

# Etude de dangers

## Ferme éolienne des Grands Clos

Territoires de Parcoul et Puymangou (24)



**ATER Environnement –**

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

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

Tél : 06 42 96 65 45 – Mail : lucie.membrado@ater-environnement.fr

Rédacteur : Mme Lucie MEMBRADO

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PREAMBULE</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>ETUDES DETAILLEES DES RISQUES</b>	<b>51</b>
1.1.	OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS.....	5	8.1.	RAPPEL DES DEFINITIONS.....	51
1.2.	CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE .....	5	8.2.	DETERMINATION DES PARAMETRES POUR L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES .....	54
1.3.	NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES.....	6	8.3.	SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	61
<b>2</b>	<b>INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>63</b>
2.1.	RENSEIGNEMENT ADMINISTRATIF .....	7	<b>10</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>65</b>
2.2.	LOCALISATION DU SITE .....	11	10.1.	SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....	65
2.3.	DEFINITION DU PERIMETRE DE L'ETUDE .....	11	10.2.	PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL .....	67
<b>3</b>	<b>DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION</b>	<b>13</b>	10.3.	GLOSSAIRE.....	67
3.1.	ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE.....	13	10.4.	BIBLIOGRAPHIE .....	69
3.2.	ENVIRONNEMENT NATUREL .....	16	10.5.	TABLE DES ILLUSTRATIONS .....	70
3.3.	ENVIRONNEMENT MATERIEL .....	21	10.6.	COORDONNEES WGS 84 .....	71
3.4.	CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE.....	23	10.7.	K-BIS DE LA SOCIETE SNC « FERME EOLIENNE DES GRANDS CLOS » .....	72
<b>4</b>	<b>DESCRIPTION DE L'INSTALLATION</b>	<b>25</b>			
4.1.	CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION .....	25			
4.2.	FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION .....	28			
4.3.	FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION .....	33			
<b>5</b>	<b>IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION</b>	<b>35</b>			
5.1.	POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS .....	35			
5.2.	POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	36			
5.3.	REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE .....	36			
<b>6</b>	<b>ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE</b>	<b>39</b>			
6.1.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE.....	39			
6.2.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL.....	41			
6.3.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS SURVENU SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT .....	41			
6.4.	SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE .....	41			
6.5.	LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE.....	42			
<b>7</b>	<b>ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES</b>	<b>43</b>			
7.1.	OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	43			
7.2.	RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES .....	43			
7.3.	RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES.....	43			
7.4.	SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....	44			
7.5.	EFFETS DOMINOS SUR LES ICPE .....	46			
7.6.	MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE .....	47			
7.7.	CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	50			



# 1 PREAMBULE

## 1.1. Objectif de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société SNC « Ferme Eolienne des Grands Clos », Maître d'Ouvrage et futur exploitant du parc, pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques de la Ferme Eolienne des Grands Clos, autant technologiquement réalisable qu'économiquement acceptable, et que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre, ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

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

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

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

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

Cette étude a été réalisée à partir du guide de l'étude de dangers de Mai 2012 élaboré par l'INERIS, en étroite collaboration avec la DGPR, le SER et la FEE<sup>1</sup>.

## 1.2. Contexte législatif et réglementaire

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

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

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

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

- description de l'environnement et du voisinage,
- description des installations et de leur fonctionnement,
- identification et caractérisation des potentiels de 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.

<sup>1</sup> DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques – SER : Syndicat des Energies Renouvelables – FEE : France Energie Eolienne

## 1.3. Nomenclature des installations classées

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

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

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

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

La Ferme Eolienne des Grands Clos comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (125 m à hauteur de moyeu pour ce site) : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

Pour mémoire : De manière plus précise, la Ferme Eolienne des Grands Clos est constitué de 5 éoliennes GAMESA (G114) d'une puissance totale de 10 MW. La hauteur en bout de pale est de 182 m pour une puissance nominale de 2,0 MW.

## 2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

### 2.1. Renseignement administratif

Le demandeur est la société SNC « Ferme Eolienne des Grands Clos », le Maître d'Ouvrage du projet et futur exploitant du parc, filiale à 100% d'ABO Wind.

L'objectif final de la société ABO Wind est la construction du parc avec les éoliennes les plus adaptées au site, la mise en service, l'opération et la maintenance du parc pour le compte de la société SNC « Ferme Eolienne des Grands Clos » pendant la durée d'exploitation du parc éolien.

La société SNC « Ferme Eolienne des Grands Clos » sollicite l'ensemble des autorisations liées à ce projet et prend l'ensemble des engagements en tant que future société exploitante du parc éolien.

<b>Raison sociale</b>	Ferme Eolienne des Grands Clos
<b>Forme juridique</b>	Société Nom Collectif
<b>Capital social</b>	100 euros
<b>Siège social</b>	2 rue du Libre Echange CS 95893 31506 TOULOUSE
<b>N° Registre du Commerce</b>	807 395 512 RCS Toulouse
<b>N° SIREN</b>	807 395 512 00013
<b>Code NAF</b>	7010Z / Production d'électricité

Tableau 2 : Référence administrative de la société SNC « Ferme Eolienne des Grands Clos » (source : ABO Wind, 2014)

<b>Nom</b>	BESSIERE	HÖLLINGER	NÖLTING
<b>Prénom</b>	Patrick	Andreas	Dörte
<b>Nationalité</b>	Française	Allemande	Allemande
<b>Qualité</b>	Gérant	Gérant	Gérant

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

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

### La société ABO Wind

#### Une société internationale à dimension humaine

Fondée en 1996, ABO Wind compte parmi les développeurs de projets éoliens les plus expérimentés en Europe.

La société ABO Wind a une dimension internationale mais reste une PME à dimension humaine. En 2015, près de **300 professionnels** expérimentés travaillent au sein du groupe. ABO Wind a raccordé **1 010 mégawatts** à travers le monde.



Carte 1 : Localisation de l'activité internationale de la société ABO Wind (source : ABO Wind, 2015)

Avec trois agences à **Nantes, Orléans et Toulouse** (siège social), ABO Wind développe des projets éoliens sur tout le territoire français depuis 2002. Soutenue par un groupe solide et indépendant, la société ABO Wind a **développé et mis en service 127 éoliennes** en France soit **244 MW d'électricité propre**.

Forte d'une expérience de plus de 20 ans, l'équipe de 45 personnes est à la pointe de la **réalisation de parcs éoliens « clés en main »**, c'est-à-dire le développement, la construction et l'exploitation, allant jusqu'au démantèlement en fin de vie du parc éolien.

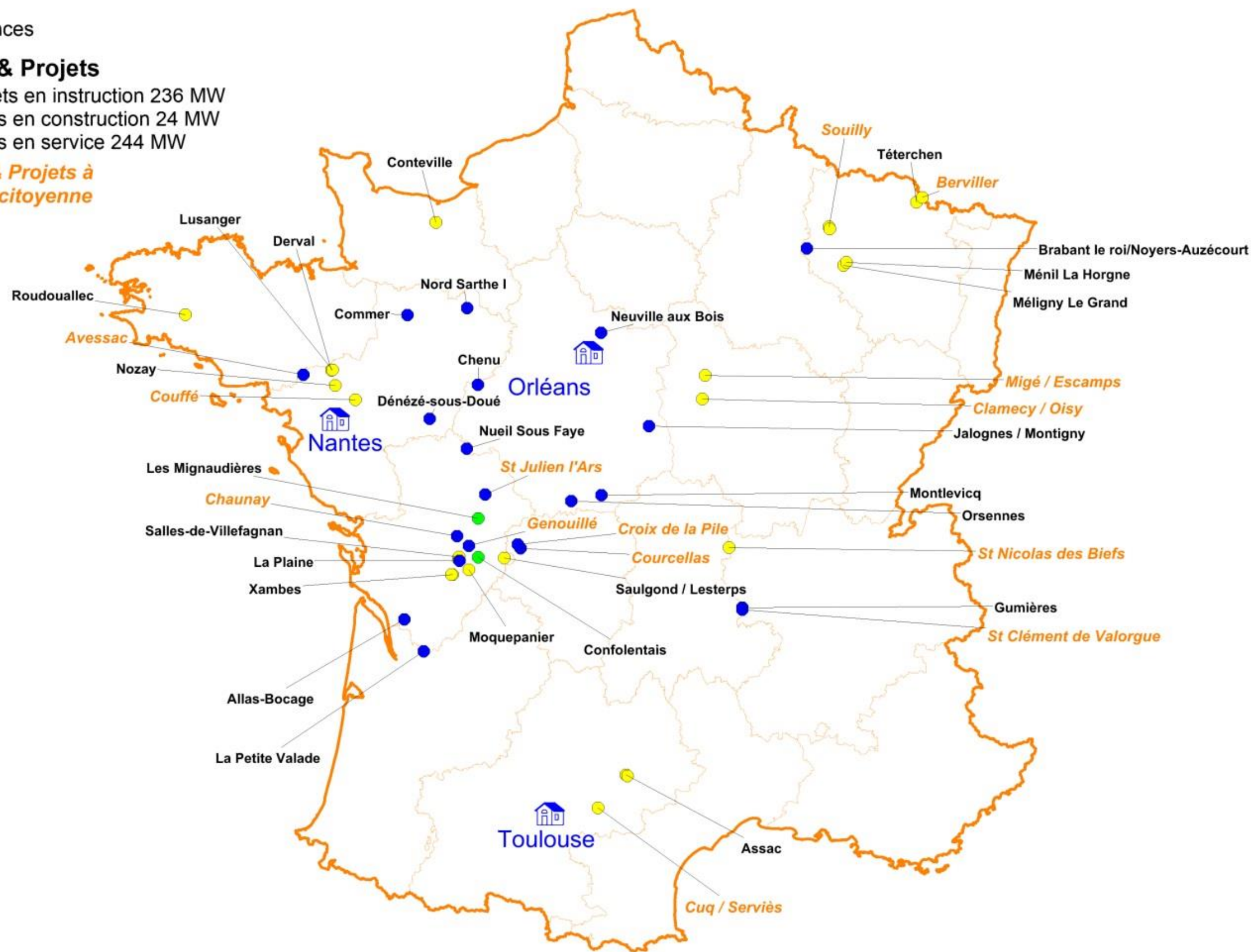
Parce que l'éolien est une énergie de territoire, ABO Wind développe main dans la main ses projets éoliens avec les acteurs territoriaux. De la même façon, ABO Wind met tout en œuvre pour que les retombées économiques des parcs éoliens restent au niveau local. Début 2015, ABO Wind a mis en service en Auvergne, **son sixième par éolien financé par des particuliers**.

 Agences

### Parcs & Projets

- Projets en instruction 236 MW
- Parcs en construction 24 MW
- Parcs en service 244 MW

*Parcs & Projets à finalité citoyenne*



Carte 2 : Les différents projets éoliens de la société ABO Wind en janvier 2015 (source : ABO Wind, 2015)



### Une équipe multidisciplinaire pour le projet

Une équipe de 45 collaborateurs qualifiés travaillent au sein de la société ABO Wind.

Sur la base des éléments de pré-analyse technique et des échanges avec les collectivités, une équipe projet est constituée en vue d'analyser et de définir un projet susceptible d'obtenir chacune des autorisations.

L'équipe projet recueille et synthétise les éléments obtenus après des demandes d'informations ou consultation des sites internet des services de l'État, des collectivités et des organismes liés au développement et à l'aménagement.

Ils sont complétés ensuite par des investigations de terrain, notamment pour les milieux naturels, le paysage et l'acoustique.

Le service communication est en étroite relation avec « l'équipe projet » pour construire une communication et concertation adaptées aux exigences du territoire.

La construction du parc éolien est pilotée par le service construction. En tant que maître d'œuvre l'équipe construction veille au bon déroulement du chantier.

Le service financier propose les solutions de financement les plus adaptées au projet et aux exigences des acteurs.

Le service exploitation a toute l'expertise nécessaire pour permettre au parc éolien de fonctionner de façon optimale.

### Une démarche concertée

Un projet bien accepté est avant tout un projet bien compris. C'est pourquoi ABO Wind associe tous les acteurs locaux dans ses projets éoliens.

Un dispositif de concertation rigoureux et adapté est mis en place par le service communication tout au long de la vie du parc éolien.

Ce plan de communication et de concertation est décidé avec les acteurs locaux, ABO Wind se met à l'écoute du territoire pour d'améliorer le projet initial pour l'adapter aux besoins locaux.

### L'éolien citoyen : des projets locaux et partagés

ABO Wind met un point d'honneur à **l'appropriation par les territoires** de leur projet. Depuis sa création, la société a mis toute son énergie à trouver des solutions pour que les projets éoliens aient une **finalité citoyenne**. Cela passe par l'échange et la concertation, mais également par des partenariats avec les acteurs locaux qui ont la connaissance du tissu socio-économique.

Nous allons plus loin dans cette démarche en proposant **des solutions de financement innovantes et adaptées** à chaque projet. **ABO Invest**, filiale du groupe ABO Wind, a été conçue pour permettre l'investissement des particuliers. Son capital est détenu par plus de 2.000 actionnaires particuliers. Les actions d'ABO Invest sont librement accessibles par chacun !

### Quelques exemples de projets concrets à finalité citoyenne

**ABO Invest** : 6 parcs éoliens en France détenus par des particuliers à travers des actions (44 MW)

**SAEML Eole-Lien**: 13 collectivités (3 communes, 9 Communautés de communes et le Parc Naturel Régional du Livradois Forez) associés à ABO Wind pour développer 22 MW.

**SERGIES** : le Syndicat d'électricité de la Vienne développe avec ABO Wind des projets à finalité citoyenne (55 MW).

**Autres exemples** : Partenariats avec Éoliennes en Pays de Vilaine, Energie Partagée (11,5 MW), et la Régie Municipale de Creutzwald (Berviller) (10 MW)

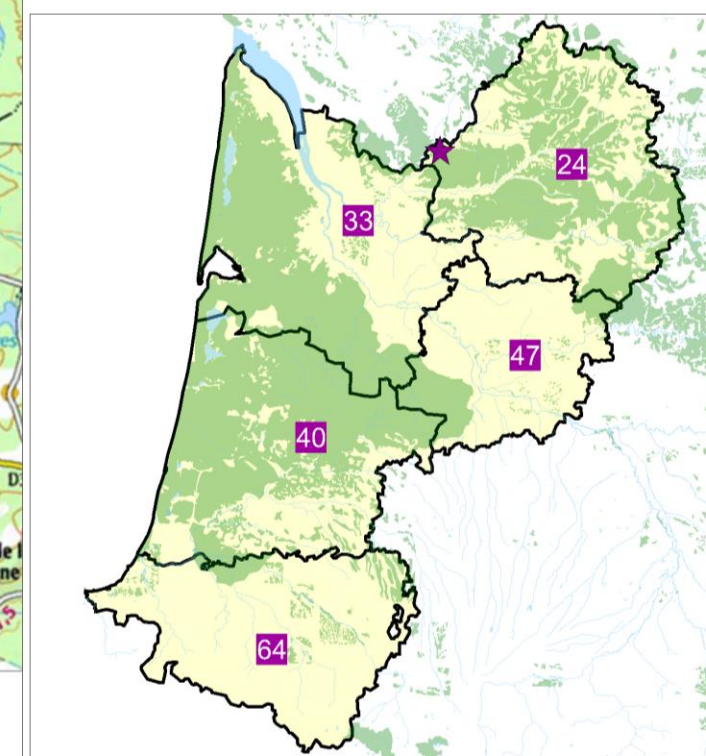
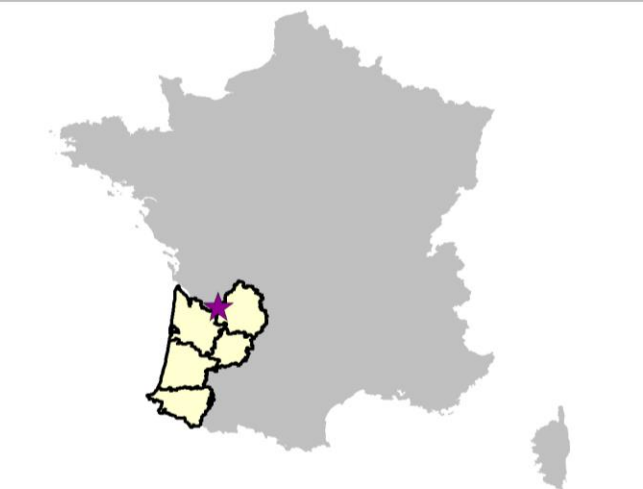
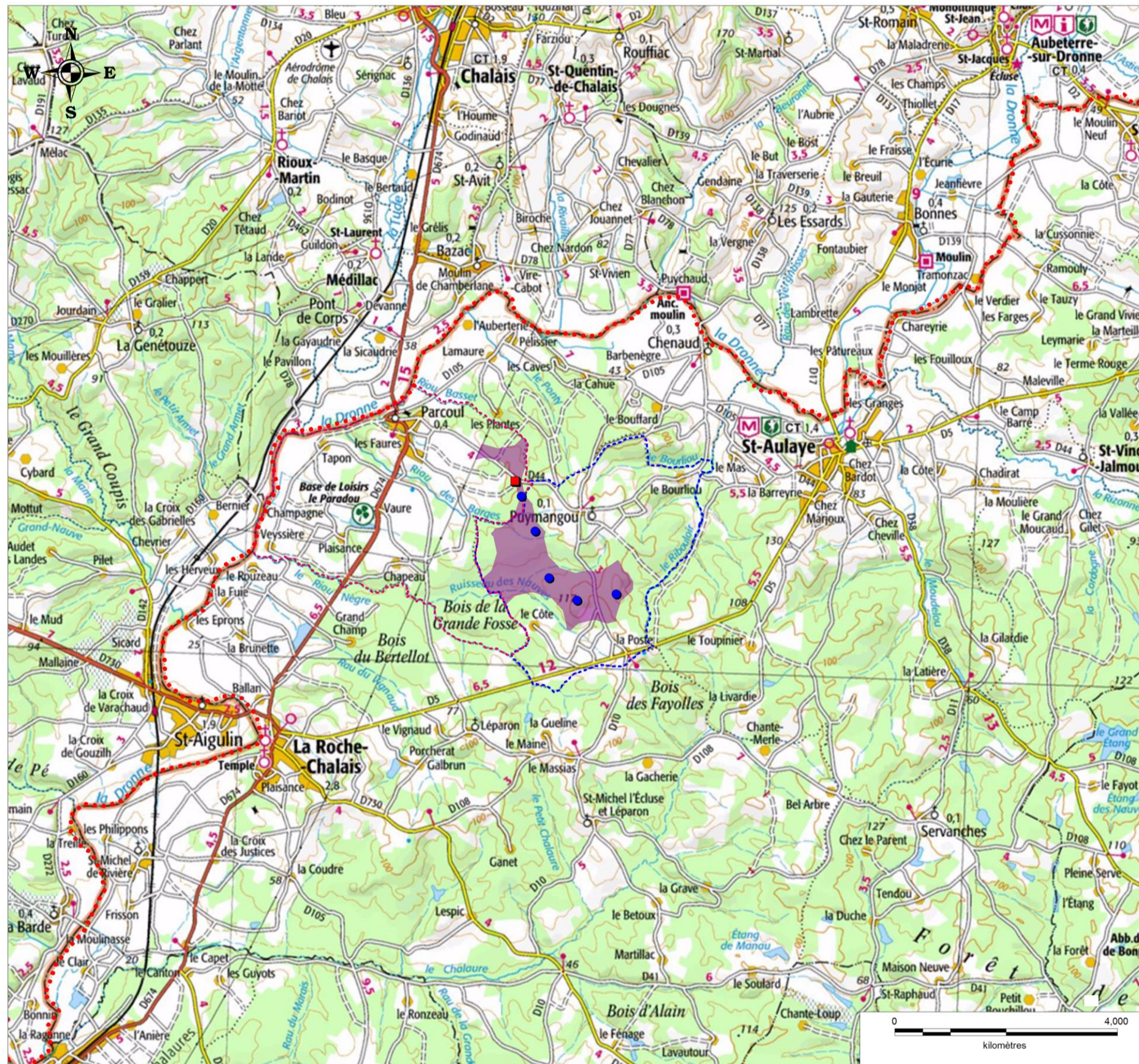


## Localisation géographique

Echelle : 1 / 70 000 ème

### Légende:

- Eolienne
- Poste de livraison
- Communes d'accueil:
  - Puy-mangou
  - Parcoul
- Limite territoriale:
  - ..... Limite régionale



Source : Scan100® ©IGN PARIS - Licence ABO Wind - Copie et reproduction interdite.  
Réalisation ATER Environnement Octobre 2014.

