne	Pas de chemins de randonnée dans un périmètre de 500 m
Voie de circulation ⁶ : aucune	- ⁷	Aucune personne	-

* le maximum de personnes exposées correspond au nombre de personnes présentes dans la zone d'étude des 500 m centrée sur chaque éolienne.

TABLEAU 46 : IDENTIFICATION DES CIBLES

Le nombre de personnes exposées est calculé selon la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

La carte suivante présente les éléments pris en compte comme les zones agricoles ou les chemins ruraux (route ou chemin dans la légende en l'absence de voie de circulation retenue).

⁶ Voies de circulation pour lesquelles le trafic est supérieur à 2 000 véhicules / jour. La principale route au sein du périmètre d'étude est la RD958 (936 véhicules/jour selon CD 58, 2014)

⁷ On compte 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour (source : Fiche 1 de la Circulaire DPPR/SEI2/CB-06-0388 du 28/12/06 relative à la mise à disposition du guide d'élaboration et de lecture des études de dangers pour les établissements soumis à autorisation avec servitudes et des fiches d'application des textes réglementaires récents)

Légende

-  Eolienne
-  Plateforme technique
-  Raccordement réseau
-  Chemin
-  Route
-  Périmètre d'étude (500 m)



FIGURE 47 : SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS PRIS EN COMPTE POUR DÉFINIR LES PERSONNES POUVANT ÊTRE IMPACTÉES PAR UN ACCIDENT SUR LE PARC ÉOLIEN

12.3 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente, au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

12.3.1 DESCRIPTION GENERALE D'UN PARC EOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage »
- Fonctionnement : Grâce aux informations transmises par les instruments de mesure placés au-dessus de la nacelle (notamment la direction et la vitesse du vent), et lorsque la vitesse du vent est suffisante (2,5 m/s minimum), les pales de l'éolienne se positionnent pour être continuellement face au vent et se mettent en mouvement. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.
Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité grâce à deux systèmes de freinage (la mise en drapeau des pales qui prennent alors une orientation parallèle au vent c'est-à-dire un freinage aérodynamique, le freinage par un frein mécanique présent sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle).
- Composants : Une éolienne est composée de 3 éléments principaux
 - Le **rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent. Sa fonction est de capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice.
 - Le **mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique. Sa fonction est de supporter la nacelle et le rotor.
 - La **nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels : les différents éléments de transmission de l'énergie mécanique, le générateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique, le système de freinage, le système d'orientation de la nacelle, les outils de mesure du vent, le balisage diurne et nocturne nécessaire à la

sécurité aéronautique... Sa fonction est de supporter le rotor et d'abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité.

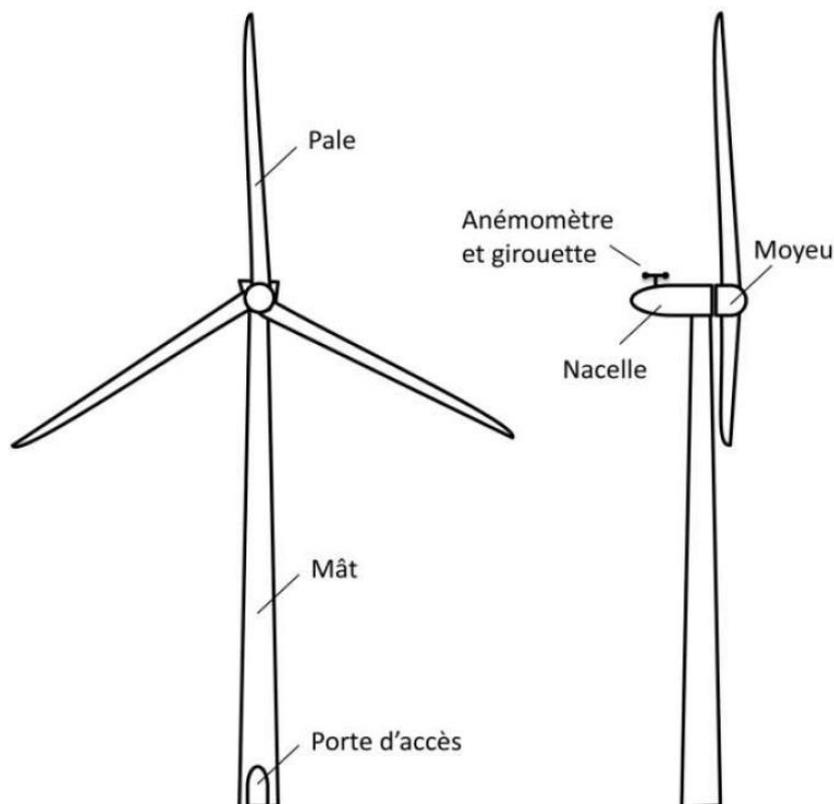


FIGURE 48 : SCHEMA SIMPLIFIE D'UN AEROGENERATEUR

- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien »).
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public).
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison (le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public) 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 permettant d'accéder aux éoliennes lors du chantier de construction du parc éolien et lors du fonctionnement des éoliennes.
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

12.3.2 DESCRIPTION DU PARC EOLIEN DE CHATAIGNIER

Le parc éolien de Châtaignier est composé de 6 aérogénérateurs et de 2 postes de livraison. Les dimensions des aérogénérateurs sont rappelées dans le tableau ci-après :

Marque	Modèle	Nombre	Hauteur mât	Hauteur pales comprises	Puissance (MW)	Puissance totale (MW)
Nordex	N117	6	91	149,5	2,4	14,4

TABLEAU 47 : MODELES D'EOLIENNES RETENUS

La tension de l'électricité produite par chaque éolienne est du triphasé. Pour être raccordée au réseau, cette tension est élevée à 10-33 kV par un **transformateur** dans chaque éolienne (à l'intérieur même du mât). Un réseau câblé en souterrain au départ de chaque éolienne rejoint ensuite le poste de livraison. Ce poste de livraison permet le raccordement au réseau électrique ENEDIS via un poste source qui redistribue l'électricité vers le réseau public.

Pour le parc éolien de Châtaignier, l'ensemble du réseau de câblage, permettant de relier les 6 éoliennes et les postes de livraison prévus, sera enterré. Le parc éolien de Châtaignier ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement.

Le tableau suivant indique l'implantation cadastrale des aérogénérateurs et des postes de livraison :

Eoliennes	Commune d'implantation	Implantation cadastrale	Surface (m²) des parcelles	Parcelles survolées	Surface (m²) des parcelles
E3	Bazolles	C 613	22 560	C 613	22 560
E4	Bazolles	C 422	74 475	C 422 C 423	74 475 94 260
E5	Bazolles	ZC 15	60 410	ZC 15 C 423	60 410 94 260
E6	Bazolles	C 431	56 680	C 431	56 680
E7	Bazolles	C 409	33 380	C 409	33 380
E8	Bazolles	ZC 7	53 980	ZC 7 ZC 21 ZC 9	53 980 25 880 12 050
Postes de livraison	Commune d'implantation	Implantation cadastrale	Surface (m²) des parcelles	Parcelles des plateformes	Surface (m²) des parcelles
PDL 2	Bazolles	ZC 7	53 980	ZC 7	53 980
PDL 4	Bazolles	D 19	12 020	D 19	12 020
Infrastructures temporaires pour travaux	Commune d'implantation	Implantation cadastrale	Surface (m²) des parcelles	Parcelles survolées	Surface (m²) des parcelles

	Bazolles	C 424	86 005		
Pans coupés	Commune d'implantation	Implantation cadastrale	Surface (m²) des parcelles	Parcelles survolées	Surface (m²) des parcelles
	Bazolles	C 431	56 680		
	Bazolles	ZC 7	53 980		
	Bazolles	C 422	74 475		
	Bazolles	C 429	30 440		
	Bazolles	C 409	33 380		
Pistes à créer	Commune d'implantation	Implantation cadastrale	Surface (m²) des parcelles	Parcelles survolées	Surface (m²) des parcelles
	Bazolles	ZC 7	53 980		
	Bazolles	C 409	33 380		
	Bazolles	C 422	74 475		
	Bazolles	C 613	22 560		
	Bazolles	ZC 15	60 410		
	Bazolles	C 423	94 260		
	Bazolles	C 431	56 680		
	Bazolles	C 429	30 440		
Pistes à renforcer	Commune d'implantation	Implantation cadastrale	Surface (m²) des parcelles	Parcelles survolées	Surface (m²) des parcelles
	Bazolles	C 424	86 005		
	Bazolles	C 422	74 475		
Chemins utilisés	Commune d'implantation	Dénomination			
	Bazolles	Chemin rural de Selins à la Bretonnière			
	Bazolles	Chemin rural de la Bretonnière à Bazolles			

TABLEAU 48 : PARCELLES CADASTRALES CONCERNEES PAR LE PROJET

12.3.2.1 Sécurité de l'installation

De manière générale, l'installation respectera la réglementation en vigueur en matière de sécurité :

- Respect des prescriptions de l'**arrêté ministériel du 26 août 2011** relatif à la rubrique ICPE 2980 :
 - Respect des distances d'éloignement aux zones urbanisées et urbanisables, aux autres Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et aux Installations Nucléaires de Base, aux radars,
 - Présence de voies d'accès permettant l'intervention des services d'incendie et de secours,
 - Balisage lumineux conforme au Code des Transports et au Code de l'Aviation Civile,
 - Accès à l'intérieur des éoliennes impossible et interdit aux personnes ne faisant pas partie du personnel d'exploitation,
 - Présence et affichage clair des consignes de sécurité,
 - Réalisation des essais prouvant le bon fonctionnement des installations et contrôle régulier du bon fonctionnement et du bon état des installations,
 - Risques d'incendie : consignes de sécurité et moyens de lutte incendie adaptés,
 - Risques de formation de glace : consignes de sécurité et moyens de détection,
- Respect des normes et certifications en vigueur :
 - **Norme NF EN 61400-1 ou CEI 61 400-1** : « exigences pour la conception des aérogénérateurs » : prescriptions relatives à la sécurité de la structure de l'éolienne, de ses parties mécaniques et électriques et de son système de commande. Ces prescriptions concernent la conception, la fabrication, l'installation et la maintenance de la machine.
 - **Norme IEC 61400 – 24** : « Protection contre la foudre »
 - **Norme NFC 15-100, NFC 13-100, NFC 13-200** : Installations électriques à basse tension, Installations électriques à haute tension, Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution public HTA.

Ainsi, chaque éolienne dispose au minimum :

- De capteurs de suivi des paramètres suivants :
 - Vitesse du vent,
 - Angle des pales,
 - Vitesses de rotation des différents éléments,
 - Températures (extérieur, intérieur, équipements particuliers),
 - Vibrations (nacelle, mât...),
 - Pression et niveau des différents fluides (huile hydraulique et huile de lubrification),
 - Détecteurs de fumée,
 - Détecteurs d'anomalies électriques (tension, fréquence...),
- De commandes permettant l'arrêt de l'éolienne (arrêt manuel en bas de la tour et arrêt automatique en cas de détection d'anomalie grâce aux différents capteurs).

La description des principaux systèmes de sécurité de l'installation sera effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques, au chapitre 12.4 du présent document.

12.3.2.2 Opérations de maintenance de l'installation

Diverses opérations de maintenance sont réalisées suivant un cycle et des protocoles de maintenance définis selon les préconisations et le manuel du constructeur.

La maintenance des différents équipements du parc éolien est réalisée par du personnel rattaché au gestionnaire des machines ou propre au constructeur (Nordex), formé au poste de travail et informé des risques présentés par l'activité.

Les principales opérations de maintenance prévues et réalisées annuellement concernent le contrôle :

- Des boulons (inspection et resserrage),
- De la nacelle (contrôle des joints, des différents éléments mécaniques...),
- De la tour (contrôle de l'absence de fuites, etc.),
- Des pales (fissures, systèmes de protection anti-foudre...),
- Du système de lubrification des roulements de pales (contrôle et ajout de graisse...),
- Du système central de lubrification des roulements et du système d'orientation (contrôle et ajout de graisse...),
- Des systèmes hydrauliques (huile, filtres, pompes, capteurs, vannes...),
- Du dispositif de protection contre la foudre,
- Des armoires électriques (capteurs, ventilateurs, filtres...),
- Du convertisseur,
- Des raccordements électriques,
- Des systèmes de freinage,
- Des systèmes de sécurité (capteurs de survitesse, détection de vibrations, boutons d'arrêt d'urgence),
- De la propreté des plateformes.

Chaque maintenance ou dépannage est archivé dans le registre de suivi de l'installation.

L'installation est ainsi conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation, notamment du point de vue de la fréquence des différents contrôles à réaliser.

12.3.2.3 Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun produit dangereux ne sera stocké dans les éoliennes du parc de Châtaignier.

12.4 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

12.4.1 OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

12.4.2 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS

La détermination des principaux accidents redoutés sur le parc éolien a été réalisée via :

- le recensement des différents produits et équipements mis en œuvre sur le site,
- l'accidentologie, c'est-à-dire le retour d'expérience sur les accidents ayant eu lieu sur des installations similaires, disponible via le retour d'expérience de la filière éolienne repris dans le guide de rédaction des études de danger des parcs éoliens rédigé par l'Ineris (rapports, sites internet, coupures de journaux, exploitants de parcs éoliens...).

Ainsi, les principaux accidents redoutés sont les suivants :

- Chute d'éléments de l'aérogénérateur (boulons, morceaux d'équipements, etc.) ;
- Projection d'éléments (morceaux de pale, brides de fixation, etc.) ;
- Effondrement de tout ou partie de l'aérogénérateur ;
- Incendie (échauffement de pièces mécaniques, courts-circuits électriques...) ;
- Pollution de l'environnement par l'un des produits utilisés.