## 2.2. Localisation du site

### 2.2.1. Localisation générale

La Ferme Eolienne des Grands Clos, composé de 5 aérogénérateurs, est localisé sur les territoires communaux de PARCOUL et PUYMANGOU qui appartiennent à la Communauté de Communes du Pays de Saint-Aulaye, dans la région Aquitaine / département de la Dordogne (cf. carte n°3).

Il est situé à 22 km au Nord-Est de COUTRAS, à environ 50 km à l'Ouest de PERIGUEUX, au Sud d'ANGOULEME et au Nord de BERGERAC, ainsi qu'à 60 km au Nord-Est de BORDEAUX.

### 2.2.2. Identification cadastrale

Les parcelles concernées par l'activité de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent sont présentées dans le tableau ci-dessous. Toutes ces parcelles sont maîtrisées par le Maître d'Ouvrage via des promesses de bail emphytéotique et/ou des promesses de convention de servitudes.

**Les limites de propriété de l'installation** correspondent aux mâts des éoliennes et au poste de livraison. Le détail est présenté dans le tableau ci-contre.

**Remarque :** La preuve de la maîtrise foncière (attestations) se trouve en annexe du dossier intitulé « Demande administrative », joint au présent dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter.

## 2.3. Définition du périmètre de l'étude

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

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

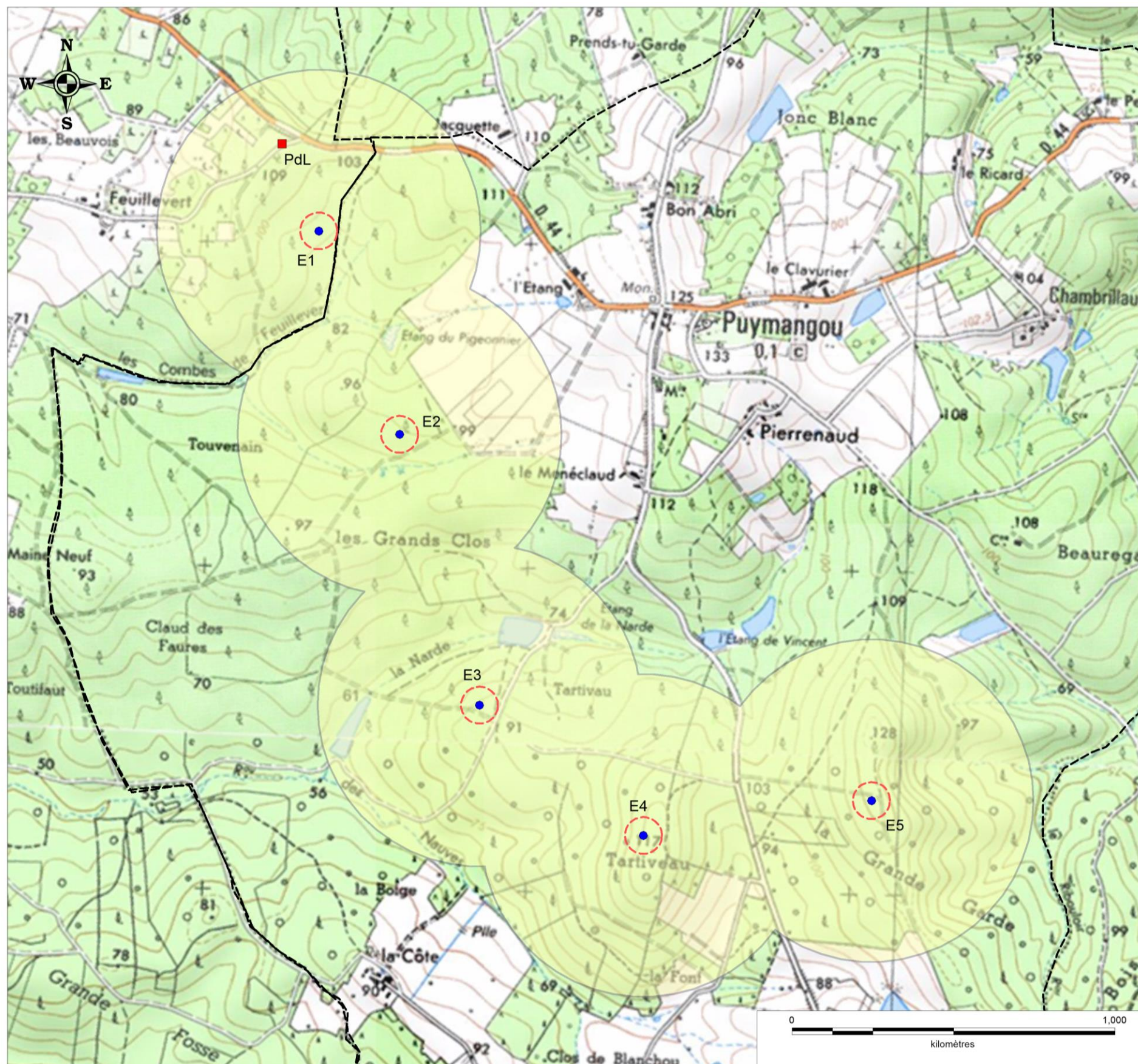
La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison, qui sera néanmoins représenté sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

Dénomination	Ouvrage	Commune	Parcelles Cadastreales	Superficie (m²)	Nom et adresse du propriétaire
E1	Fondation	Parcou	WB01	88 580	Mr et Mme Jean-Jacques GENDREAU Le Reclaud 24410 Parcou
	Plate-forme				
	Survol				
	Accès				
E2	Fondation	Puy-mangou	WA19	157 908	Mr Thierry BOURRUT- LACOUTURE 14 rue de l'Eglise 24410 Saint Aulaye
	Plate-forme				
	Survol				
	Accès				
E3	Fondation	Puy-mangou	A384	437 950	GF Alliflor Le Bourg 24410 Saint-Vincent-Jalmoutiers
	Plate-forme				
	Survol				
	Accès				
E4	Fondation	Puy-mangou	WB52	77 914	Mr Laurent DUPUIS 43 route de St Sulpice 24600 Riberac
	Plate-forme		WB51	7 128	
	Survol		WB55	9 030	Mr Thierry BOURRUT-LACOUTURE 14 rue de l'Eglise 24410 Saint Aulaye
	Accès		WB47	20 781	Mr Thierry BOURRUT- LACOUTURE 14 rue de l'Eglise 24410 Saint Aulaye
			WB52	77 914	Mr Jean BOURRUT- LACOUTURE La petite Grange 16390 Bonnes
					Mr Laurent DUPUIS 43 route de St Sulpice 24600 Riberac
	E5		Fondation	Puy-mangou	B1363
Plate-forme		B1362	38 800		Mme Céline BROUSSE 15 lot Le Grand Vignoble 42330 Saint Galmier
		B1362	38 800		
		B1362	38 800		
		B1364	8 205		
Survol		B1333	650		Mme Nelly LEFIEVRE 186 Rue du port 24520 Cours de Pile
		B1334	38 690		
		B1363	5 790		Mr Régis PETIT Prairie de Chenaud 24410 Chenaud
		B1341	405		
		B1340	8 890		
Accès		B1374	7 229		Mme Céline BROUSSE 15 lot Le Grand Vignoble 42330 Saint Galmier
		B1375	33 810		
POSTE DE LIVRAISON		Poste de livraison	Parcou		WA32

Tableau 4 : Identification des parcelles cadastrales (source : ABO Wind, 2014)

## Localisation du périmètre d'étude de dangers

Echelle : 1 / 12 000 ème



**Légende:**

- Périmètre de la zone d'étude de dangers (500m)
- Projet de la ferme éolienne des Grands Clos:
- Eolienne
- Poste de livraison
- Zone de surplomb par les pales (57 m)
- Territoire:
- Limite communale

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ABO Wind - Copie et reproduction interdite.  
Réalisation ATER Environnement Octobre 2014.

## 3 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

### 3.1. Environnement lié à l'activité humaine

#### 3.1.1. Zones urbanisées et urbanisables

L'habitat est relativement dispersé dans la zone d'étude. Quelques fermes peuvent donc circonscrire le parc éolien envisagé. Ainsi, le parc projeté est éloigné des zones constructibles (construites ou urbanisables dans l'avenir) de :

- Territoire de PARCOUL (Carte communale) :
  - ✓ Zone urbanisée du lieu-dit « Feuilletvert » à 701 m de l'éolienne E1.
- Territoire de PUYMANGOU (Carte communale) :
  - ✓ Lieu-dit « Jacquette » à 630 m de l'éolienne E1 ;
  - ✓ Hameau de l'Etang à 703 m de l'éolienne E2 ;
  - ✓ Hameau de Mle à 800 m de l'éolienne E2 ;
  - ✓ Habitats au lieu-dit « Menéclaud » à 805 m et 686 m de l'éolienne E2 ;
  - ✓ Hameau au lieu-dit « la Côte » à 878 m de l'éolienne E3 et à 882 m de l'éolienne E4 ;
  - ✓ Hameau au lieu-dit « la Poste » à 964 m de l'éolienne E5 ;
  - ✓ Hameau près du château d'eau à 976 m de l'éolienne E5 ;
  - ✓ Hameau au lieu-dit « Pierrenaud » à 1 190 m de l'éolienne E5 ;
  - ✓ Hameau au lieu-dit « le Bournot » à 1 445 m de l'éolienne E5.

Les abords du site d'étude se situent dans un contexte essentiellement forestier et agricole.

⇒ Dans le périmètre de la zone d'étude de dangers, aucune habitation, zone d'habitation ou zone destinée à accueillir des habitations n'est présente. La première habitation ou limite de zone destinée à l'habitation est à 630 m du parc éolien envisagé.

#### Focus démographique sur les communes de Parcou et Puymangou

Les territoires communaux intégrant le périmètre d'étude de dangers sont PARCOUL et PUYMANGOU, communes d'accueil de l'installation.

L'estimation de la population de ces communes est indiquée dans le tableau ci-dessous (Recensement Général de la Population, 2010).

Commune	Nb Habitant	Densité (Hab./m <sup>2</sup> )	Nb de logement	Maisons individuelles
Parcou	363	25,6	228	96,1%
Puymangou	93	8,2	54	98,2%

Tableau 5 : Quelques indicateurs de la population et leur logement (Insee, 2010)

Relatif aux territoires accueillant le projet, la commune de PARCOUL est la commune la plus peuplée. Elle compte environ 363 habitants en 2010 d'après les données de l'INSEE.

La croissance démographique depuis 1999, pour la commune de PARCOUL est négative (- 1,2 %). Il en est de même pour la commune de PUYMANGOU (- 0,8 %). Cette décroissance démographique est due principalement au solde migratoire qui est négatif.

La densité de population estimée en 2010 à l'échelle des communes intégrant le périmètre d'étude de dangers montrent que toutes les communes présentent une densité proche de celle du département, mais nettement inférieur à celle de la région dans lesquelles elles s'intègrent (Dordogne : 26,9 hab./km<sup>2</sup> / Aquitaine : 45,5 hab./km<sup>2</sup>), **ce qui confère aux territoires communaux un caractère rural.**

De manière générale, l'habitat est constitué en grande majorité de maisons individuelles (en moyenne 97 %). Notons que ces territoires comptent plusieurs zones urbanisées. **L'habitat est donc dispersé.**

#### Document d'urbanisme

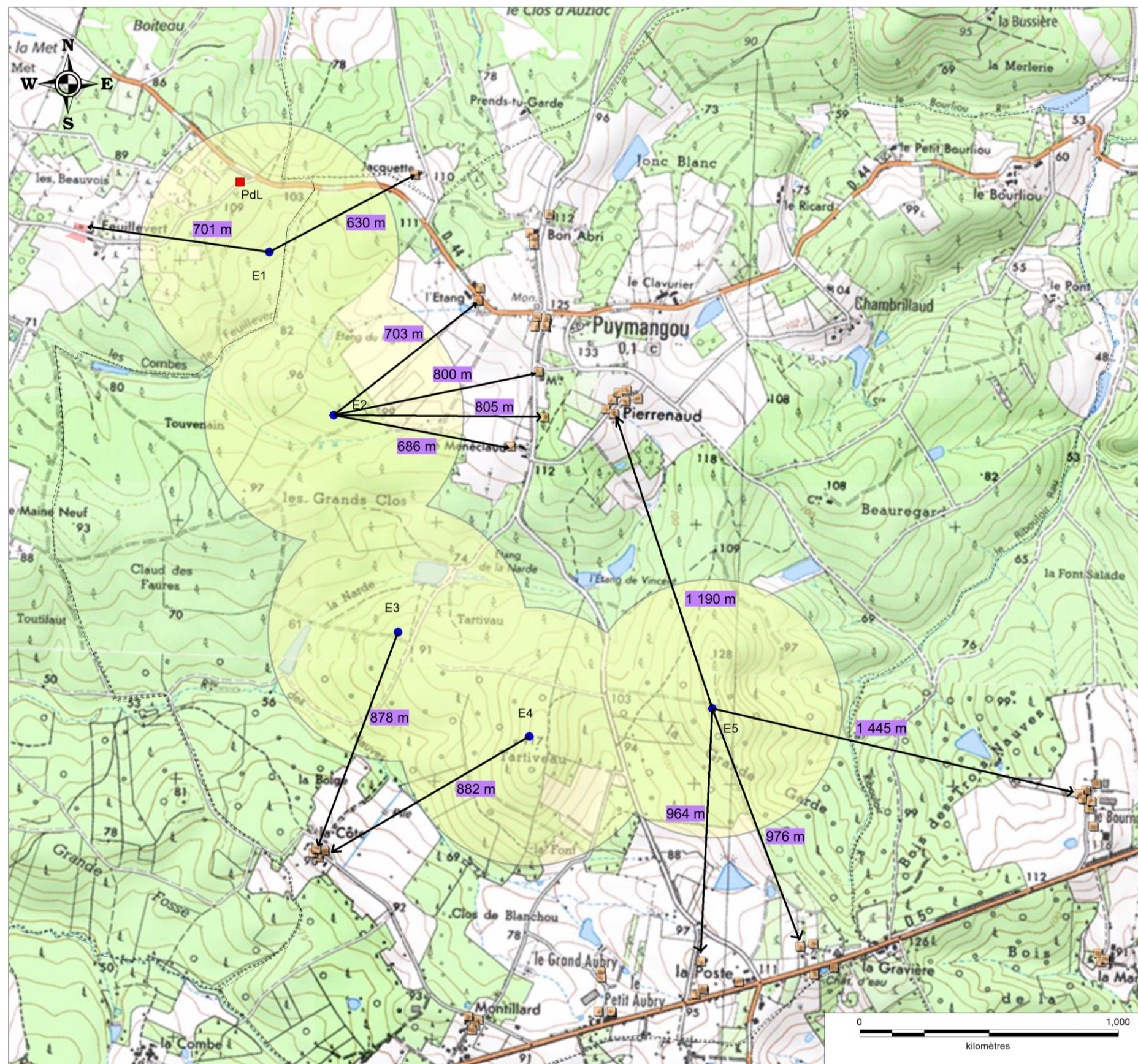
Les territoires de PARCOUL et PUYMANGOU sont dotés d'une Carte communale approuvée respectivement le 26 mai 2009 et le 20 juillet 2012.

⇒ La zone d'implantation des éoliennes est compatible avec les documents d'urbanisme.

Les communes du périmètre d'étude de dangers n'intègrent aucun SCoT (Schéma de Cohérence Territoriale).

## Distance aux zones urbanisées ou à urbaniser

Echelle : 1 / 15 000 ème



**Légende:**

- Périmètre de la zone d'étude de dangers (500m)
- Projet de la ferme des Grands Clos:
  - Eolienne
  - Poste de livraison
- Urbanisme:
  - Zone urbanisée
  - Habitat isolé
- Distance aux zones urbanisées ou à venir
- Territoire:
  - Limite communale

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ABO Wind - Copie et reproduction interdite.  
Réalisation ATER Environnement Octobre 2014.

Carte 5 : Distance aux premières habitations

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

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

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

#### Installations nucléaire de base

La centrale nucléaire la plus proche est celle de Blayais située à 59 km à l'Ouest du projet.

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

#### Etablissement SEVESO

Aucun établissement classé SEVESO n'est recensé sur le périmètre d'étude de dangers.

Le site « SEVESO Seuil Haut AS » le plus proche est celui de la société BREZAC Artifices à Montfaucon (stockage d'artifices pyrotechnique), situé à 36 km au Sud-Est de l'éolienne E5.

L'installation « Seveso Seuil Bas (SB) » la plus proche est celui d'une industrie chimique sur le territoire de Neuvic, localisé à 36 km au Sud-Est de l'éolienne E5.

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

#### Etablissement ICPE – hors éolien

Relatif aux sites Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.), **2 sites ont été inventoriés sur la commune de Parcoul** (carrières en activités), **1 pour la commune de Puymangou** (garage en activité) (source : Base de données ICPE, 2014).

⇒ Aucun établissement ICPE (hors éolien) n'intègre le périmètre de la zone d'étude de dangers. La plus proche se localise à 1 km au Sud de l'éolienne E5 sur la commune de Puymangou.

#### Etablissement ICPE éolien

A la date d'aujourd'hui, aucun permis de construire n'a été autorisé ou n'est même en instruction dans le périmètre d'étude de dangers.

⇒ Aucun parc éolien n'intègre le périmètre de la zone d'étude de dangers.

### 3.1.4. Autres activités

Le périmètre d'étude de dangers, recouvre principalement des zones forestières ainsi que quelques zones agricoles.

## 3.2. Environnement naturel

### 3.2.1. Contexte climatique

Le territoire d'étude se trouve dans le département de la Dordogne dont le climat est de type océanique. Les hivers sont doux et les étés sont chauds. Les précipitations sont fréquentes et réparties tout au long de l'année. Ces précipitations sont souvent dues à des orages de chaleur.

Remarque : La station de référence la plus proche est celle de Bergerac située à 50 km au Sud de la zone de projet. Certaines données viennent à manquer (Neige, gel, orage, grêle,...), donc la station de Bordeaux, située sur l'aéroport de Mérignac, à environ 70 km au Sud-Ouest du site servira de référence.

#### Température

Le climat doux se vérifie, puisqu'on compte 12,7°C de température moyenne annuelle au niveau de la station de Bergerac et des variations saisonnières moyennes (+/- 6°C en été et en hiver).