12.4.3 RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

Les « agressions externes potentielles » provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou d'impacter les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes.

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

- les agressions externes liées aux activités humaines : dans le cas du parc éolien de Châtaignier, ce sont essentiellement :
 - l'agriculture exercée à proximité immédiate des éoliennes (engins agricoles...),

- les voies de circulation voisines : chemin agricole, routes départementales (véhicules et engins agricoles)
- les autres aérogénérateurs du parc éolien.
- les agressions externes liées à des phénomènes naturels sont limités pour le projet :
 - Risque très faible de séisme,
 - Risque modéré d'impact de foudre.

12.4.4 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

Les risques d'apparition de ces dangers sont réduits à la source autant que possible, notamment par :

- Une bonne conception du projet : éoliennes de constructeurs réputés et fiables, éloignement des éoliennes vis-à-vis des cibles potentielles, nombreux systèmes de sécurité au sein de chaque éolienne, etc.
- Des consignes lors de l'exploitation du parc :
 - Utilisation des produits : absence de stockage et apport de quantités nécessaires et suffisantes uniquement, formation du personnel à leur utilisation, consignes de sécurité strictes, affichées et connues des employés (interdiction de fumer ou d'apporter une flamme nue, arrêt de l'éolienne lors des opérations de maintenance, équipements de travail adaptés, présence d'équipements de lutte incendie...), maintenance annuelle prévenant tout problème au niveau des systèmes hydrauliques (fuite, niveaux, etc.),
 - Installation : conception de la machine (normes et certifications), maintenance régulière, contrôle des différents paramètres d'exploitation (vent, température, niveau de vibrations, puissance électrique, etc.), fonctions de sécurité, report des messages d'alarmes au centre de conduite.

Certains événements initiateurs peuvent notamment être écartés de par la mise en place de fonctions de sécurité rapides et pouvant se déclencher de manière autonome. Ce sont essentiellement :

- La prévention du mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace par des systèmes de détection ou de déduction de la formation de glace asservis à un arrêt automatique de l'éolienne ;
- La prévention de l'atteinte des personnes par la chute de glace par un système de panneautage en pied de machine et l'éloignement des zones habitées et fréquentées ;
- La prévention de l'échauffement significatif des pièces mécaniques par la mise en place de capteurs de température des pièces mécaniques asservis à une mise à l'arrêt ou un bridage jusqu'à refroidissement ;
- La prévention de la survitesse par la détection de survitesse et un système de freinage associé ;
- La prévention des courts-circuits par la coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique ;

- La prévention des effets de la foudre par la mise à la terre et la protection des éléments de l'aérogénérateur ;
- La protection et intervention incendie (capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine, système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle, intervention des services de secours) ;
- La prévention et la rétention des fuites (détecteurs de niveau d'huile, procédure d'urgence, kit antipollution) ;
- La prévention des défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) par des contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides, joints, etc.) ;
- La prévention des erreurs de maintenance avec la mise en place de procédures maintenance et la formation du personnel ;
- La prévention des risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents, détection et prévention des vents forts et tempêtes, arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite...).

12.4.5 CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, 3 catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité : l'incendie de l'éolienne (en raison de la hauteur des éléments pouvant prendre feu), l'incendie du poste de livraison (structure en béton, et normes spécifiques strictes), infiltration d'huile dans le sol (volumes très faibles et implantation en dehors d'un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique).

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques sont les suivantes :

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

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

12.5 ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus 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.

Seule une synthèse de l'étude détaillée des risques est présentée ci-après.

12.5.1 CARACTERISATION DES RISQUES

Le but de l'analyse détaillée des risques est de déterminer pour chaque phénomène dangereux recensé ci-dessus :

- l'intensité (= les distances d'effets) qui se définit grâce à la caractérisation du degré d'exposition (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) selon l'échelle suivante :

INTENSITE	DEGRE D'EXPOSITION
exposition très forte	Supérieur à 5 %
exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
exposition modérée	Inférieur à 1 %

TABLEAU 49 : DEGRE D'EXPOSITION

- la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux (et non pas la probabilité d'atteinte de personnes) qui est définie par analyse de l'accidentologie et qui se chiffre sur l'échelle suivante :

NIVEAUX	ECHELLE QUALITATIVE	ECHELLE QUANTITATIVE (PROBABILITE ANNUELLE)
A	<p style="text-align: center;"><i>Courant</i></p> 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	<p style="text-align: center;"><i>Probable</i></p> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	<p style="text-align: center;"><i>Improbable</i></p> 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	<p style="text-align: center;"><i>Rare</i></p> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$

NIVEAUX	ECHELLE QUALITATIVE	ECHELLE QUANTITATIVE (PROBABILITE ANNUELLE)
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$P \leq 10^{-5}$

TABLEAU 50 : NIVEAUX DE PROBABILITE

- la cinétique qui est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables. Dans le cas des parcs éoliens, la cinétique est considérée comme rapide quelque soit le phénomène dangereux.
- la gravité qui est déterminée en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies ci-dessus (=l'intensité) et qui est définie par les règles suivantes :

INTENSITE \ GRAVITE	EXPOSITION TRES FORTE	EXPOSITION FORTE	EXPOSITION MODEREE
« DESASTREUX »	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
« SERIEUX »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« MODERE »	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 51 : GRAVITE

12.5.2 TABLEAUX DE SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Ces paramètres correspondent aux résultats les plus impactant obtenus.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	149,5 mètres autour de chaque éolienne	Rapide	Exposition très forte	D	Important
Chute de glace	58,5 mètres autour de chaque éolienne	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré
Chute d'éléments de l'éolienne	58,5 mètres autour de chaque éolienne (zone de survol)	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré
Projection de pale ou fragments de pales	500 mètres autour de chaque éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Modéré
Projection de glace	312 mètres autour de chaque éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modéré

TABLEAU 52 : RESULTAT DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

12.5.3 SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

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

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010, reprend la gravité et la probabilité de chaque scénario en prenant en compte les résultats les plus impactants obtenus :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important		IE			
2. Sérieux					
1. Modéré		IPp	ICe	IPg	ICg

TABLEAU 53 : MATRICE D'ACCEPTABILITE DES RISQUES

Et :

- IE : scénario d'Effondrement de l'éolienne ;
- ICg : scénario de Chute de glace ;
- ICe: scénario de Chute d'éléments ;
- IPp : scénario de Projection de pale ;
- IPg : scénario de Projection de glace.

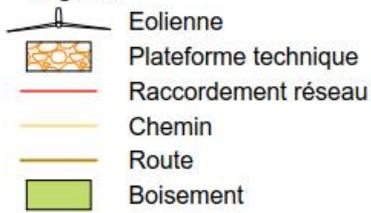
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice (scénario à niveau de risque non acceptable) ;
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées au paragraphe 8.6 sont mises en place.

12.5.4 CARTOGRAPHIE DES RISQUES

Les cartes suivantes reprennent pour chaque scénario et dans le cas le plus contraignant la synthèse de l'intensité et de la gravité calculées dans cette étude de dangers.

Légende



Distance d'effet

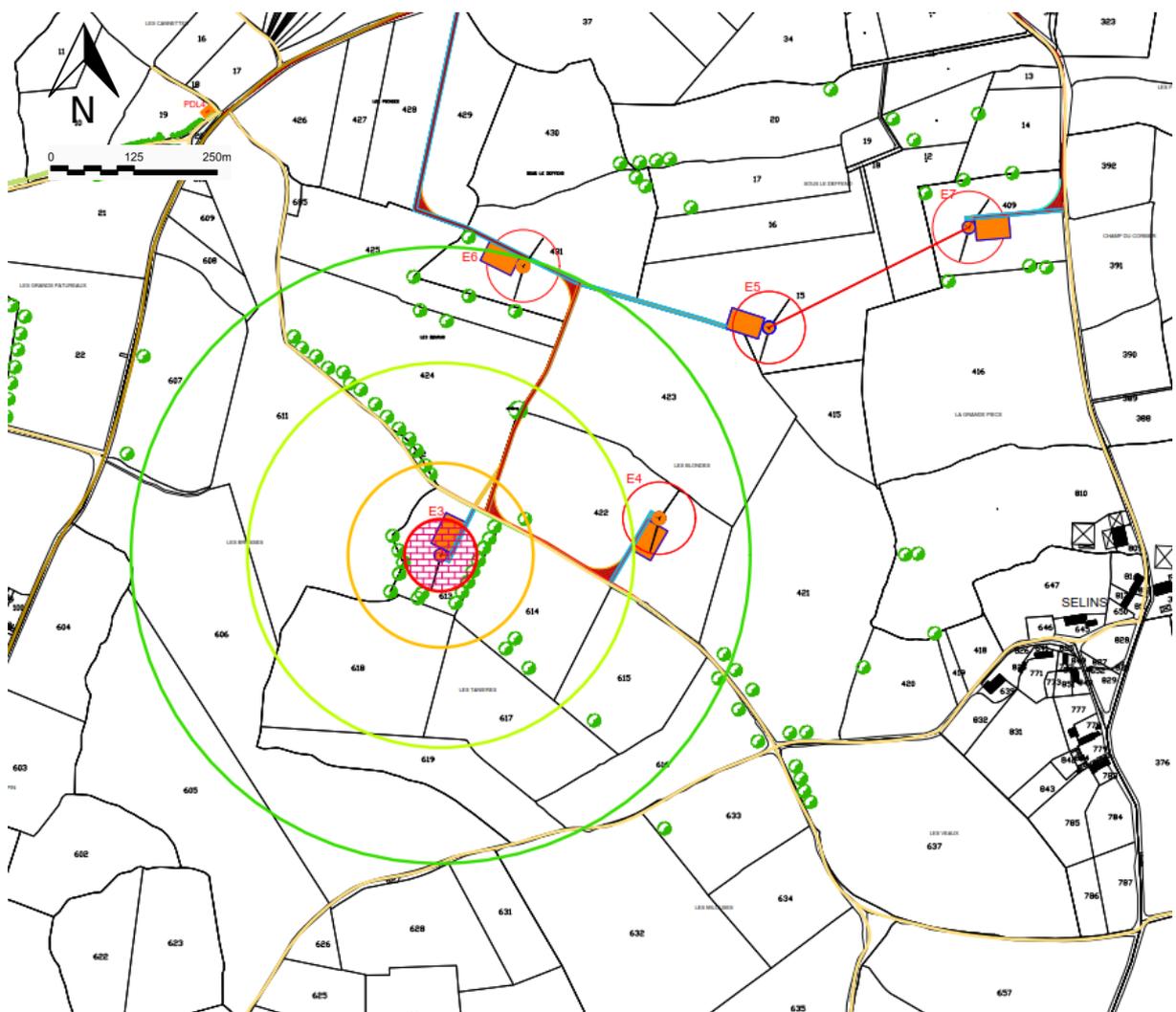
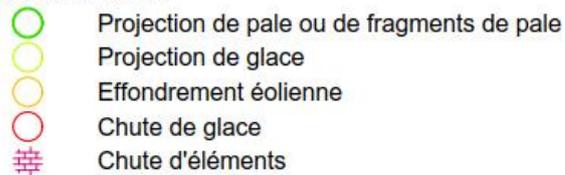


FIGURE 49 : CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE DES RISQUES – EOLIENNE E3

Légende

-  Eolienne
-  Plateforme technique
-  Raccordement réseau
-  Chemin
-  Route
-  Boisement

Distance d'effet

-  Projection de pale ou de fragments de pale
-  Projection de glace
-  Effondrement éolienne
-  Chute de glace
-  Chute d'éléments

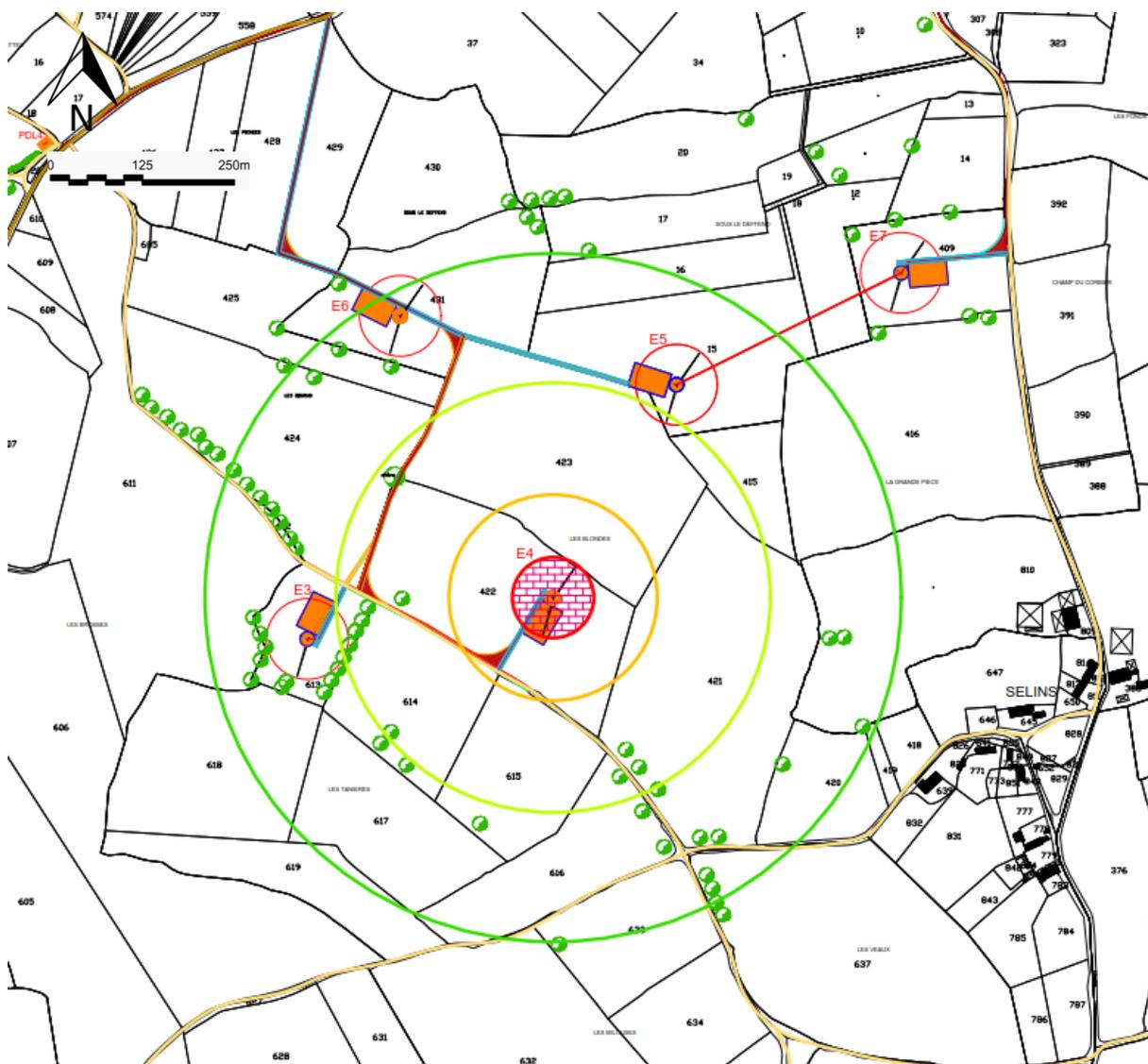
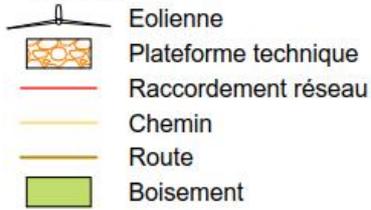