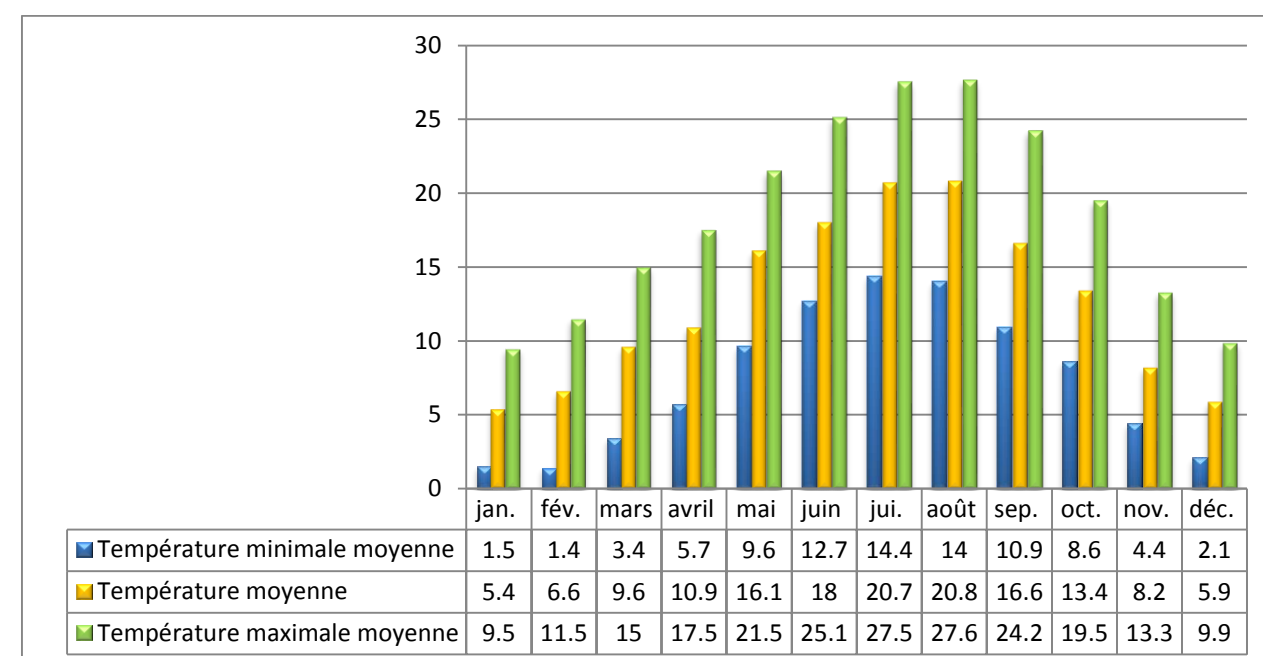


Figure 1 : Illustration des températures de 1981 à 2010 – Station de Bergerac (source : Météo-France, 2014)

#### Pluviométrie

Les précipitations sont réparties également toute l'année, avec des maximums au printemps et en automne, les mois de février et mars étant les plus secs. Contrastant avec l'image pluvieuse de la région, le total annuel des précipitations est relativement modeste avec 708,8 mm à Bergerac ; soit inférieur à la station de Nice (767 mm).

Cependant, le nombre de jours de pluie (63 à Nice, 112 à Bergerac) confirme le caractère océanique du climat.

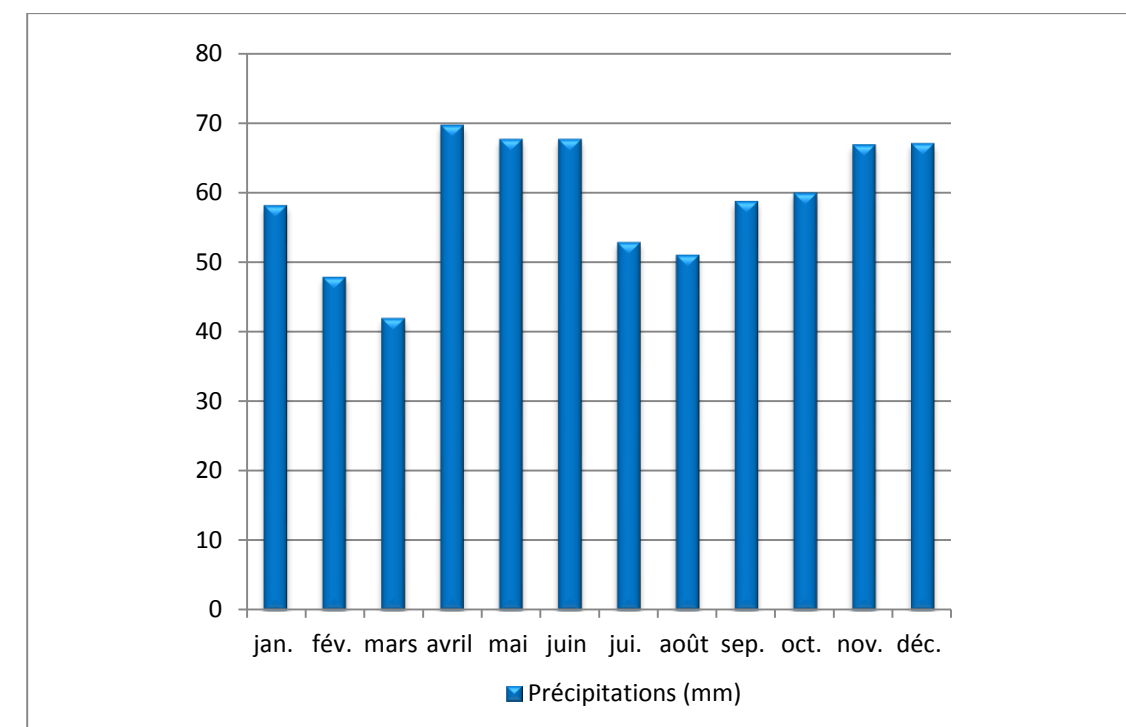


Figure 2 : Illustration des précipitations de 1981 à 2010 – Station de Bergerac (source : Météo-France, 2014)

#### Neige / Gel

La ville de Bordeaux compte 5 jours de neige par an contre 14 jours par an pour la moyenne nationale. Elle connaît également 41 jours de gel par an.

#### Orage, grêle, tempête

La ville de Bordeaux compte 32 jours d'orage par an. Le climat est fortement orageux avec une densité de foudroiement (2,5/km<sup>2</sup>/an) bien supérieure à celle du niveau national (2 km<sup>2</sup>/an). Elle connaît également 78 jours de brouillard contre 40 jours par an pour la moyenne nationale. Enfin, elle compte 4 jours de grêle par an en moyenne.

Le vent est dit fort lorsque les rafales dépassent 57 km/h. La ville de Bordeaux connaît 33 jours par an de vent fort.

#### Ensoleillement

Le secteur d'étude bénéficie d'un ensoleillement proche de la moyenne nationale : 1 948 h pour la station de Bergerac contre 1973 h pour la moyenne française.

#### Vent

D'après le Schéma Régional Eolien de l'Aquitaine, le site d'étude intègre une zone ventée. Les vitesses de vent sont estimées à 80 m d'altitude, entre 4,3 et 4,7 m/s.



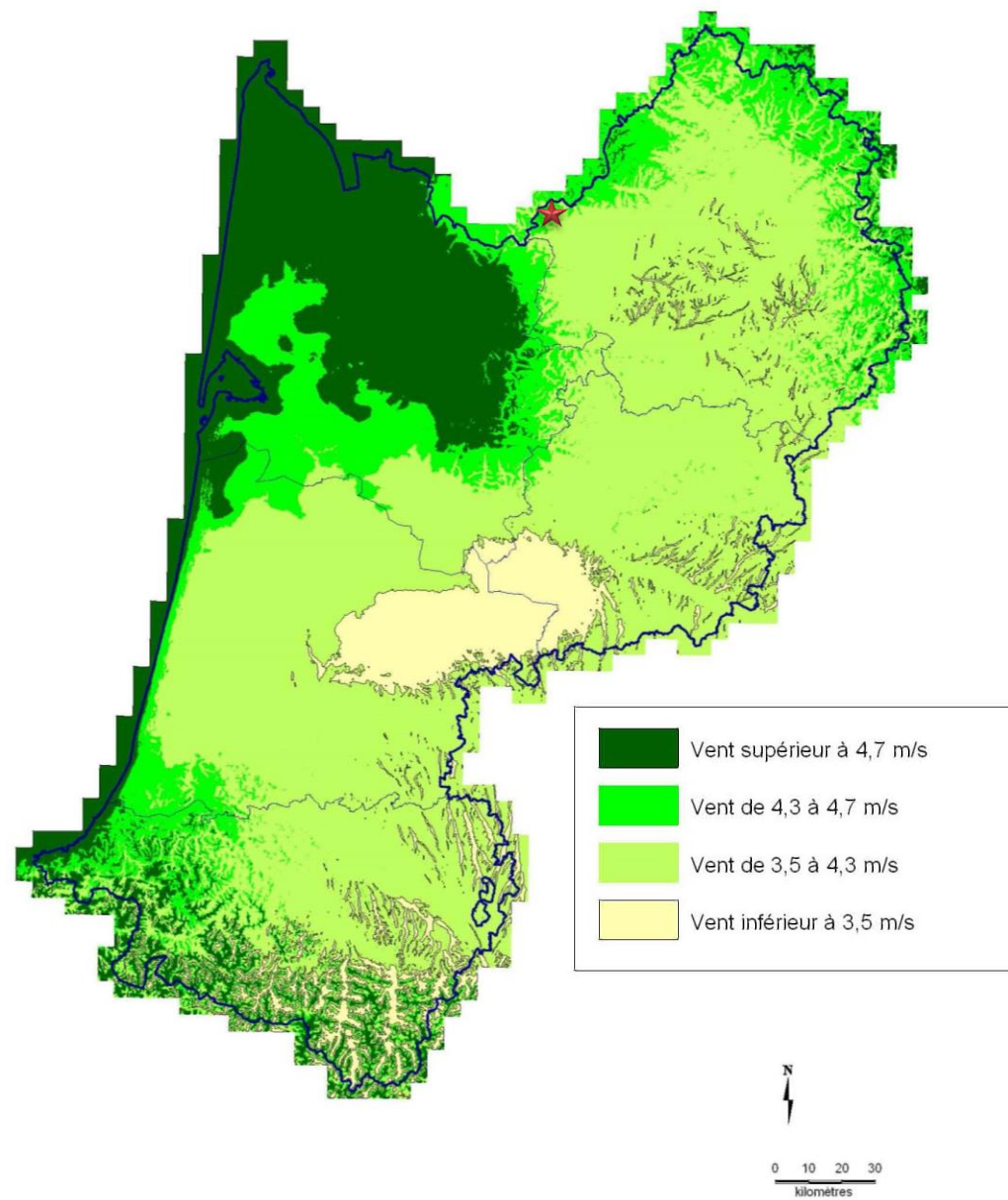


Figure 3 : Gisement éolien de l'Aquitaine, à 80 m d'altitude (source : Schéma Régional Eolien, 2012)

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

La rose énergétiques montre que le vent dominant est celui de direction Sud-Sud-Est d'une puissance de l'ordre de 250 kWh/m<sup>2</sup>/an avec une fréquence de plus de 10%. Dans une moindre mesure, les vents d'Ouest (125 kWh/m<sup>2</sup>/an) et de Nord-Nord-Est (100 kWh/m<sup>2</sup>/an) sont également représentés avec une fréquence supérieure respective de 10% et 12,5%.

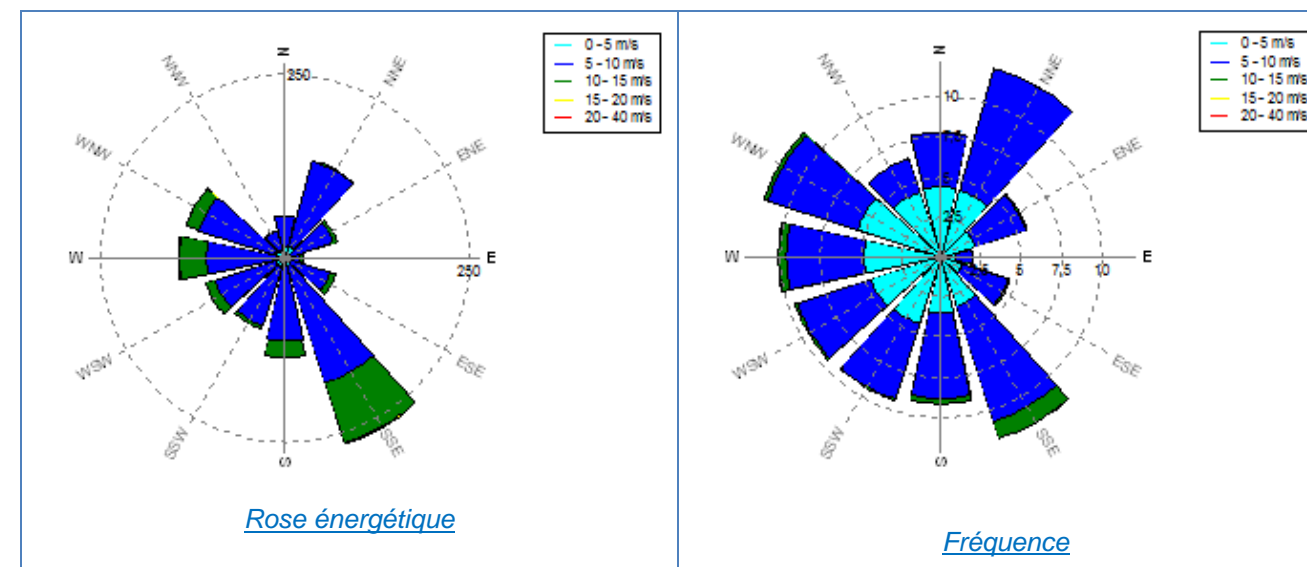


Figure 4 : Rose des vents moyenne du site (source : ABO Wind, 2014)



Figure 5 : Panneau pédagogique du projet éolien de la ferme éolienne des Grands Clos (©ATER Environnement)

- ⇒ Le site d'étude est soumis à un climat océanique avec des hivers doux, des étés très chauds et des précipitations réparties régulièrement sur l'année ;
- ⇒ La vitesse des vents et la densité d'énergie observées à proximité du site définissent aujourd'hui ce dernier comme bien venté et parfaitement compatible avec l'installation d'éoliennes.

### 3.2.2. Risques naturels

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

Le droit à cette information, institué en France par la loi du 22 juillet 1987 et inscrit à présent dans le Code de l'Environnement, a conduit à la rédaction dans le département de la Dordogne d'un dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) approuvé en 2007. Il a fait l'objet de plusieurs révisions. C'est sur la dernière version du 7 mars 2014 que nous nous appuyons pour notre analyse.

⇒ Notons que l'arrêté préfectoral de la Dordogne, en date du 07 mars 2014 fixant la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs, indique que les territoires communaux de PARCOUL et PUYMANGOU sont concernés par au moins un risque majeur (cf. tableau ci-dessous).

Code	Nom de la commune	Risque Industriel			Risque Inondation		Risque Rupture Barrage	Risque Mouvements de Terrain			Risque Carrière Souterraine abandonnée	Risque Séisme	Risque feux de forêt	Risque Transports de matières dangereuses
		PPRT A : approuvé	SEVESO III : seuil haut ou seuil bas	PPI R : Révision EC : en cours	Cours d'eau	Atlas zone inondable		PPRI A : approuvé P : présent	PPI (libéré des Origines et Monnaies le Vivalay)	Etudes BRGM A : argile CB : cavités souterraines MVT : mouvements de terrain autre				
24310	PARCOUL				Dronne	X								
24343	PUYMANGOU									A				

Tableau 6 : Risques majeurs présents sur les territoires d'accueil du projet (source : DDRM 24, 2014)

#### Arrêté de catastrophes naturelles

Les communes envisagées pour l'accueil du parc éolien ont fait l'objet d'arrêtés de catastrophe naturelle (source : prim.net, 2014) pour cause de :

Commune	Nature de la catastrophe naturelle	Date arrêté
ParcouL	Tempête	18/11/1982
	Inondations et coulées de boue	23/06/1993
		26/01/1994
	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	22/11/2005
		18/10/2012
PuymanGou	Tempête	18/11/1992
	Inondations, coulée de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	22/11/2005

Tableau 7 : Inventaires des arrêtés de catastrophe naturelle (source : prim.net, 2014)

#### Inondation

##### Définition

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

On distingue trois types d'inondations :

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

#### Sur le territoire d'étude

##### Inondation par remontée de nappe

Le site d'étude localisé sur les communes de ParcouL et de PuymanGou, présente une sensibilité allant de très faible à faible au phénomène d'inondation par remontée de nappe (source : inondationsnappes.fr).

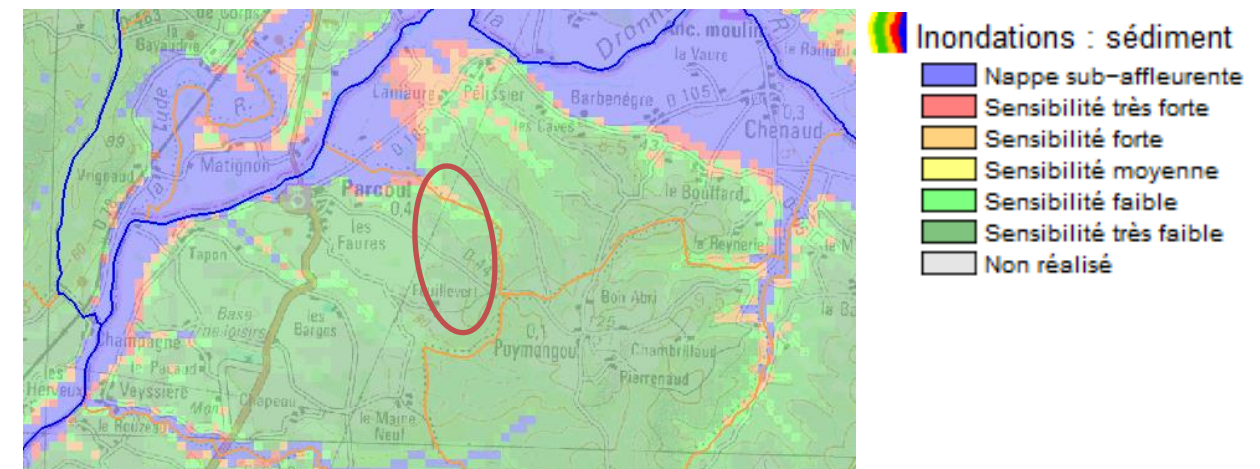


Figure 6 : Sensibilité des territoires d'accueil aux phénomènes d'inondations par remontée de nappe – Légende : Cercle rouge / Implantation du site (source : inondationsnappes.fr, 2014)

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

La commune de ParcouL est bordée par la Dronne et est dotée d'un Atlas de Zone Inondable (AZI) approuvé le 03 décembre 1998.

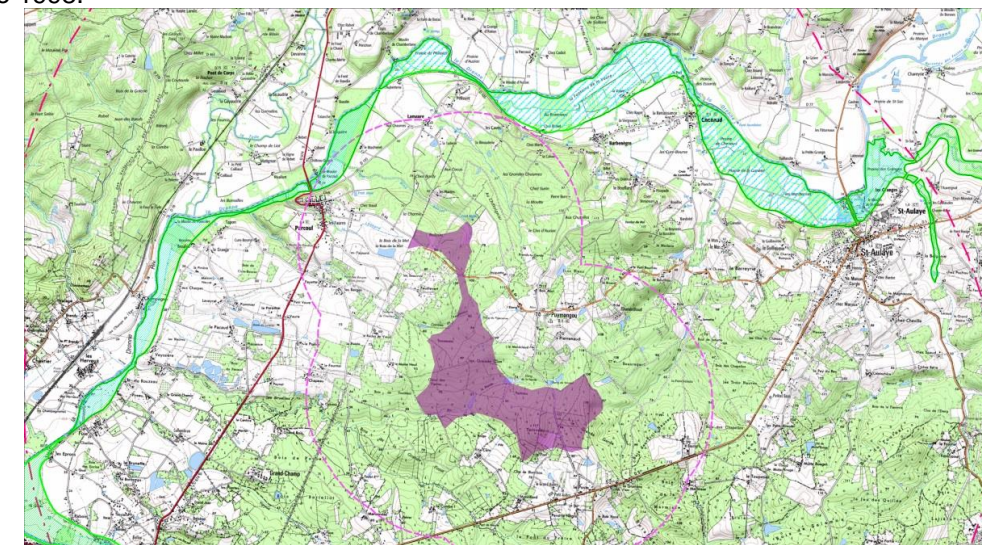


Figure 7 : Atlas des Zones Inondables du secteur d'étude – Légende : Zone verte / zone inondable (source : cartorisque.prim.net -2014)

#### Mouvements de terrain

##### Définition

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

#### Sur le territoire d'étude

Relatif à la présence de cavité : Aucune cavité n'est présente sur le site d'étude (source : bdcavité.net, 2014).

⇒ Aucune cavité n'est présente sur la zone d'implantation du projet.

Relatif à l'aléas retrait et gonflement des argiles :

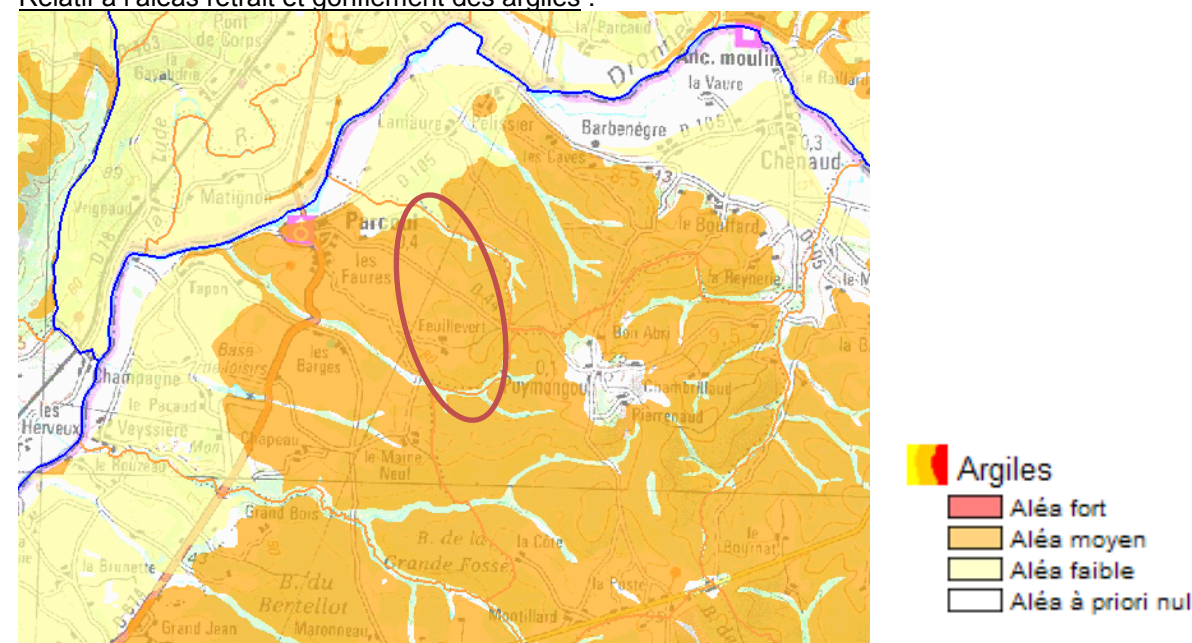


Figure 8 : Aléa retrait-gonflement des argiles sur le site d'étude – Légende : Cercle rouge / zone d'implantation potentielle (source : www.argiles.fr, 2014)

⇒ Le site d'implantation est soumis à un aléa moyen pour le retrait et gonflement des argiles. Ce point sera confirmé ou infirmé par la réalisation de sondages lors de la phase de travaux.

### Risque sismique

#### Définition

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

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

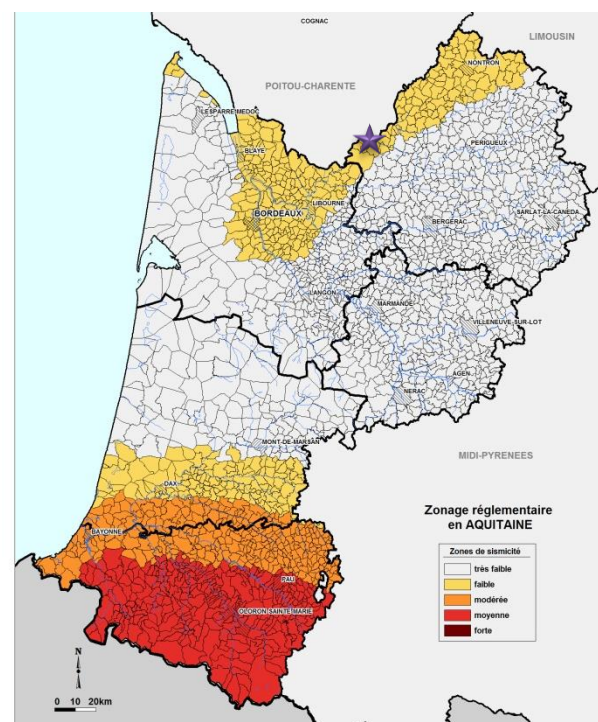


Figure 9 : Zones sismiques en région Limousin – Légende : Etoile violette / Localisation de la zone d'implantation du projet (source : planseisme.fr, 2014)

#### Sur le territoire d'étude

L'actuel zonage sismique classe le territoire d'accueil du projet en zone de sismicité faible. L'indice de sismicité 2 est soumis à des règles de construction parasismique applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières, l'aléa sismique étant qualifié de faible.

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

### Tempête

#### Définition

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

- **la pression** : les zones de basses pressions sont appelées dépressions celles où les pressions sont élevées, anticyclones ;
- **la température** ;
- **le taux d'humidité** : une tempête correspond à l'évolution d'une perturbation atmosphérique ou dépression où se confrontent deux masses d'air aux caractéristiques bien distinctes (température – humidité).

Cette confrontation engendre un gradient de pression très élevé, à l'origine de vents violents et/ou de précipitations intenses. On parle de tempêtes pour des vents moyens supérieurs à 89 km/h (degré 10 de l'échelle de Beaufort qui en comporte 12).

Les tempêtes d'hiver sont fréquentes en Europe, causées par la différence importante de température entre les océans et l'air. Venant de l'Atlantique, elles traversent généralement la France en trois jours, du Sud-Ouest au Nord-Est, leur vitesse de déplacement étant de l'ordre de 50 km/h.

#### Sur le territoire d'étude

En France, ce sont en moyenne chaque année quinze tempêtes qui affectent nos côtes, dont une à deux peuvent être qualifiées de " fortes " selon les critères utilisés par Météo-France. La Dordogne a été touchée par deux tempêtes, l'une en décembre 1999 et l'autre en octobre 2006. Le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Dordogne ne qualifie pas le risque de tempête ; cependant le risque peut être considéré comme faible.

⇒ Le territoire d'accueil du parc projeté est donc soumis à un risque de tempête modéré.

### Feux de forêt

#### Définition

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

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

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

#### Sur le territoire d'étude

Le département de la Dordogne est classé par le code forestier (article L133-1) parmi les territoires réputés particulièrement exposés aux risques d'incendie.

Le Dossier Départemental des Risques Majeurs de Dordogne qualifie le risque incendie de forêt. Il est considéré comme fort sur les territoires communaux de Parcou et Puymangou.

⇒ Le territoire d'accueil du parc projeté est donc soumis à un risque feu de forêt fort.

Le SDIS de la Dordogne préconise dans son courrier en date du 13 juin 2014 des recommandations en matière d'accessibilité, de défense et de lutte contre l'incendie.

#### Accessibilité des secours

L'entrée principale du site doit être reliée à la voie publique par une voie engin possédant les caractéristiques physiques suivantes :

- Largeur de 3 mètres ;
- Force portante calculée pour un véhicule de 160 kilo newtons avec un maximum de 90 kilo newtons par essieu, ceux-ci étant distants de 3,60 mètres au minimum ;
- Résistance au poinçonnement : 80 N/cm<sup>2</sup> sur une surface minimale de 0,20 m<sup>2</sup> ;
- Rayon intérieur minimal R : 11 mètres ;
- Sur largeur S = 15/R dans les virages de rayon inférieur à 50 mètres (S et R, sur largeur et rayon inférieur, état exprimés en mètres) ;
- Hauteur libre : 3,50 mètres ;
- Pente inférieure à 15 %.

Sur le site les cheminements permettant l'intervention des services de secours doivent être clairement matérialisés au sol ou balisés.

#### Défense incendie et ressource en eau

Le nombre d'hydratant(s) sera calculé dès lors que le SDIS aura connaissance de la localisation précise du site, de sa superficie totale et du détail des installations techniques et bâtementaires. Si les canalisations existantes ne permettent pas le respect de cette prescription, il pourra être créé une ou plusieurs réserve(s) artificielle(s) de 60 m<sup>3</sup> d'un seul tenant (ou de capacité réduite du double du débit horaire de l'appoint si la réserve est alimentée par un réseau de distribution).

Celle-ci pourra être remplacée par un point d'eau naturel (cours d'eau, étang) à condition qu'en toute saison il puisse fournir 60 m<sup>3</sup> en 2 heures.

Si il y a réserve naturelle ou artificielle, elle sera réalisée de manière que :

- La hauteur d'aspiration n'excède pas 6 mètres ;
- La profondeur minimale soit au minimum de 1 mètre ;
- Elle soit accessible en permanence et signalée, dotée d'une aire ou d'une plate-forme de 32<sup>2</sup> (8 m x 4 m) permettant aisément la mise en œuvre des engins de secours.

Le dimensionnement des besoins en eau est réalisé dans le cadre de la procédure de la demande de permis de construire et /ou de l'étude d'autorisation d'exploiter (cf. dispositions du décret n°2009-1414 du 19 novembre 2009).

Si la création du parc éolien rend inaccessible ou condamne des ressources en eau référencées par le SDIS pour la lutte contre les incendies ces points d'eau doivent être compensés par des infrastructures de mêmes caractéristiques accessibles aux moyens de lutte (à proximité des dessertes, et réparties de façon homogène). L'accès des secours doit être facilité autour de ces points d'eau.

#### Risque incendie et milieux naturels

Afin de permettre l'intervention des sapeurs-pompiers et d'autre part de limiter la propagation d'un incendie des installations vers la forêt ou inversement, le SDIS préconise :

##### Accessibilité :

Si les installations sont dans une enceinte fermée, la continuité des pistes DFCI ou des chemins desservant le massif devra être maintenue. Pour cela des portails seront créés dans la future clôture au droit des chemins existants.

Il est important de conserver la cohérence du maillage entre pistes DFCI et les chemins forestiers. Des pistes pourront être créées dans l'enceinte afin de réaliser un maillage de parcelles de maximum 25 ha.

Pour les sites dotés de fossés, des ouvrages de franchissement seront installés tous les 500 mètres avec une largeur minimale de 6 mètres. La répartition des ouvrages devra répondre aux dispositions de la défense incendie.

Une signalisation dans l'enceinte du site permettra aux secours de se repérer, cette signalisation sera cohérente avec la signalisation mise en place dans le massif forestier. Pour se faire, le maître d'ouvrage doit se rapprocher de la structure DFCI locale et/ou du maire de la commune.

##### Débroussaillage :

La zone dans laquelle se situe le projet est boisée et donc soumise au risque d'incendie de forêt. Aussi, je vous invite à intégrer dès à présent les dispositions réglementaires du Code Forestier (Art. L134-1 à L134-18) en matière de débroussaillage.

Il convient de maintenir en état débroussaillé une bande de 50 m autour des bâtiments et des installations à protéger y compris sur les fonds voisins et de 10 m de part et d'autre des voies privées qui les desservent.

Le débroussaillage s'entend au sens de l'article L.134-6 du Code Forestier.

##### Emploi du feu :

Le maître d'ouvrage respectera l'arrêté préfectoral n°2013073 – 0007 du 14 mars 2013 relatif à la protection de la forêt dans le département de la Dordogne interdisant à toute personne, notamment du 15 février au 15 mai et du 15 juin au 15 octobre y compris les propriétaires et leurs ayants-droit ou locataires de porter ou d'allumer du feu à l'intérieur des bois, forêts, plantations, reboisements et landes ainsi qu'à moins de 200 mètres de ces terrains.

Le maître d'ouvrage s'engage à faire parvenir :

- Les coordonnées géographiques précises de chacun des mâts dès que leur implantation sera définitivement arrêtée pour nous permettre de les référencés dans la base de données cartographiques ;
- Les coordonnées d'un technicien compétent susceptible de prendre immédiatement contact avec les secours en cas d'intervention s services de secours sur ces structures. Ce technicien devra pouvoir être joint 24h/24 et 7jours/7 ;
- Les caractéristiques des aérogénérateurs, notamment la nature et le volume des lubrifiants ;
- Les contraintes liées au travail à l'intérieur de ces installations ainsi que tous les éléments de sécurité par rapport au personnel intervenant (point d'encrage, hauteur de la plate-forme de travail, ...).

#### Foudre

##### Définition

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

##### Sur le territoire d'étude

Le climat global du département est fortement orageux (densité de foudroiement supérieur à 2,5, alors que la moyenne nationale est de 2).

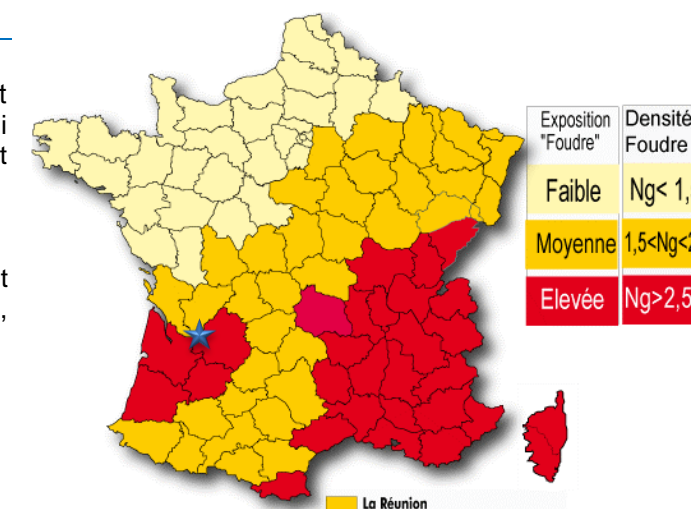


Figure 10 : Densité de foudroiement / Légende : Etoile bleue – localisation du site (source : citel, 2014)

⇒ Le territoire d'accueil du parc projeté est donc soumis à risque foudre fort.

## 3.3. Environnement matériel

L'environnement matériel inventorié dans le périmètre d'étude de dangers est présenté sur la carte ci-dessous.

### 3.3.1. Voies de communication

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

#### Infrastructure aéronautique

En ce qui concerne la Direction Générale de l'Aviation Civile (source : Courrier réponse du 05/06/2014), « le projet n'est affecté d'aucune servitude ou contrainte aéronautique rédhibitoire liée à la proximité immédiate d'un aéroport civil, à la circulation ou à la protection d'appareils de radio-navigation ».

Une demande a été faite auprès de l'Armée de l'Air par le bureau d'étude ATER Environnement en date du 05/05/2014, elle reste à ce jour sans réponse. Cependant, la société ABO WIND a reçu une réponse en date du 11 avril 2013 donnant un avis favorable au projet.

#### Infrastructure ferroviaire

Une ligne TER Bordeaux-Poitiers passant par la commune de Roche-Chalais est localisée au Nord-Ouest, à 4,2 km de l'éolienne E1, la plus proche.

⇒ Aucune voie ferrée ne traverse le périmètre d'étude de dangers.

#### Infrastructure routière

Le domaine routier est confié au Conseil Général de la Dordogne.

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

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

- Une route départementale, notée RD 44 sur la carte ;
- Des voies communales, notées Vc sur la carte ;
- Des chemins communaux, identifiés Cc sur la carte.

#### Définition du trafic

Relatifs aux chemins ruraux (ou communaux) et aux voies communales, aucune donnée ne sont disponibles. Toutefois, d'après les communes, le trafic est estimé inférieur à 200 véhicules/jour.

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

Numéro de l'éolienne	RD 44	Voies communales	Chemins ruraux
E1	255 m	272 m Vc1	225 m Cc1 88 m Cc2
E2	/	/	67 m Cc3
E3	/	60 m Vc2	316 m Cc4 21 m Cc5
E4	/	315 m Vc3 217 m Vc4 356 m Vc5	72 m Cc6 273 m Cc7
E5	/	387 Vc3	10 m Cc8 24 m Cc9

Tableau 8 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières

⇒ Aucune voie routière structurante (trafic supérieur à 2000 véhicules/jour) n'est recensée dans le périmètre d'étude de dangers.

#### Risque de transport de matière dangereuse (TMD)

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

Les territoires communaux de Parcoul et Puymangou sont concernés par un risque TMD par voie routière sur la RD 674 et la RD5. Cependant, ces routes n'intègrent pas le périmètre d'étude de dangers.

### 3.3.2. Réseaux publics et privés

#### Canalisation de gaz

Aucune canalisation de gaz ne traverse le périmètre d'étude de dangers.

#### Pipeline

Aucune canalisation d'hydrocarbure n'évolue sur le périmètre d'étude de dangers.

#### Faisceaux hertzien

Aucun faisceau hertzien n'évolue sur le périmètre d'étude de dangers.

#### Réseau électrique

Aucun réseau électrique ne se trouve dans le périmètre d'étude de dangers.

#### Captage AEP

Aucun captage AEP n'est présent dans le périmètre d'étude de dangers.

#### Autres réseaux publics

##### Ligne téléphonique :

Une ligne téléphonique se trouve dans le périmètre d'étude de dangers. Celle-ci longe la RD 44 et se localise à 270 m au Nord de l'éolienne E1 la plus proche.

⇒ Une ligne téléphonique se localise à 270 m au Nord de l'éolienne E1, longeant la RD 44.

### 3.3.3. Autres ouvrages publics

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

### 3.3.4. Patrimoine historique et culturel

#### Monument historique

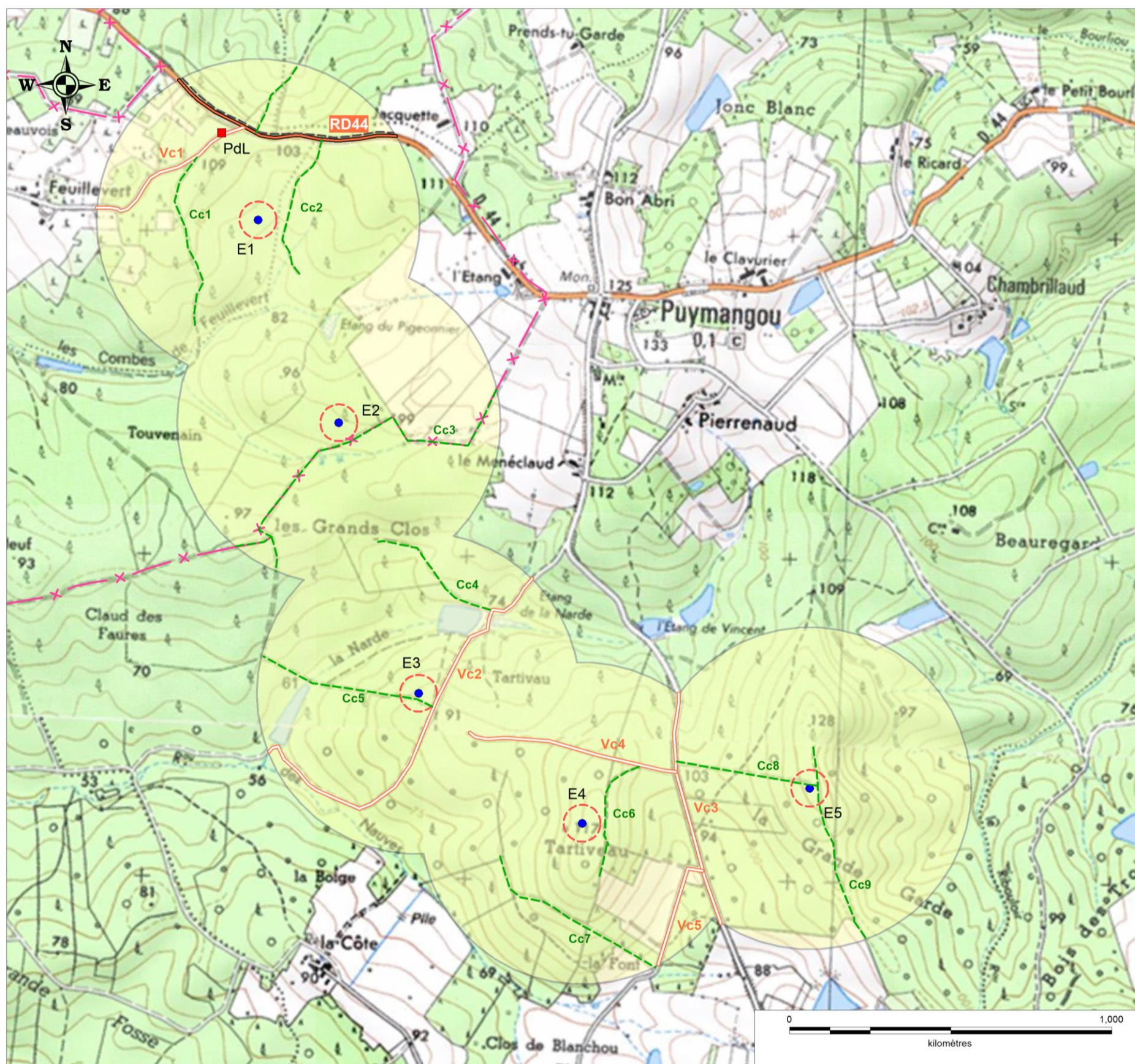
Aucun monument historique ne se trouve à l'intérieur du périmètre de l'étude de dangers. Le plus proche se situe à 2,7 km au Nord-Ouest de l'éolienne E1, la plus proche. Il s'agit d'un monument inscrit, l'Eglise Saint-Martin de Parcoul.