FIGURE 50 : CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE DES RISQUES – EOLIENNE E4

Légende



Distance d'effet

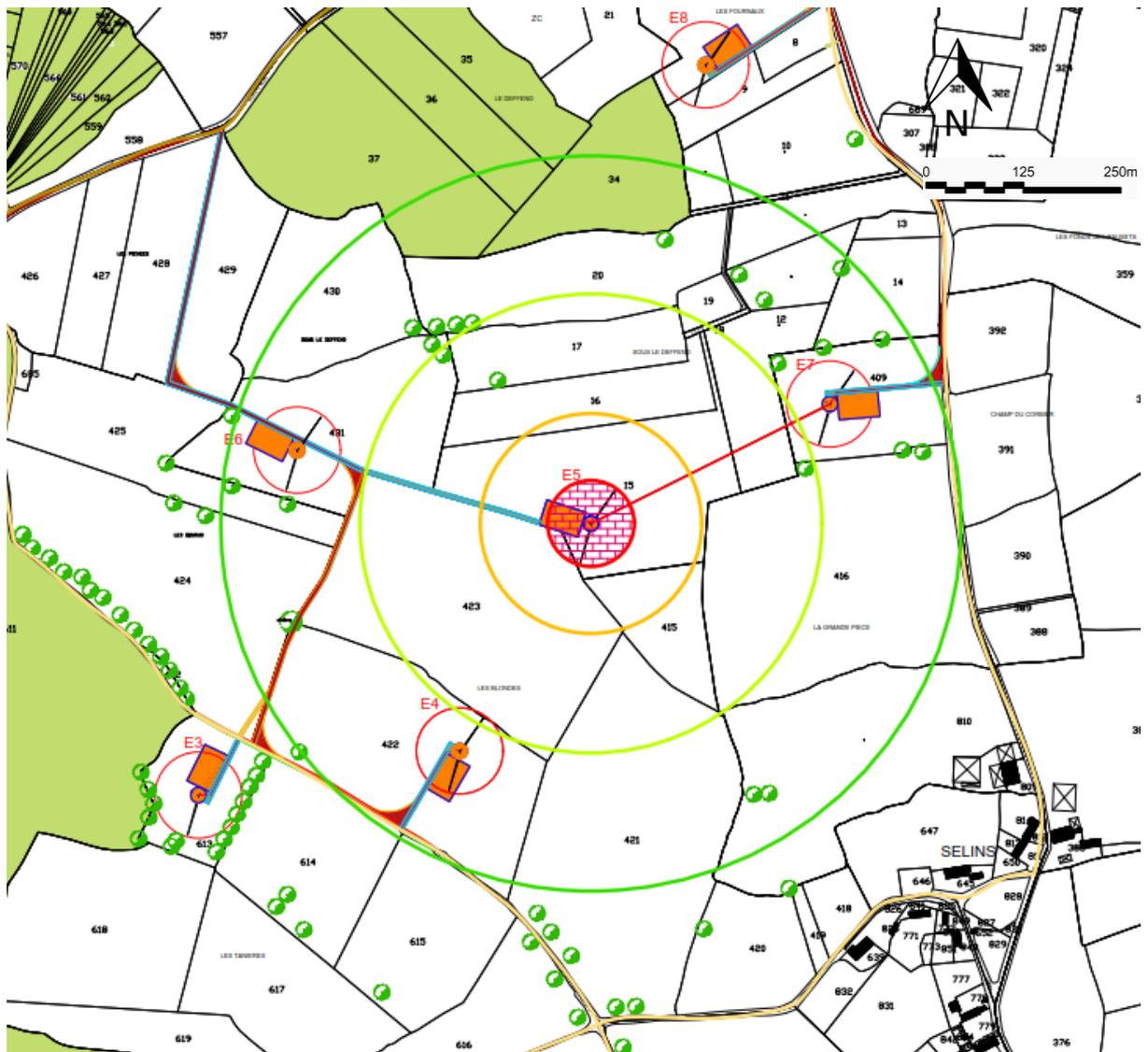
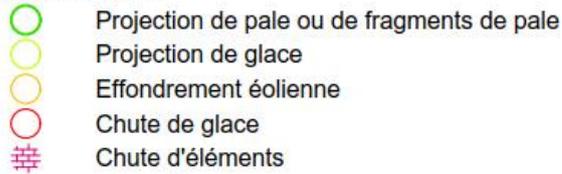
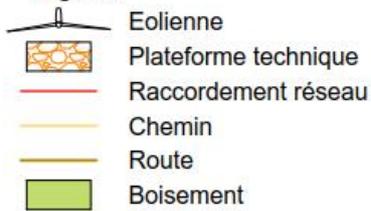


FIGURE 51 : CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE DES RISQUES – EOLIENNE E5