#### Archéologie

Dans son courrier en date du 12 juin 2014, le Service régional de l'archéologie de la Dordogne stipule : « En l'état actuel de nos connaissances, aucun vestige n'est recensé dans la zone d'étude. Cependant, étant donné la nature du projet et sa superficie, des défrichements et enfouissements de réseaux notamment peuvent mettre à jour des sites inédits et les perturber de facto par les travaux ».

## Enjeux matériels

Echelle : 1 / 12 000 ème



### Légende:

Périmètre de la zone d'étude de dangers (500m)

Projet de la ferme des Grands Clos:

● Eolienne

■ Poste de livraison

Zone de surplomb par les pales (57 m)

Infrastructure routière:

Route départementale

Voie communale

Chemin rural

Tourisme:

Parcours de randonnée inscrits au PDIPR

Autre réseau:

Ligne téléphonique

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ABO Wind - Copie et reproduction interdite.  
Réalisation ATER Environnement Octobre 2014.

Carte 6 : Environnement matériel dans le périmètre d'étude de dangers

## 3.4. Cartographie de synthèse

En conclusion de ce chapitre, une cartographie de synthèse permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans le périmètre d'étude de dangers (voir carte 12). Les différents périmètres d'étude (zone de surplomb, de ruine, de projection de glace ...) correspondent aux différents scénarii de risque développé dans le chapitre 8.

### 3.4.1. Définition des périmètres d'étude

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

- **Zone de surplomb** (0 – 57 m) : elle correspond à la zone de risque de la chute d'éléments provenant de la machine ou de la chute de glace, par action de la gravité ;
- **Zone d'effondrement** (ou zone de ruine de machine) : elle correspond à la zone où l'éolienne peut tomber au sol (0 – 182 m) ;
- **Zone de projection de glace** (0 – 358,5 m) : elle correspond à la zone où des morceaux de glace, généralement formés sur les pales, peuvent être projetés lors de la mise en route de la machine. Ce périmètre est défini selon la formule suivante :  $1,5 \times (\text{hauteur au moyeu} + \text{diamètre du rotor})$ .
- **Zone de projection de pale** (0 – 500 m) : elle correspond à la zone où des morceaux de pale, dans le cas d'une fracture de cette dernière, peuvent être projetés. Cette zone a été définie par le SER/FEE/INERIS dans sa trame type (2012) comme étant limitée à 500 m du mât de la machine.

### 3.4.2. Les enjeux humains

#### Relatif aux terrains non bâtis

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

Pour chaque éolienne, la superficie a été calculée à partir de la formule suivante :  $Z_E = \pi \times R^2$

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

	Zone de surplomb	Zone de ruine	Zone de projection de glace	Intégralité du périmètre
<b>Rayon (m)</b>	57	182	358,5	500
<b>Superficie (ha)</b>	1,02	10,40	40,4	78,5
<b>Nombre d'individus</b>	0,01 personne	0,10 personne	0,40 personne	0,79 personne

Tableau 9 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non urbanisés pour une éolienne

#### Relatif aux infrastructures routières

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, les voies de circulation qui sont prises en considération sont celles empruntées par un nombre significatif de personnes (plus de 2 000 véhicules/jour) qui ne sont pas déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installations.

**Aucune infrastructure routière structurante ne passe sur l'aire d'étude de dangers.**

#### Relatif aux chemins de randonnées

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

Ainsi, ces personnes sont incluses dans la catégorie « terrains non bâtis ».

**Un chemin de randonnée inscrit au PDIPR traverse en partie l'aire d'étude de dangers.**

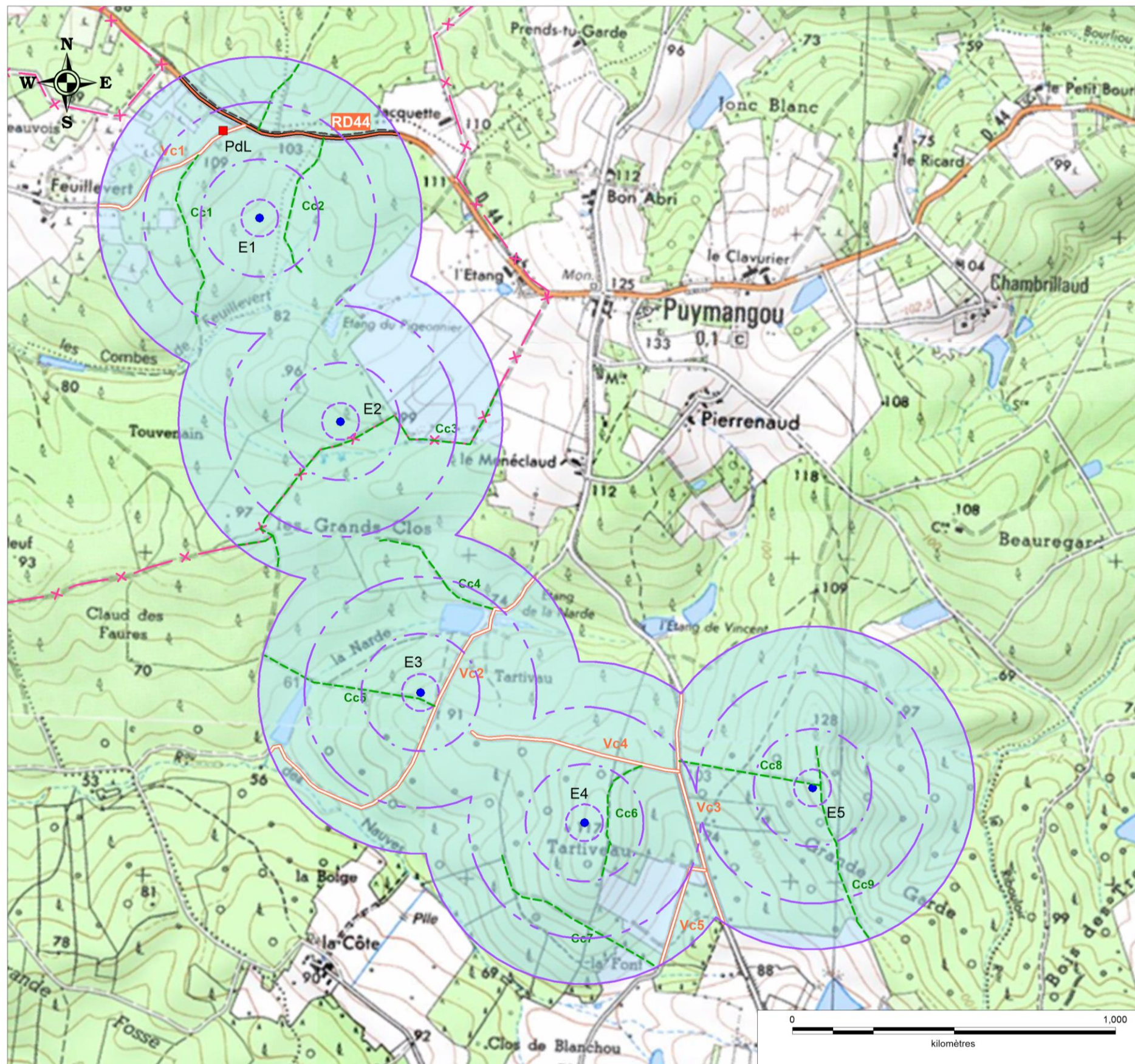
### 3.4.3. Enjeux matériels

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

- Les infrastructures routières ;
- Un chemin de promenade et de randonnée.

# Enjeux humains

Echelle : 1 / 12 000 ème



### Légende:

Projet de la ferme éolienne des Grands Clos

● Eolienne

■ Poste de livraison

Infrastructure routière:

— Route départementale

— Voie communale

--- Chemin rural

Chemin de randonnée:

--- Inscrit au PDIPR

Autre réseau:

--- Ligne téléphonique

Représentation des scénarios étudiés:

--- Risque de chute de glace ou autre élément (57 m)

--- Risque d'effondrement (182 m)

--- Risque de projection de glace (358,5 m)

--- Risque de projection de pale (500 m)

Personnes exposées:

Moins de 1 personne

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ABO Wind - Copie et reproduction interdite.  
Réalisation ATER Environnement Octobre 2014.



## 4 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente (chapitre 5), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

### 4.1. Caractéristiques de l'installation

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

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe 4.3.1) :

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

#### Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 5 tronçons en acier 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.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - ✓ le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - ✓ le système de freinage mécanique ;
  - ✓ le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
  - ✓ les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
  - ✓ le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

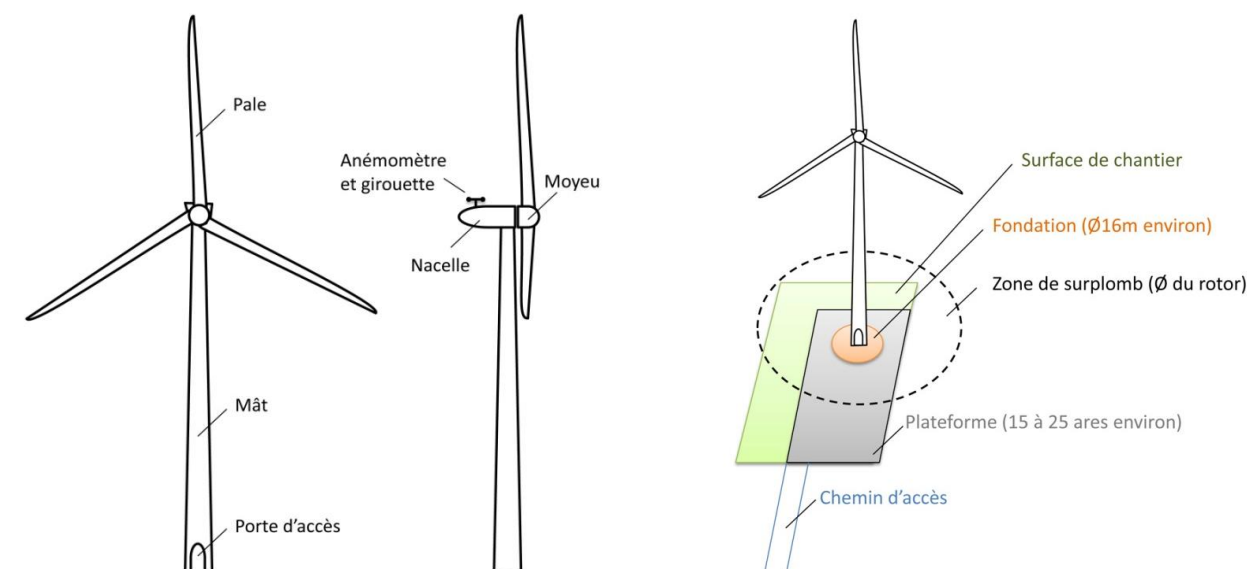


Figure 11 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale) (SOURCE : INERIS/SER/FEE, 2012)

#### Emprise au sol

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

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

#### Chemins d'accès

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

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

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

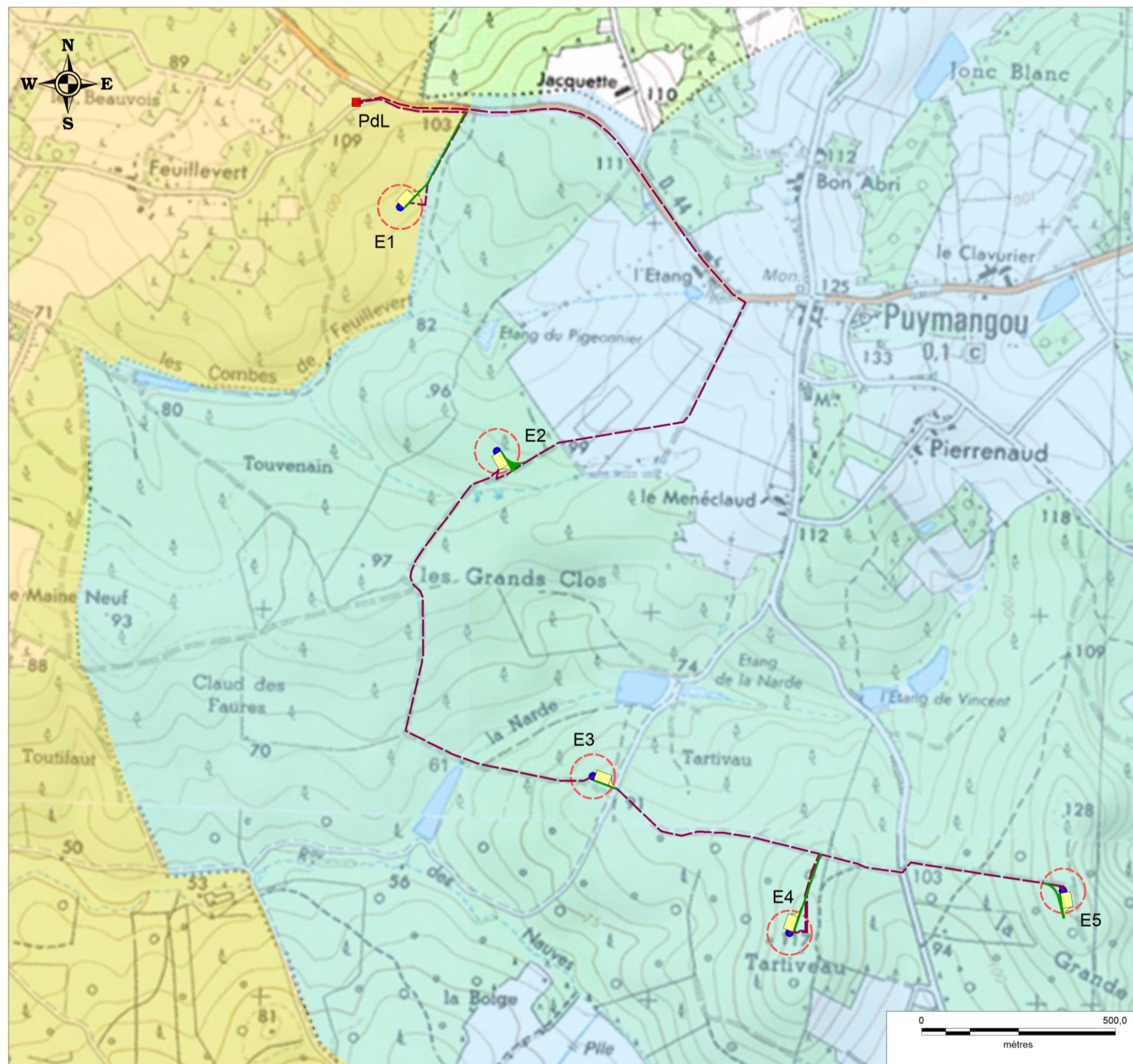
Durant la phase d'exploitation, les chemins sont utilisés par des véhicules légers (maintenance régulière) ou par des engins permettant d'importantes opérations de maintenance (ex : changement de pale).

#### Autres installations

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

## Présentation de l'installation

Echelle : 1 / 10 000 ème



### Légende:

Projet de la ferme des Grands Clos:

- Eolienne
  - Poste de livraison
  - ▭ Zone de surplomb par les pales (57 m)
  - .- Liaison inter-éolienne
  - Piste
  - ▭ Plateforme
- Territoire communal:
- ▭ Parcoul
  - ▭ Puymangou

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ABO Wind - Copie et reproduction interdite.  
Réalisation ATER Environnement Octobre 2014.

### 4.1.2. Activité de l'installation

L'activité principale de la Ferme Eolienne des Grands Clos est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur de moyeu de 125 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

### 4.1.3. Composition de l'installation

La Ferme Eolienne des Grands Clos est composé de 5 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 125 mètres (soit une hauteur de mât de 122 m au sens de la réglementation ICPE) et un diamètre de rotor de 114 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 182 mètres.

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

Eolienne	Coordonnées NTF Lambert 93		Altitude (NGF – m)	
	Longitude Est	Latitude Nord	Au sol	Bout de pale
1	469 405	6 459 259	92,85	274,85
2	469 655	6 458 630	94,65	276,65
3	469 902	6 457 792	87,50	269,50
4	470 409	6 457 389	117,55	299,55
5	471 114	6 457 497	126,10	308,10
Poste de livraison	469 292	6 459 529	107,39	/

*Tableau 10 : Coordonnées géographiques du parc éolien*

Remarque : en annexe, page 71, les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de livraison sont données dans le système de coordonnées WGS 84 en mètre et en degré, minute, seconde.

## 4.2. Fonctionnement de l'installation

### 4.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'**anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 10,8 km/h (3m/s) que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (14,9 tours/minute maximum) 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 43,2 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur G114-2.0 de 2,0 MW par exemple, la production électrique atteint 2 000 kWh dès que le vent atteint 14m/s soit environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 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.

Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
<b>Fondation</b>	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>En béton armé, de forme octogonale,</li> <li><u>Dimension</u> : design adapté en fonction de l'étude géotechnique et hydrogéologique réalisée avant la construction. En standard, 19,5 m de diamètre à leur base.</li> <li><u>Profondeur</u> : en standard, 3 m.</li> </ul>
<b>Mât</b>	Supporter la nacelle et le rotor	<ul style="list-style-type: none"> <li>En acier,</li> <li>Composé de 5 pièces.</li> </ul>
<b>Nacelle</b>	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un arbre en rotation, entraîné par les pâles,</li> <li>La génératrice annulaire qui fabrique l'électricité – Tension de 690 V.</li> </ul>
<b>Rotor / pales</b>	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 par machine,</li> <li>Longueur : 56 m</li> <li>Poids : 13 t</li> <li>Constitué d'un seul bloc de plastique armé à fibre de verre (résine époxyde).</li> </ul>
<b>Transformateur</b>	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tension de 20 kV à la sortie.</li> </ul>
<b>Poste de livraison</b>	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20Kv.</li> </ul>

Tableau 11 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012)

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 90 km/h, 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.

### 4.2.2. Sécurité de l'installation

L'installation respecte la réglementation en vigueur en matière de sécurité.

#### Système de fermeture de la porte

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

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

#### Balises des éoliennes

Le balisage des éoliennes est défini par les arrêtés du 13 Novembre 2009 et du 7 Décembre 2010. Les éoliennes G114-2.0 sont conformes à cet arrêté.

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

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

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

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

#### Balisage lumineux de jour

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

#### Balisage lumineux de nuit

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

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

## Protection contre le risque incendie

### Système de détection et d'alarme

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

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

### Système de lutte contre l'incendie

L'éolienne G114-2.0 dispose de deux extincteurs CO2 disposés l'un, dans la nacelle et l'autre, au pied du mât. Les extincteurs sont positionnés de façon bien visible et facilement accessible. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Ils font l'objet d'un contrôle régulier par un organisme agréé.

### Procédure d'urgence en cas d'incendie

Un plan d'évacuation permet au personnel d'évacuer l'éolienne en cas d'incendie. Le personnel dispose également d'une procédure d'urgence pour donner l'alerte vers les services de secours en cas d'incendie et est formé pour le faire. Cette procédure est détaillée dans le dossier Hygiène et Sécurité du dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter.

## Protection contre le risque foudre

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

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

Les éoliennes G114-2.0 sont protégées contre l'impact de la foudre grâce à un système de transmission allant des récepteurs de pale et de nacelle jusqu'aux fondations, en passant par le carénage, le châssis et la tour. Ce système évite le passage de la foudre à travers les composants critiques. Pour ce qui est des systèmes de protection supplémentaires, le système électrique est doté de protecteurs de surtension.

Tous ces systèmes de protection sont conçus pour atteindre un niveau de protection maximal de classe I conformément à la norme IEC 62305. Les normes IEC 61400-24 et IEC 61024 ont été prises comme normes de référence. Le Maître d'Ouvrage tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des éoliennes à la norme précitée.

Remarque : Selon l'Association d'assurance allemande (GDV) publication « BlitzRisikorientierter und Überspannungsschutz » et la norme IEC 61400-24, le niveau de protection minimale recommandée pour une éolienne est seulement le niveau II.

## Protection contre la survitesse

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

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

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

## Protection contre la tempête

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

En cas de dépassement de la vitesse du vent de coupure, si la valeur moyenne sur 10 minutes est supérieure à 25 m/s ou si la valeur moyenne sur 3 secondes est supérieure à 32 m/s, l'éolienne s'arrête. Dans ce cas, des codes d'état associés à des alarmes sont activés et peuvent, le cas échéant, entraîner un ralentissement de la machine (bridage préventif) voire un arrêt de la machine.

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

La procédure de coupure sera lancée si la vitesse du vent est supérieure à la vitesse du vent de coupure, en valeur moyennée sur 10 min. Cependant, pour faire face aux rafales, l'éolienne lancera également la procédure de coupure si la vitesse du vent dépasse certains seuils prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne en valeur moyennée sur 30 s, ou en valeur moyennée sur 1s.

La procédure d'arrêt fera pivoter les pales en position drapeau et arrêtera l'éolienne en toute sécurité. Après l'arrêt et pour des raisons de sécurité, un délai d'attente doit être respecté avant de procéder au redémarrage de l'éolienne. Ce délai d'attente n'est décompté qu'une fois que la vitesse du vent reste inférieure à 22 m/s pendant plus de 120 s.

## Protection contre l'échauffement

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

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

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

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

## Protection contre la glace

Durant les mois d'hiver et au début du printemps, du givre puis de la glace peuvent se former sur les pales et la nacelle des éoliennes entraînant un surpoids, un déséquilibre du rotor et des risques de projection de cette glace. La glace sur les pales de l'éolienne diminue sa puissance et augmente les efforts sur la machine. Le balourd, créé, déséquilibre la rotation du rotor.

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

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

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

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

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

### Protection contre le risque électrique

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

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

### Protection contre le risque de fuite de liquide dans la nacelle

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

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

### Sécurité positive de l'éolienne – redondance des capteurs

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

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

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

L'exploitation des éoliennes ne fera pas l'objet d'une présence permanente sur site, mis à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement de la Ferme Eolienne des Grands Clos est entièrement automatisé et contrôlé à distance depuis le centre de maintenance qui s'occupera du parc.

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

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

De plus, les éoliennes sont équipées d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance depuis un PC équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

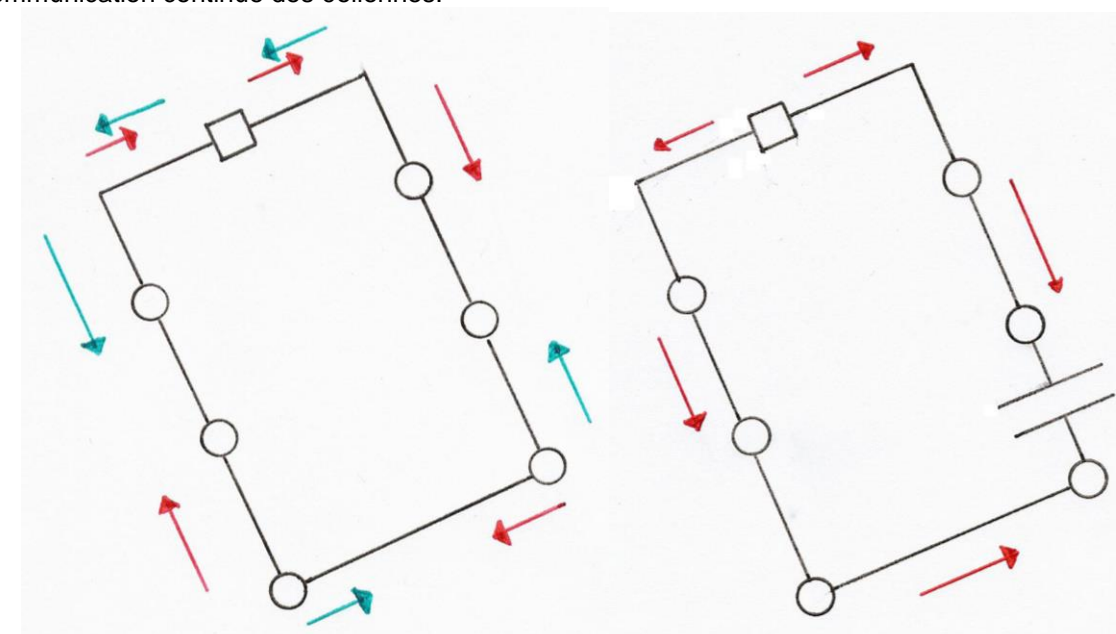


Figure 12 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –

Légende :  Eolienne  SCADA  Circulation de l'information

### Conception des éoliennes

#### Certification de la machine

Les éoliennes sont conformes à la norme IEC 61 400-24 et à la Directive « Machines » du 17 mai 2006.

Les éoliennes sont mises à la terre et l'installation répond aux dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010)

La société « Ferme Eolienne des Grands Clos » tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

### 4.2.3. Opération de maintenance de l'installation

Une maintenance technique et administrative sera effectuée par l'exploitant tous les 3 mois. En cas de problème, une équipe de maintenance technique de la société GAMESA interviendra. Si aucun problème n'est détecté, la société GAMESA interviendra tout de même sur le parc tous les 6 mois.

#### Personnel qualifié et formation continue

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

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

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

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

#### Planification de la maintenance

##### Préventive

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

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

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

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, la société GAMESA procède également à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.

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

##### Curative

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

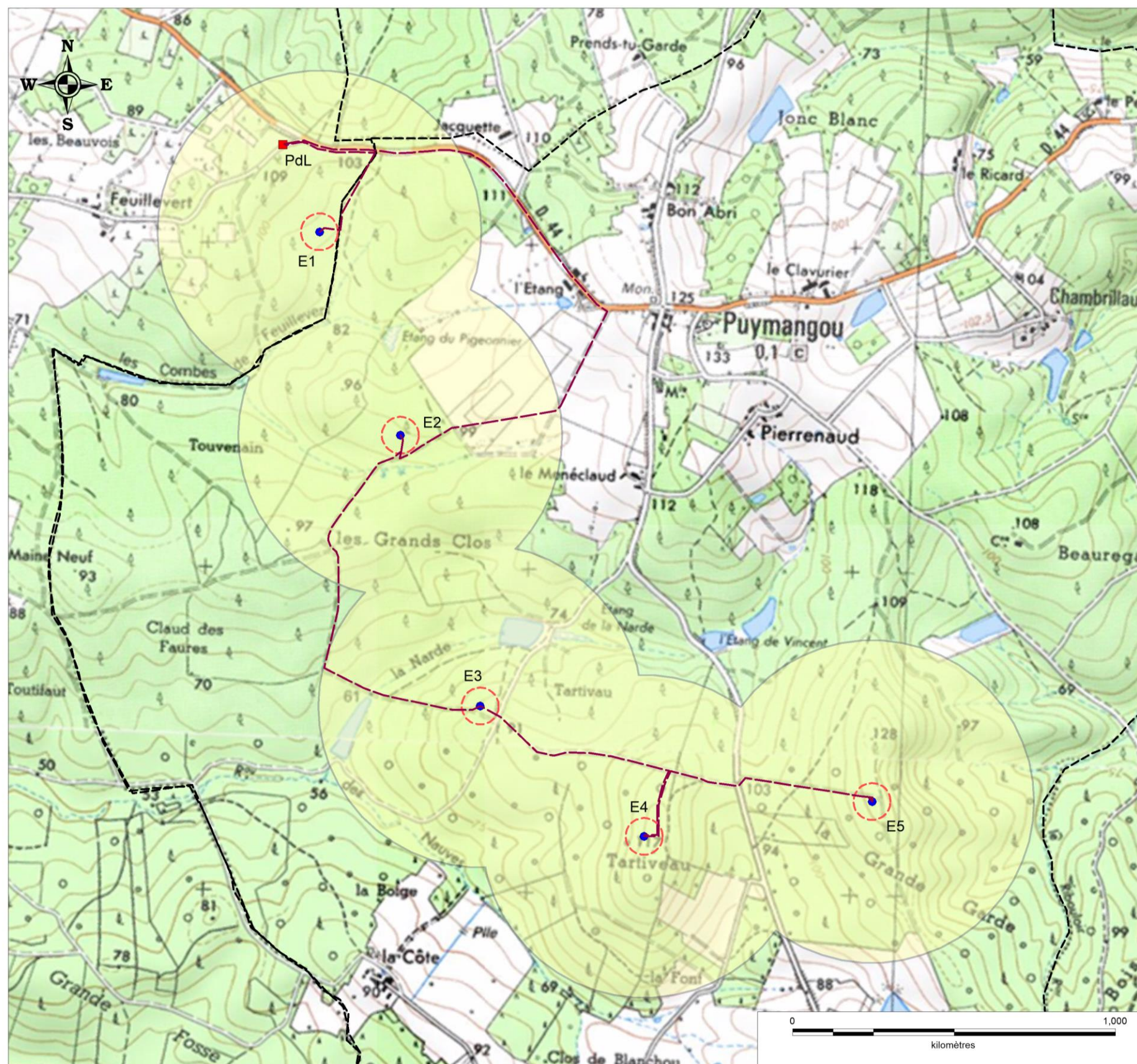
### 4.2.4. Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériau combustible ou inflammable ne sera stocké dans les éoliennes de la Ferme Eolienne des Grands Clos.

Relatifs aux flux, de l'huile et de la graisse circulent dans l'installation permettant le bon fonctionnement de l'éolienne. Le volume de renouvellement maximum d'huile est de 500 L/générateur/tous les 5 ans (source : ABO Wind, 2014).

## Raccordement électrique inter-éolienne

Echelle : 1 / 12 000 ème



Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ABO Wind - Copie et reproduction interdite.  
Réalisation ATER Environnement Octobre 2014.

### Légende:

■ Périmètre de la zone d'étude de dangers (500m)

Projet de la ferme des Grands Clos:

● Eolienne

■ Poste de livraison

⋯ Zone de surplomb par les pales (57 m)

— Raccordement électrique inter-éolienne

Territoire:

--- Limite communale

Carte 9 : Réseaux électriques internes à l'installation



## 4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation

### 4.3.1. Raccordement électrique

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

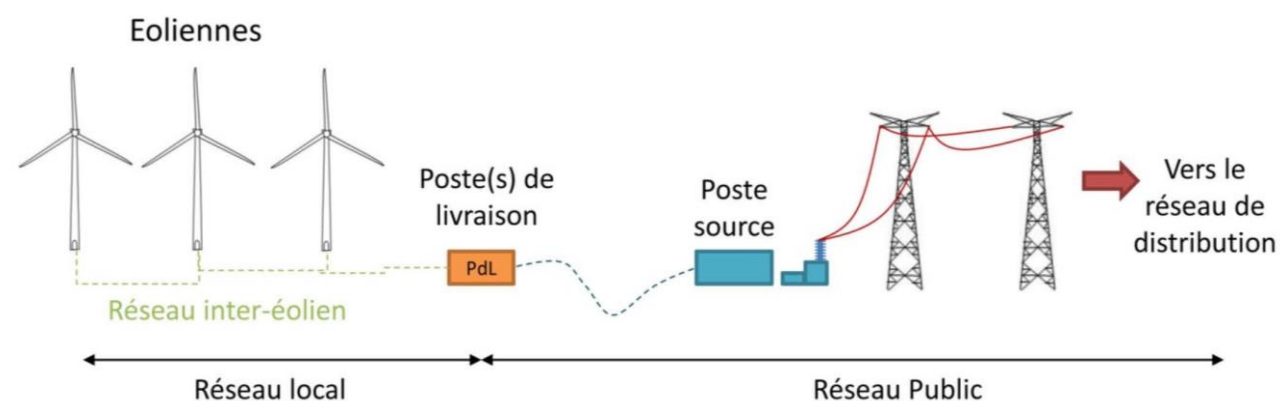


Figure 13 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

#### Réseau inter-éolien

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

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

Pour le raccordement inter-éolien, les caractéristiques des tranchées sont en moyenne une largeur de 45 cm et une profondeur de 0,8 m à 1,20 m, selon les cas. Lors du chantier de raccordement, au moins une voie de circulation devra être assurée sur les voies concernées (l'autre étant réservée à la sécurité du chantier). Les impacts directs de la mise en place de ces réseaux enterrés sur le site sont négligeables : les tranchées sont faites au droit des chemins d'accès puis sous les voies existantes dans les lieux présentant peu d'intérêts écologiques, et à une profondeur empêchant toute interaction avec les engins agricoles.

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

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

Des bornes seront laissées en surface au droit du passage du câble 20kV pour matérialiser la présence de celui-ci.

#### Poste de livraison

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

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

#### Réseau électrique externe (ou réseau public)

Le réseau électrique externe relie le poste de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ERDF - Electricité Réseau Distribution France). Il est lui aussi entièrement enterré.

### 4.3.2. Autres réseaux

La Ferme Eolienne des Grands Clos ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.



## 5 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

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

### 5.1. Potentiels de dangers liés aux produits

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

Les produits identifiés dans le cadre de la Ferme Eolienne des Grands Clos sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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

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

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

Produit	Localisation	Quantité	Classification	Etiquetage
Huile	Multiplicateur	430 L maximum	Produit non classé dangereux suivant la directive 1999/45/CEE	<b>R 53 Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.</b>  <b>N R 51/53 Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.</b>
Huile	Groupe hydraulique	380 L maximum	Produit non classé dangereux suivant la directive 1999/45/CEE	<b>Xi 36 Irritant pour les yeux.</b>
Graisse	Motoréducteurs	45 L maximum		
HuileWAY X320	Pendule (optionnel sur certaines machines)	<b>400 L environ</b>		<b>Catégorie d'étiquette : INDUSTRIAL OIL 1</b>

Tableau 12 : Produits sortants de l'installation (source : GAMESA, 2014)

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

Les dangers liés au fonctionnement de la Ferme Eolienne des Grands Clos sont de cinq types :

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

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

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

Tableau 13 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)

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

### 5.3.1. Principales actions préventives

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

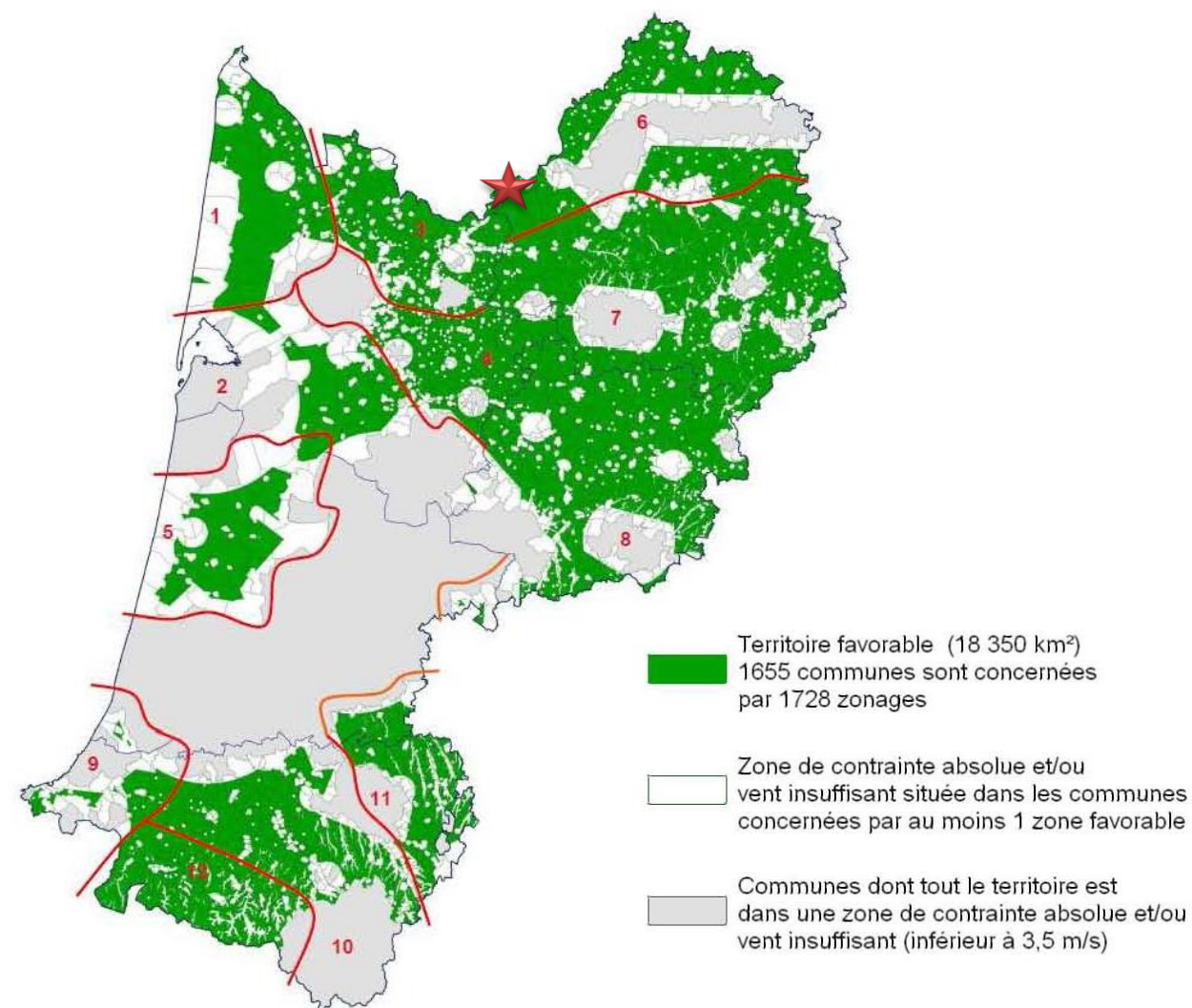
#### Intégration dans le Schéma Régional Eolien (2013)

Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement fixé par les lois Grenelle, la région Aquitaine élabore son Schéma régional climat air énergie (SRCAE) validé par arrêté préfectoral du 15 novembre 2012. L'un des volets de ce schéma très général est constitué par un Schéma régional éolien (SRE), qui détermine quelles sont les zones favorables à l'accueil des parcs et quelles puissances pourront y être installées en vue de remplir l'objectif régional d'ici à 2020.

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

Il en est alors ressorti une **cartographie** des zones particulièrement favorables à l'éolien, en vert, dont un extrait est présenté page suivante.

⇒ Le site envisagé pour l'implantation des éoliennes se situe sur les communes de Parcou et Puymanjou, territoires intégrés à la liste des communes constituant les délimitations territoriales du SRCAE.



Carte 10 : 12 zones favorables à l'éolien dans la région Aquitaine– Légende : Etoile rouge / Localisation de la zone d'implantation du projet (source : Schéma Régional Eolien, 2012)

Le site envisagé pour l'implantation des éoliennes est inclus dans **le secteur 6**. Il appartient à une zone verte, c'est-à-dire favorable à l'éolien.

### Etude itérative de limitation des impacts

Dans la limite du périmètre de la zone d'implantation (polygone au-delà de 500 m des premières habitations et intégrant d'autres contraintes techniques telles que les distances minimales aux routes etc.), un travail important d'itérations conduisant au choix de l'implantation a été engagé, faisant intervenir plusieurs spécialistes (ingénieur éolien, écologue et paysagiste, principalement).