Légende



Distance d'effet

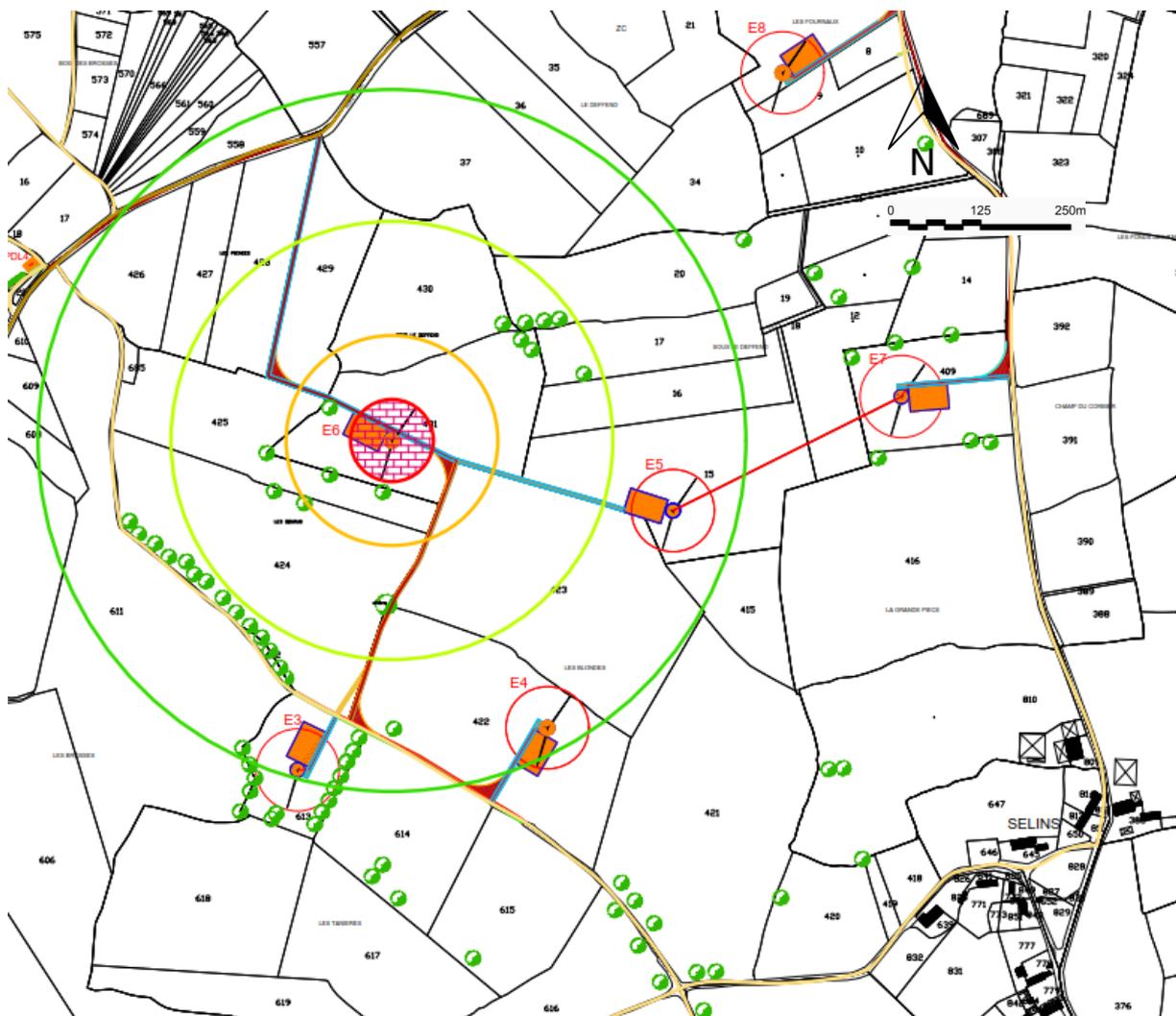
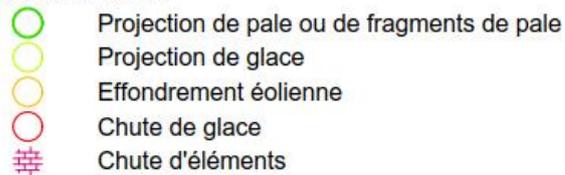


FIGURE 52 : CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE DES RISQUES – EOLIENNE E6

Légende

-  Eolienne
-  Plateforme technique
-  Raccordement réseau
-  Chemin
-  Route
-  Boisement

Distance d'effet

-  Projection de pale ou de fragments de pale
-  Projection de glace
-  Effondrement éolienne
-  Chute de glace
-  Chute d'éléments