Afin de permettre une implantation harmonieuse du parc, le projet a tenu **compte de l'ensemble des sensibilités du site : paysagères, patrimoniales et humaines, biologiques, et enfin techniques, afin de réduire systématiquement les impacts sur les éléments les plus sensibles**. Le choix de l'implantation doit enfin **prendre en compte la présence des autres parcs éoliens sur le territoire** afin d'aboutir à un projet de territoire cohérent.

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

**Société SNC « Ferme Eolienne des Grands Clos » - Projet de la « Ferme Eolienne des Grands Clos » (24)**

Dossier de demande d'autorisation d'exploiter au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Remarque : le détail des différents scénarii étudiés sont dans l'étude d'impacts au chapitre C.

Deux variantes d'implantation et trois variantes d'accès (piste et câblage) ont été proposées et analysées par chaque bureau d'étude. La variante 2 de l'implantation avec la variante 2b optimisée a été préférée aux autres variantes proposées car il s'agit des variantes respectant un maximum de contraintes liées aux trois grands thèmes : l'acoustique, l'écologie et le paysage.

D'un point de vue écologie, la variante d'implantation est la moins impactante, excluant l'éolienne au nord de la zone d'étude, afin de supprimer l'impact sur la population et l'habitat du Damier de la Succise. Les autres éoliennes sont implantées dans des secteurs de moindres enjeux. De plus, avec la variante 2b optimisée le Vallon du Feuillet est évité ainsi que l'enjeu sur un alignement d'arbres matures.

D'un point de vue paysager, la variante d'implantation choisie essentiellement en raison des sensibilités du milieu naturel, présente une implantation en courbe permettant une organisation claire et aérée des éoliennes. Elle s'adapte à ce paysage ondulé où les lignes de forces apparaissent peu.

D'un point de vue acoustique, les deux variantes respectent la réglementation en termes d'émergence acoustique.

### 5.3.2. Utilisation des meilleurs techniques disponibles

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

Pour l'essentiel, la directive IPPC vise à minimiser la pollution émanant de différentes sources industrielles dans toute l'Union Européenne. Les exploitants des installations industrielles relevant de l'annexe I de la directive IPPC doivent obtenir des autorités des Etats-membres une autorisation environnementale avant leur mise en service.

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



## 6 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

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

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

### 6.1. Inventaire des accidents et incidents en France

#### 6.1.1. Base de données

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

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

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

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

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

#### 6.1.2. Bilan accidentologie matériel

Un total de 47 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2014 (cf. tableau n°14). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

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

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

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

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

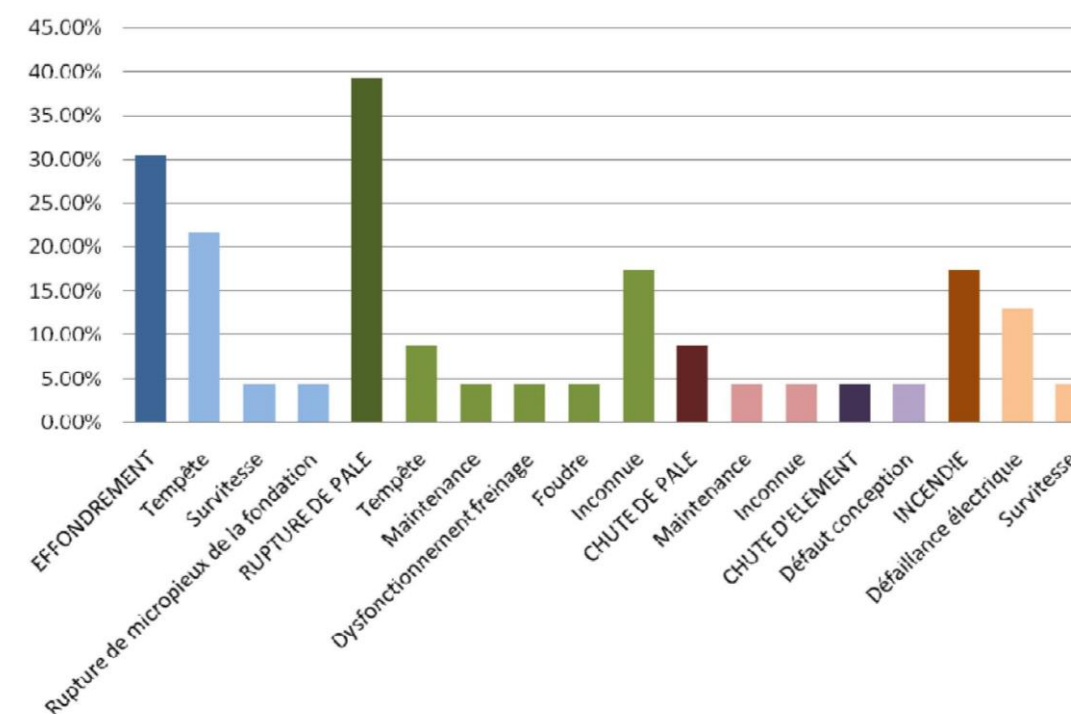


Figure 14 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2010 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)

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

15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux (Loire-Atlantique)	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance. Aucune blessure grave.
31/05/2011	Mesvres (Saône-et-Loire)	Collision entre train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne. Aucun blessé.
14/12/2011	Non communiqué	Rupture de pale liée à la foudre.
03/01/2012	Non communiqué	Acte de vandalisme : départ de feu au pied de tour.
05/01/2012	Widehem (Pas-de-Calais)	Bris de pales – Projection à 380 m
06/02/2012	Lehaucourt (Aisne)	Opération de maintenance dans la nacelle - un arc électrique (690V) blesse deux sous-traitants (brulure sérieuse au visage et main)
18/05/2012	Fresnay l'Evêque (Eure)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne et rupture du roulement qui raccordait la pale au hub.
30/05/2012	Port-le-Nouvelle (Aude)	Chute d'une éolienne liées à des rafales de vent de 130 km/h – Eolienne de 1991, tour en treillis (200 kW)
01/11/2012	Vieillepesse (Cantal)	Projection d'un élément de la pale à 70 m du mât pour une éolienne de 2,5 MW.
05/11/2012	Sigean (Aude)	Feu sur une éolienne de 660 KW entraînant une chute de pale et enflammant 80 m <sup>2</sup> de garrigue environnante
06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne (Aude)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne suite à un défaut de vibration
17/03/2013	Euvry (Marne)	Feu dans une nacelle entraînant une chute de pale
03/08/2013	Moreac (Morbihan)	Perte de 270 L d'huile hydraulique d'une nacelle élévatrice intervenant sur une éolienne – pollution du sol sur 80 m <sup>2</sup>
09/01/2014	Anthény (Ardennes)	Feu dans une nacelle au niveau de la partie moteur
20/01/2014	Sigean (Aude)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne suite à un défaut de vibration

Tableau 14 : Liste des incidents intervenus en France (mise à jour 01/08/2014)

### 6.1.3. Bilan accidentologie humain

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

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

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

Tableau 15 : Liste des accidents humains inventoriés

⇒ A ce jour, en France, aucun accident affectant des tiers ou des biens appartenant à des tiers n'est à déplorer. Le seul accident de personne recensé en France relève de la sécurité du travail dans des locaux où des appareils à haute tension sont en service.



## 6.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international

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

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

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

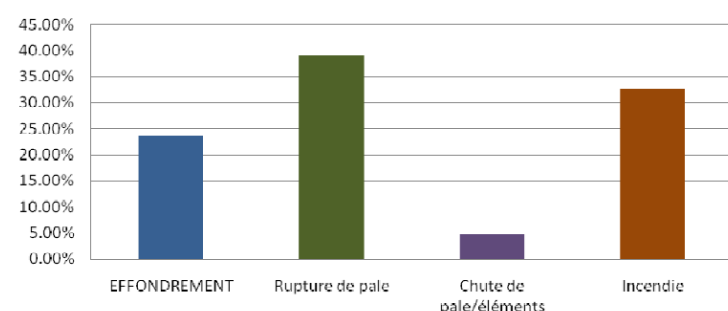


Tableau 16 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2010 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)

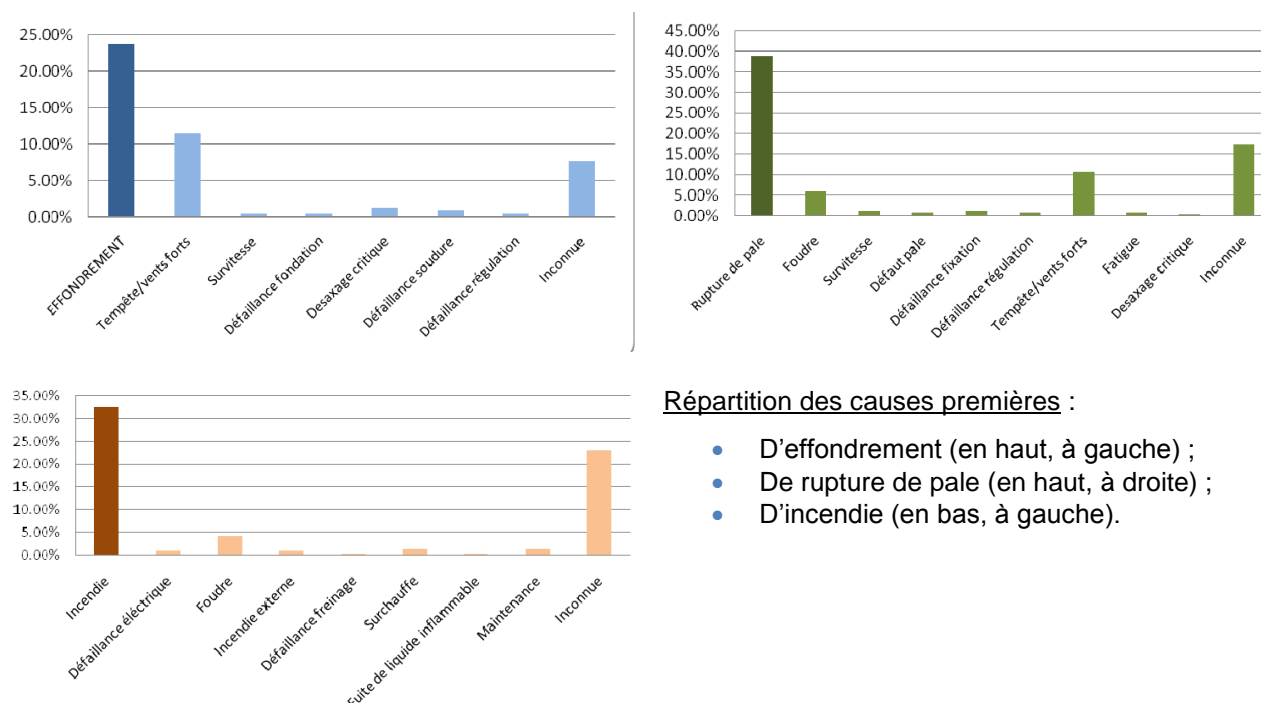


Tableau 17 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)

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

A la date de rédaction de la présente étude, aucun accident majeur n'est survenu sur les sites exploités par la société ABO Wind (source : ABO Wind, 2014).

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

### 6.4.1. Analyse de l'évolution des accidents en France

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

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

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

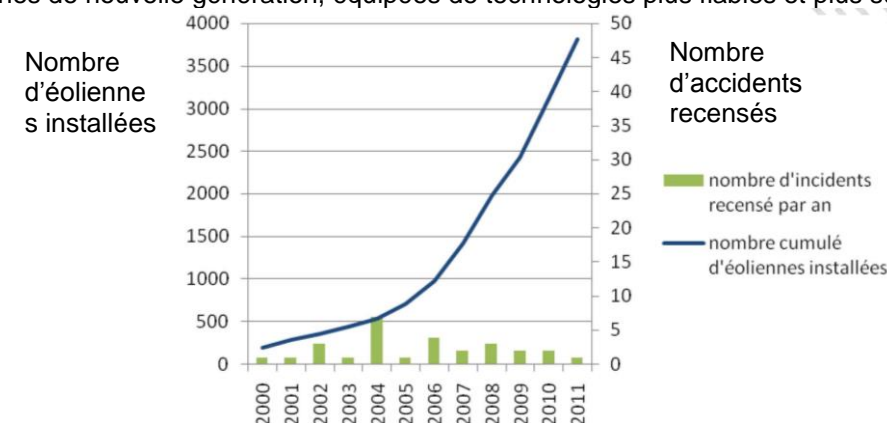


Figure 15 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

### 6.4.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

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

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

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

## 6.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

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

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

## 7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

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

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

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

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

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

### 7.3. Recensement des agressions externes potentielles

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

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

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

#### 7.3.1. Agression externe liées aux activités humaines

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

**Remarque :** Aucun aérodrome n'est présent dans un rayon de 2 km. Aucun autre parc éolien n'est situé dans un périmètre de 500 m par rapport à l'installation projetée. Aucune ligne THT n'est inventoriée dans ce périmètre.

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes		
					E1	E2	E3
<b>Voies de circulation</b>	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	88 m Cc2	67 m Cc3	60 m Vc2 21 m Cc5

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes	
					E4	E5
<b>Voies de circulation</b>	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	72 m Cc6	10 m Cc8 24 m Cc9

Tableau 18 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)

### 7.3.2. Agression externe liées aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Intensité
<b>Vents et tempête</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléa possible identifié par le DDRM du 24</li> <li>Absence de cyclone.</li> </ul>
<b>Foudre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Densité de foudroiement : 25 contre 22 en moyenne nationale</li> <li>Respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) et EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)</li> </ul>
<b>Glissement de sols / affaissement miniers</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléa moyen de retrait et gonflement des argiles ;</li> <li>Cavité : Absence de cavités dans le périmètre d'étude de dangers.</li> </ul>
<b>Séisme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indice de sismicité : 2 ;</li> <li>Soumis à des règles de construction parasismique applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières</li> </ul>

Tableau 19 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de tension n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 après.

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

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

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

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

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

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

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

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'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 de la formation de glace sur les pales (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1

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 importante sur les pales	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
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°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E06	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	E08	Vents forts
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	E09	Fatigue

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	E10	Désaxage critique du rotor

Tableau 20 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

## 7.5. Effets dominos sur les ICPE

Lors d'un accident majeur sur une éolienne, une possibilité est que les effets de cet accident endommagent d'autres installations. Ces dommages peuvent conduire à un autre accident. Par exemple, la projection de pale impactant les canalisations d'une usine à proximité peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses. Ce phénomène est appelé « effet domino ».

Les effets dominos susceptibles d'impacter les éoliennes sont décrits dans le tableau d'analyse des risques générique présenté ci-dessus.

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

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

On limite l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 m (source : INERIS/SER/FEE, Mai 2012). Or, sur la zone d'étude, aucune éolienne de la Ferme Eolienne des Grands Clos ne se trouve à moins de 100 m d'une installation ICPE.

⇒ Aucun effet domino n'est donc à prévoir.

## 7.6. Mise en place des mesures de sécurité

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

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes de la Ferme Eolienne des Grands Clos. Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

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

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

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

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

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection 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		

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

Fonction de sécurité		Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement			
Description	/			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	NA			
Efficacité	100 %			
Tests	A préciser si possible			
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.			

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

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

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

Fonction de sécurité		Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours			
Description	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.			



Fonction de sécurité		Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité		Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution		
Description		<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de 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"> <li>- de contenir et arrêter la propagation de la pollution ;</li> <li>- d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...)</li> <li>- de récupérer les déchets absorbés.</li> </ul> <p>Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.</p>		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse		Dépendant du débit de fuite		
Efficacité		100 %		
Tests		/		
Maintenance		Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

Fonction de sécurité		Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité		Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
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		Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

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

Fonction de sécurité		Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité		Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des 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		A préciser si possible		
Maintenance		A préciser si possible		

Fonction de sécurité		Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité		Détection des défaillances du réseau électrique Batteries pour chaque système pitch Système d'alimentation sans coupure (UPS)		
Description		Surveillance du réseau + surveillance des défaillances réseau par le convertisseur principal qui entraîne la déconnexion de l'éolienne du réseau électrique. Commande de l'éolienne et communication externe assurées pendant environ 10 min, permettant l'arrêt automatique de l'éolienne.		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse		150 ms pour identifier une défaillance réseau 15 à 60 s pour l'arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage		
Efficacité		100%		
Tests		Vérification de la charge des batteries d'alimentation de secours des systèmes pitch lors de la séquence de démarrage de l'éolienne		
Maintenance		Remplacement des batteries du système pitch au cours de la maintenance quinquennal. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

Tableau 21 : Ensemble des fonctions de sécurité (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

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

## 7.7. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

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

Nom du scénario exclu	Justification
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/m<sup>2</sup> n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.</p> <p>Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.</p>
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. 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)
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>

*Tableau 22 : Scénarios exclus (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)*

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

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

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

## 8 ETUDES DETAILLEES DES RISQUES

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

### 8.1. Rappel des définitions

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

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

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

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

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

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

#### 8.1.1. Cinétique

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

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

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

#### 8.1.2. Intensité

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

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

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

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

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

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

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

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

Tableau 23 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

### 8.1.3. Gravité

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

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

Tableau 24 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)

### 8.1.4. Probabilité

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

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

Tableau 25 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 8.1.5. Matrice de criticité

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

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

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

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

Légende de la matrice :

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

*Tableau 26 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)*

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

### 8.2.1. Effondrement de l'éolienne

#### Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 182 m dans le cas des éoliennes de la Ferme Eolienne des Grands Clos.

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

#### Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas de la Ferme Eolienne des Grands Clos. R est la longueur de la pale (R= 56 m), H la hauteur du mât (H= 122 m), L la largeur du mât (L= 4,5 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB= 2,4 m).

Effondrement de l'éolienne			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = (H \times L) + (3 \times R \times LB / 2)$	$Z_E = \pi \times (H + R)^2$	$d = (Z_I / Z_E) \times 100$	
751	99 538	0,8 (<1 %)	Exposition modérée

Tableau 27 : Evaluation de l'intensité dans le scenario de l'effondrement de l'éolienne

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

#### Gravité

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

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

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

Effondrement de l'éolienne		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,10	Modérée
E2	0,10	Modérée
E3	0,10	Modérée
E4	0,10	Modérée
E5	0,10	Modérée

Tableau 28 : Evaluation de la gravité dans le scenario de l'effondrement de l'éolienne

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

#### Probabilité

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

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

Tableau 29 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience<sup>2</sup>, soit une probabilité de  $4,47 \times 10^{-4}$  par éolienne et par an.

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

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

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

<sup>2</sup> Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

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

### Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur de la Ferme Eolienne des Grands Clos, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable

Tableau 30 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « effondrement de l'éolienne »

⇒ Ainsi, pour la Ferme Eolienne des Grands Clos, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

## 8.2.2. Chute de glace

### Considérations générales

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

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

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

### Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour la Ferme Eolienne des Grands Clos, la zone d'effet a donc un rayon de 57 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

### Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas de la Ferme Eolienne des Grands Clos.  $Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  est la zone d'effet,  $R$  est la longueur de pale ( $R=56$  m),  $SG$  est la surface du morceau de glace majorant ( $SG=1$  m<sup>2</sup>).

Société SNC « Ferme Eolienne des Grands Clos » - Projet de la « Ferme Eolienne des Grands Clos » (24)

Dossier de demande d'autorisation d'exploiter au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Chute de glace			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
1	9 852	0,01 (<1 %)	Exposition modérée

Tableau 31 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace

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

### Gravité

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

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

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

Chute de glace		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,01	Modérée
E2	0,01	Modérée
E3	0,01	Modérée
E4	0,01	Modérée
E5	0,01	Modérée

Tableau 32 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute de glace »

### Probabilité

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

## Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur de la Ferme Eolienne des Grands Clos, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute de glace		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable

Tableau 33 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »

⇒ Ainsi, pour la Ferme Eolienne des Grands Clos, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

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

### 8.2.3. Chute d'éléments de l'éolienne

#### Zone d'effet

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.

#### Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas de la Ferme Eolienne des Grands Clos.  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_I$  la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $R$  la longueur de pale ( $R=56$  m) et  $LB$  la largeur de la base de la pale ( $LB=2,5$  m).