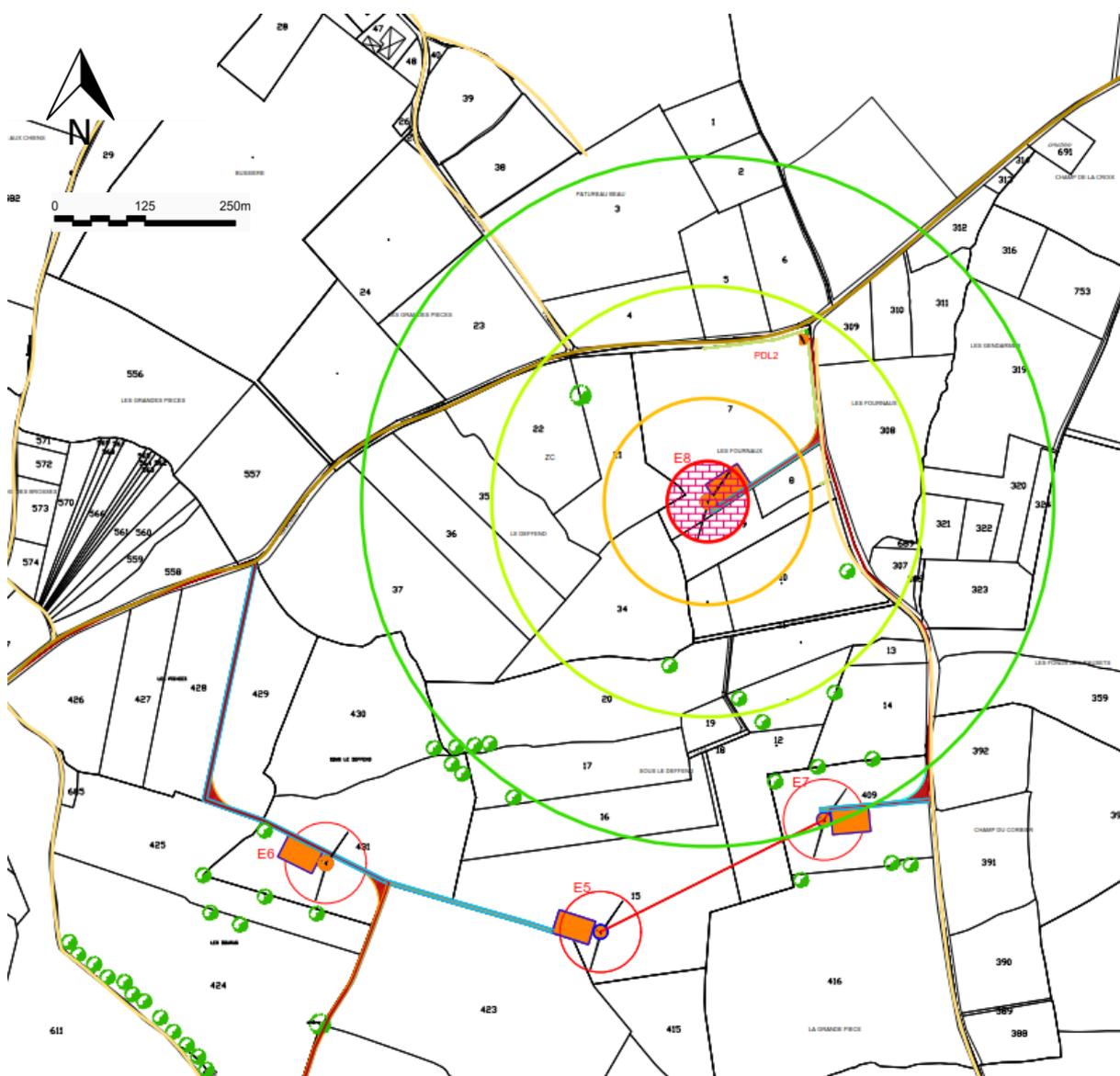


FIGURE 54 : CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE DES RISQUES – EOLIENNE E8

12.6 CONCLUSION

L'étude de dangers, conduite conformément aux prescriptions ministérielles, met en évidence les éléments suivants :

- Le risque majeur sur le site est lié à la chute ou à la projection d'éléments ou de pale de l'éolienne, de l'éolienne entière et de glace s'accumulant sur les pales des éoliennes en cas de très faible température,
- Les scénarios potentiels ayant fait l'objet d'une étude détaillée des risques sont les suivants :
 - Effondrement de l'éolienne,
 - Chute d'éléments de l'éolienne,
 - Chute de glace,
 - Projection de pale ou de fragments de pale,
 - Projection de glace.
- Les risques potentiels générés par l'installation sont acceptables conformément à la matrice d'acceptabilité obtenue.

Les mesures de sécurité adoptées par l'exploitant s'avèrent pertinentes. Elles permettent de :

- Réduire la probabilité de survenue d'un accident majeur (modèle d'éolienne pourvu de dispositifs de sécurité, conforme aux normes en vigueur, maintenance régulière, contrôle des paramètres de fonctionnement du parc éolien),
- Réduire l'étendue et, par voie de conséquence, la gravité des zones d'effets (éloignement des éoliennes par rapport aux premières habitations, aux routes, etc.).

Les risques associés aux équipements mis en œuvre et aux activités déployées sont acceptables : risques résiduels et maîtrisés. L'adoption par l'exploitant de mesures compensatoires complémentaires ne s'avère pas nécessaire.

13 DEMANDE D'APPROBATION AU TITRE DU CODE DE L'ENERGIE

Le projet nécessite une demande d'approbation au titre de l'article L. 323-11 du code de l'énergie dans la mesure où le projet prévoit des ouvrages privés qui empruntent le domaine public.

L'article L323-11 du code de l'énergie indique que « l'exécution des travaux déclarés d'utilité publique est précédée d'une notification directe aux intéressés et d'un affichage dans chaque commune et ne peut avoir lieu qu'après approbation du projet de détail des tracés par l'autorité administrative ».

L'article 6-II du Décret n° 2014-450 du 2 mai 2014 relatif à l'expérimentation d'une autorisation unique en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement précise « lorsque le projet nécessite une approbation au titre de l'article L. 323-11 du code de l'énergie, l'étude de dangers comporte les éléments justifiant de la conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur ».

Une étude technique sur le raccordement interne a été réalisée par le bureau d'étude JIGRID est disponible en **ANNEXE 07**.

13.1 RESEAUX ELECTRIQUES

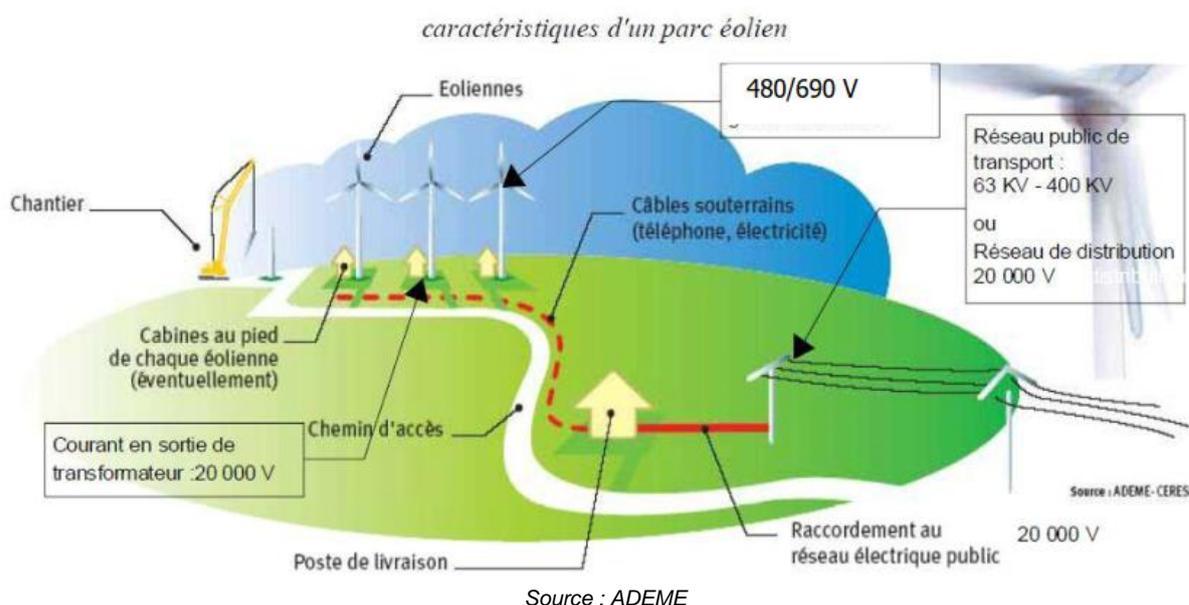


FIGURE 55 : SCHEMA ELECTRIQUE D'UN PARC EOLIEN

L'électricité produite en sortie d'éolienne est acheminée vers le poste de livraison par un jeu de câbles enterrés.

- **Réseau inter-éolien**

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur de chaque aérogénérateur, au point de raccordement avec le réseau public (poste de livraison). Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance.

- **Postes de livraison**

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public.

Un poste de livraison est composé de 2 ensembles :

- une partie « électrique de puissance » où l'électricité produite par l'ensemble des éoliennes est livrée au réseau public d'électricité avec les qualités attendues (tension, fréquence, phase) et où des dispositifs de sécurité du réseau permettent à son gestionnaire (ENEDIS ou RTE) de déconnecter instantanément le parc en cas d'instabilité du réseau ;
- une partie supervision : où l'ensemble des paramètres de contrôle des éoliennes sont collectés dans une base de données, elle-même consultable par l'exploitant du parc.

Le projet de Châtaignier comportera quatre postes de livraison.

- **Réseau électrique externe**

Une installation de production raccordée au réseau de distribution d'énergie électrique (réseau HTA) est composée schématiquement d'un poste de livraison assurant l'interface entre le réseau public de distribution inclus dans la concession de distribution et l'installation électrique intérieure. Cette dernière dessert les équipements généraux servant à assurer son bon fonctionnement ainsi que les unités de production proprement dites, avec leurs auxiliaires.

Le réseau électrique externe relie le poste de livraison avec le poste source. Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution. Il est lui aussi entièrement enterré.

La partie de réseau entre le poste de livraison et le réseau public, appelé réseau externe ou raccordement, sera réalisé sous maîtrise d'ouvrage du distributeur.

13.1.1 TRACES DES CABLES ELECTRIQUES

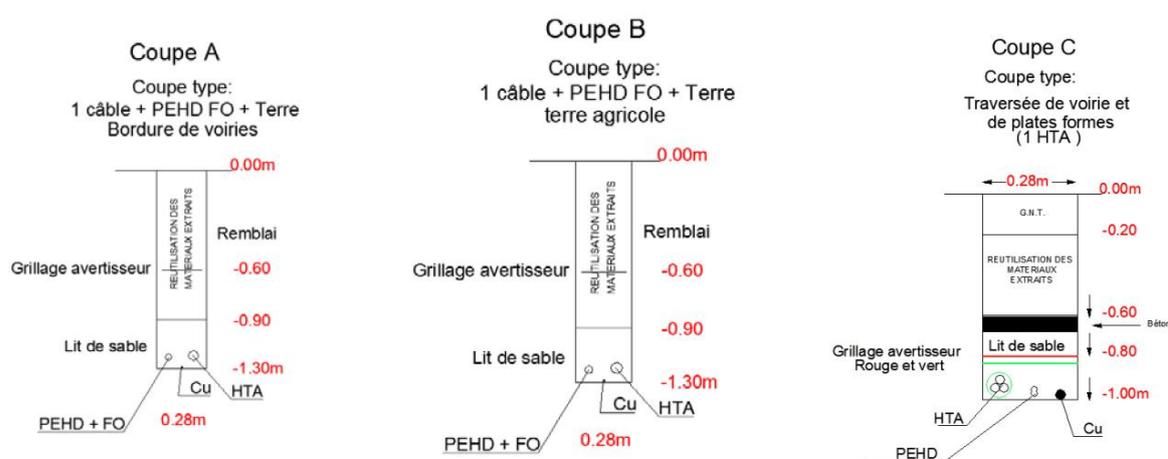
Ce réseau sera réalisé au moyen de câbles souterrains qui seront enfouis et emprunteront les accotements des voiries ainsi que ponctuellement des parcelles agricoles. Dans tous les cas, l'implantation des câbles électriques souterrains respectera strictement les dispositions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

Le réseau interne du projet de Châtaignier est présenté dans l'étude technique en **ANNEXE 07**.

Projet	Tronçon	Type d'ouvrage	Tension	Conducteur	Longueur domaine public (ml tranchée)	Longueur domaine privé (ml tranchée)	Coupes types ou profil en long*
Parc éolien du Chataigner PDL 1	PDL E06	Souterrain	20 kV	câbles isolés 3 x 240 mm ² Almelec	450	560	Coupe Type B et C
	E06 E03	Souterrain	20 kV	câbles isolés 3 x 240 mm ² Almelec	24	614	Coupe Type B et C
	E03 E04	Souterrain	20 kV	câbles isolés 3 x 150 mm ² Almelec	258	238	Coupe Type B et C
Parc éolien du Chataigner PDL 2	PDL E08	Souterrain	20 kV	câbles isolés 3 x 240 mm ² Almelec	156	191	Coupe Type B et C
	E08 E07	Souterrain	20 kV	câbles isolés 3 x 240 mm ² Almelec	577	352	Coupe Type B et C
	E07 E05	Souterrain	20 kV	câbles isolés 3 x 150 mm ² Almelec	0	362	Coupe Type B et C
Total (ml)					1 465	2 317	
Longueur ouvrage (ml)					3 782		

Source : JGRID

TABLEAU 54 : TABLEAU RESUME DES RESEAUX HTA A CREER, PAR TRONÇON



Source : SERHY Ingénierie

FIGURE 56 : COUPE TYPE DES FUTURES TRANCHEES

13.1.2 RACCORDEMENT EXTERNE AU RESEAU HTA

Le raccordement électrique externe à l'installation, c'est-à-dire entre les postes de livraison qui seront créés et le réseau public d'électricité existant, est réalisé sous la responsabilité du Gestionnaire de Réseau compétent, à savoir ENEDIS (anciennement ERDF).

Il incombera donc à ENEDIS de réaliser les travaux de raccordement sous sa propre Maîtrise d'Ouvrage après en avoir obtenu l'autorisation conformément à l'article 3 du décret 2011-1697 du 1er décembre 2011.

La solution de raccordement au réseau électrique n'est pas encore identifiée puisque la destination et le tracé de raccordement ne seront définis qu'une fois les autorisations délivrées, conformément à la Procédure de Raccordement disponible sur le site internet d'ENEDIS.

Le projet éolien de Châtaigner sera vraisemblablement raccordé par ENEDIS aux postes source de Corbigny (15 km du site) ou de Premery (27 km du site). Cette solution ne sera confirmée par ENEDIS qu'après l'obtention de l'autorisation unique du parc éolien, tout comme

le tracé de raccordement qui sera élaboré par ENEDIS en concertation avec les collectivités et les gestionnaires de voiries concernées.

13.2 RESPECT DES NORMES TECHNIQUES

Conformément à l'article 6 du décret du 2 mai 2014 l'exploitant s'engage à respecter la conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur.

Le poste de livraison respectera les normes suivantes : NFC 13-100, NFC 13-200 et NFC 15-100.

Les câbles respecteront la norme NFC 33 226 HTA (POPY).

13.3 QUALIFICATION DU PERSONNEL

Le décret n°88-1056 du 14 novembre 1988 (consolidé au 22 juin 2001) pris pour l'exécution des dispositions du livre II du code du travail (titre III : Hygiène, sécurité et conditions du travail) en ce qui concerne la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques, indique dans la section VI les règles de protection des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques.

Le personnel sera qualifié pour l'intervention sur les équipements électriques.

Le personnel en charge de l'installation des équipements sera conforme à la norme NFC 18-510 pour les installations basse tension et haute tension.

Au moment du chantier, un plan de prévention sera mis en place pour identifier par thèmes les risques liés au chantier et mettre en place des actions pour les éviter.