Chute d'éléments de l'éolienne			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
70	9 852	0,71 (<1 %)	Exposition modérée

Tableau 34 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace

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

#### Gravité

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

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

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

Chute d'éléments de l'éolienne		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,01	Modérée
E2	0,01	Modérée
E3	0,01	Modérée
E4	0,01	Modérée
E5	0,01	Modérée

Tableau 35 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

#### Probabilité

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

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

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

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



## Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur de la Ferme Eolienne des Grands Clos, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute d'éléments de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable

Tableau 36 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

⇒ Ainsi, pour la Ferme Eolienne des Grands Clos, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

### 8.2.4. Projection de pales et de fragments de pales

#### Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 303,75 mètres par rapport au mât de l'éolienne. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent des distances d'effet inférieures.

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

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études présentées aux points 5 et 6 au chapitre 10.5 (bibliographie).

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

#### Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas de la Ferme Eolienne des Grands Clos.  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_I$  la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $R$  la longueur de pale ( $R = 56$  m),  $LB$  la largeur de la base de la pale ( $LB = 2,4$  m) et  $R_E$  la zone de 500 m autour de l'éolienne.

Projection de pale ou de fragment de pale			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
67	785 398	0,009 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 37 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

#### Gravité

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

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

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

Projection de pale ou de fragment de pale		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,79	Modérée
E2	0,79	Modérée
E3	0,79	Modérée
E4	0,79	Modérée
E5	0,79	Modérée

Tableau 38 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

#### Probabilité

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

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

Tableau 39 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

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

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

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

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

- Les dispositions de la norme IEC 61 400-1 ;
- Les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre ;
- Le système de détection des survitesses et un système redondant de freinage ;
- Le système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique ;
- L'utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.).

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

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

### Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur de la Ferme Eolienne des Grands Clos, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de pale ou de fragment de pale		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable

Tableau 40 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

⇒ Ainsi, pour la Ferme Eolienne des Grands Clos, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

## 8.2.5. Projection de glace

### Zone d'effet

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

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence n°15 du chapitre 10.5 propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du

diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

$$\text{Distance d'effet} = 1,5 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{diamètre de rotor}) \text{ soit } 358,5 \text{ m.}$$

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (voir n°17 du chapitre 10.5). A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

### Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m<sup>2</sup>) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas de la Ferme Eolienne des Grands Clos. d est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale (R= 56 m), H la hauteur au moyeu (H= 125 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z= SG	$Z_E = \pi \times (1,5 \times (H+2 \times R))^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
1	397 035	0,0003 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 41 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de glace »

### Gravité

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

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

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

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

Projection de morceaux de glace		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,40	Modérée
E2	0,40	Modérée
E3	0,40	Modérée
E4	0,40	Modérée
E5	0,40	Modérée

Tableau 42 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de morceaux de glace »

### Probabilité

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

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

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

### Acceptabilité

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

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur de la Ferme Eolienne des Grands Clos, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

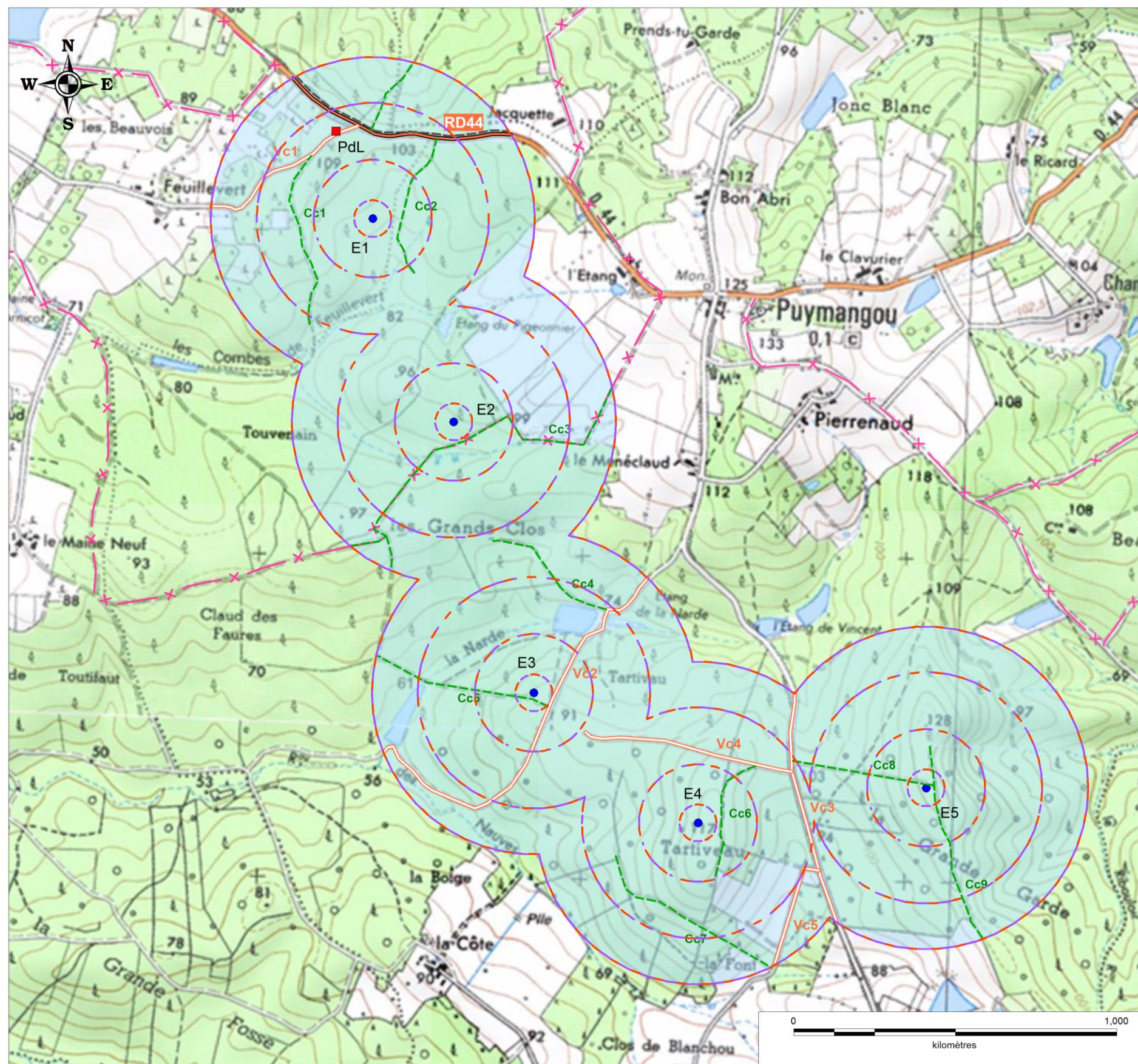
Projection de morceaux de glace			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1	Modérée	oui	Acceptable
E2	Modérée	oui	Acceptable
E3	Modérée	oui	Acceptable
E4	Modérée	oui	Acceptable
E5	Modérée	oui	Acceptable

*Tableau 43 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de morceaux de glace »*

⇒ Ainsi, pour la Ferme Eolienne des Grands Clos, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

## Synthèse des risques

Echelle : 1 / 12 000 ème



### Légende:

Projet de la ferme éolienne des Grands Clos

● Eolienne

■ Poste de livraison

Infrastructure routière:

— Route départementale

— Voie communale

— Chemin rural

Chemin de randonnée:

— Inscrit au PDIPR

Autre réseau:

--- Ligne téléphonique

Représentation des scénarios étudiés:

⊞ Risque de chute de glace ou autre élément (57 m)

⊞ Risque d'effondrement (182 m)

⊞ Risque de projection de glace (358,5 m)

⊞ Risque de projection de pale (500 m)

Personnes exposées:

■ Moins de 1 personne

Intensité du risque:

⊞ Modérée

Source : Scan25® ©IGN PARIS - Licence ABO Wind - Copie et reproduction interdite.  
Réalisation ATER Environnement Octobre 2014.

Carte 11 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers

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

### 8.3.1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Les tableaux regrouperont les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Scenario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée E1, E2, E3, E4, E5
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée E1, E2, E3, E4, E5
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée E1, E2, E3, E4, E5
Projection de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée E1, E2, E3, E4, E5
Projection de glace	1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée E1, E2, E3, E4, E5

Tableau 44 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc

### 8.3.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

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

- Chute d'éléments des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5 (scénario C<sub>e1</sub>, C<sub>e2</sub>, C<sub>e3</sub>, C<sub>e4</sub>, C<sub>e5</sub>) ;
- Chute de glace des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5 (scénario C<sub>g1</sub>, C<sub>g2</sub>, C<sub>g3</sub>, C<sub>g4</sub>, C<sub>g5</sub>) ;
- Effondrement des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5 (scénario E<sub>r1</sub>, E<sub>r2</sub>, E<sub>r3</sub>, E<sub>r4</sub>, E<sub>r5</sub>) ;
- Projection de glace des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5 (scénario P<sub>g1</sub>, P<sub>g2</sub>, P<sub>g3</sub>, P<sub>g4</sub>, P<sub>g5</sub>) ;
- Projection de pale des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5 (scénario P<sub>p1</sub>, P<sub>p2</sub>, P<sub>p3</sub>, P<sub>p4</sub>, P<sub>p5</sub>).

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Déastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Vert	Jaune	Jaune	Rouge
Modéré	Vert	Vert E <sub>r1</sub> , E <sub>r2</sub> , E <sub>r3</sub> , E <sub>r4</sub> , E <sub>r5</sub> P <sub>p1</sub> , P <sub>p2</sub> , P <sub>p3</sub> , P <sub>p4</sub> , P <sub>p5</sub>	Vert C <sub>e1</sub> , C <sub>e2</sub> , C <sub>e3</sub> , C <sub>e4</sub> , C <sub>e5</sub>	Vert P <sub>g1</sub> , P <sub>g2</sub> , P <sub>g3</sub> , P <sub>g4</sub> , P <sub>g5</sub>	Vert C <sub>g1</sub> , C <sub>g2</sub> , C <sub>g3</sub> , C <sub>g4</sub> , C <sub>g5</sub>

Légende de la matrice :

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

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

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

### 8.3.3. Cartographie des risques

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

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



## 9 CONCLUSION

**Les principaux accidents majeurs identifiés** pour la Ferme Eolienne des Grands Clos sont ceux les plus fréquents au regard de l'accidentologie, à savoir :

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

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

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

Dans la zone de surplomb des éoliennes, là où s'observe la chute de glace et d'éléments, l'enjeu humain est défini à 0,01 personnes, ce qui représente une gravité modérée. Seuls sont présents des pâtures et zones de culture.

Dans la zone d'effondrement de la machine (dite également zone de ruine), l'enjeu humain est évalué à 0,10 personnes. Sont que des voies communales, des chemins communaux et des chemins de promenades et de randonnées. Toutefois, en l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain est nettement inférieur à une personne.

Dans la zone de projection de glace, l'enjeu humain est défini à 0,40 personne. Sont également présents des pâtures, des parcelles de culture et des boisements mais également une route départementale (RD 44), des voies communales, des chemins communaux et des chemins de promenade et de randonnée. L'enjeu humain reste inférieur à 10 personnes.

Enfin, sur le reste de la zone, l'enjeu humain reste modéré puisqu'il s'agit, pour l'essentiel, de pâtures et quelques boisements, pour lesquels il est estimé 0,79 personne. Sont présents une route départementale (RD 44), des voies communales, des chemins communaux et une ligne téléphonique. L'enjeu humain reste inférieur à une personne pour les éoliennes E1 à E5.

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

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

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

- Un personnel formé ;
- Des machines certifiées ;

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

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





# 10 ANNEXES

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

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

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

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

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

#### Scénario G01

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

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

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

#### Scénario G02

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

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

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

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

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

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

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

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

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

L'emballement peut notamment intervenir lors de pertes d'utilités. Ces pertes d'utilités peuvent être la conséquence de deux phénomènes :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Scénario F01

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

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

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

Deux événements peuvent être aggravants :

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

### Scénario F02

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

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

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

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

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

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

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

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

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

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

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

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

L'emballage de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballage peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite au 2.2 de la présente partie C (scénarios incendies).

### Scénario P01

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

### Scénario P02

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

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

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

### Scénarios P03

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

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

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

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

## 10.2. Probabilité d'atteinte et risque individuel

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

Cette probabilité d'accident est le produit de plusieurs probabilités :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 10.3. Glossaire

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

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

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

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

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

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

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

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

**Gravité** : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

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

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

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

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

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

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

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

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

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

**Aérogénérateur :** Dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur

**Survitesse :** Vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent guide sont listés et explicités ci-dessous :

**ICPE :** Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

**SER :** Syndicat des Energies Renouvelables

**FEE :** France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)

**INERIS :** Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

**EDD :** Etude de dangers

**APR :** Analyse Préliminaire des Risques

**ERP :** Etablissement Recevant du Public

Braam H. (2005) – *Handboek Risicozonering Winturbines – 2<sup>e</sup> versie. S1.*

DDT de la Dordogne (2014) – Dossier Départemental des Risques Majeurs

Guillet R., Leteutrois J.-P. - Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - (2004) ;

INERIS/SER/FEE (déc. 2011) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens ;

Région Aquitaine (2012) – Schéma Régional Eolien ;

WECO (déc. 1998) – Wind energy production in cold climate.

## 10.4. Bibliographie

- L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (réf DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011 ;
- NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006 ;
- Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum ;
- Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest ;
- Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24 ;
- Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005 ;
- Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004 ;
- Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public ;
- Interest Energy Research Program, 2006 ;
- Omega 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005 ;
- Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, 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 ;
- Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- Alpine test site Gutsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al. ;
- Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000 ;
- Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil General des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004 ;
- Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kroning J. - DEWI, avril 2003 ;
- Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005 ;
- DDT de la Dordogne (2014) – Dossier Départemental des Risques Majeurs ;
- INERIS/SER/FEE (2012) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens.

### Sites internet consultés :

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

## 10.5. Table des illustrations

### 10.5.1. Liste des figures

Figure 1 : ABO Wind (source : ABO Wind, 2013)	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2 : Illustration des températures de 1981 à 2010 – Station de Bergerac (source : Météo-France, 2014)	16
Figure 3 : Illustration des précipitations de 1981 à 2010 – Station de Bergerac (source : Météo-France, 2014)	16
Figure 4 : Gisement éolien de l'Aquitaine, à 80 m d'altitude (source : Schéma Régional Eolien, 2012)	17
Figure 5 : Rose des vents moyenne du site (source : ABO Wind, 2014)	17
Figure 6 : Panneau pédagogique du projet éolien de la ferme éolienne des Grands Clos (©ATER Environnement)	17
Figure 7 : Sensibilité des territoires d'accueil aux phénomènes d'inondations par remontée de nappe – Légende : Cercle rouge / Implantation du site (source : inondationsnappes.fr, 2014)	18
Figure 8 : Atlas des Zones Inondables du secteur d'étude – Légende : Zone verte / zone inondable (source : cartorisque.prim.net -2014)	18
Figure 9 : Aléa retrait-gonflement des argiles sur le site d'étude – Légende : Cercle rouge / zone d'implantation potentielle (source : www.argiles.fr, 2014)	19
Figure 10 : Zones sismiques en région Limousin – Légende : Etoile violette / Localisation de la zone d'implantation du projet (source : planseisme.fr, 2014)	19
Figure 11 : Densité de foudroiement / Légende : Etoile bleue – localisation du site (source : citel, 2014)	20
Figure 12 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale) (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	25
Figure 13 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –	30
Figure 14 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	33
Figure 15 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2010 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	39
Figure 16 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	41
Figure 17 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	61

### 10.5.2. Liste des tableaux

Tableau 1 : Nomenclature ICPE pour l'éolien terrestre (source : décret n°2011-984 du 23 août 2011)	6
Tableau 2 : Référence administrative de la société SNC « Ferme Eolienne des Grands Clos » (source : ABO Wind, 2014)	7
Tableau 3 : Référence de signataire pouvant engager la société (source : ABO Wind, 2014)	7
Tableau 4 : Identification des parcelles cadastrales (source : ABO Wind, 2014)	11
Tableau 5 : Quelques indicateurs de la population et leur logement (Insee, 2010)	13
Tableau 6 : Risques majeurs présents sur les territoires d'accueil du projet (source : DDRM 24, 2014)	18
Tableau 7 : Inventaires des arrêtés de catastrophe naturelle (source : prim.net, 2014)	18
Tableau 8 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières	21
Tableau 9 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non urbanisés pour une éolienne	23
Tableau 10 : Coordonnées géographiques du parc éolien	27
Tableau 11 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012)	28
Tableau 12 : Produits sortants de l'installation (source : GAMESA, 2014)	35
Tableau 13 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)	36
Tableau 14 : Liste des incidents intervenus en France (mise à jour 01/08/2014)	40
Tableau 15 : Liste des accidents humains inventoriés	40
Tableau 16 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2010 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	41

Tableau 17 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	41
Tableau 18 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	43
Tableau 19 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	44
Tableau 20 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	46
Tableau 21 : Ensemble des fonctions de sécurité (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	49
Tableau 22 : Scenarios exclus (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	50
Tableau 23 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	51
Tableau 24 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)	52
Tableau 25 : Grille de criticité du scenario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)	52
Tableau 26 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	53
Tableau 27 : Evaluation de l'intensité dans le scenario de l'effondrement de l'éolienne	54
Tableau 28 : Evaluation de la gravité dans le scenario de l'effondrement de l'éolienne	54
Tableau 29 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	54
Tableau 30 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « effondrement de l'éolienne »	55
Tableau 31 : Evaluation de l'intensité dans le scenario de chute de glace	55
Tableau 32 : Evaluation de la gravité dans le scenario « chute de glace »	55
Tableau 33 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « chute de glace »	56
Tableau 34 : Evaluation de l'intensité dans le scenario de chute de glace	56
Tableau 35 : Evaluation de la gravité dans le scenario « chute d'éléments de l'éolienne »	56
Tableau 36 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « chute d'éléments de l'éolienne »	57
Tableau 37 : Evaluation de l'intensité dans le scenario « projection de pale ou de fragment de de pale »	57
Tableau 38 : Evaluation de la gravité dans le scenario « projection de pale ou de fragment de de pale »	57
Tableau 39 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	57
Tableau 40 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « projection de pale ou de fragment de de pale »	58
Tableau 41 : Evaluation de l'intensité dans le scenario « projection de glace »	58
Tableau 42 : Evaluation de la gravité dans le scenario « projection de morceaux de glace »	58
Tableau 43 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « projection de morceaux de glace »	59
Tableau 44 : Synthèse des scenarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc	61

### 10.5.3. Liste des cartes

Carte 1 : Localisation de l'activité internationale de la société ABO Wind (source : ABO Wind, 2014)	7
Carte 2 : Les différents projets éoliens de la société ABO Wind en janvier 2014 (source : ABO Wind, 2014)	8
Carte 3 : Localisation géographique de l'installation	10
Carte 4 : Périmètre de la zone d'étude de dangers	12
Carte 5 : Distance aux premières habitations	14
Carte 6 : Environnement matériel dans le périmètre d'étude de dangers	22
Carte 7 : Enjeux humains sur l'aire d'étude de dangers	24
Carte 8 : Plan détaillé de l'installation	26
Carte 9 : Réseaux électriques internes à l'installation	32
Carte 10 : 12 zones favorables à l'éolien dans la région Aquitaine– Légende : Etoile rouge / Localisation de la zone d'implantation du projet (source : Schéma Régional Eolien, 2012)	37
Carte 11 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers	60

## 10.6. Coordonnées WGS 84

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

Eolienne	Longitude Est	Latitude Nord	Altitude (NGF en m)	
			Au sol	Bout de pale
<b>1</b>	N 45° 11' 38,55"	E 0° 3' 46,06"	<b>Au sol</b>	<b>Bout de pale</b>
<b>2</b>	N 45° 11' 18,47"	E 0° 3' 58,59"	92,85	274,85
<b>3</b>	N 45° 10' 51,62"	E 0° 4' 11,33"	94,65	276,65
<b>4</b>	N 45° 10' 39,18"	E 0° 4' 35,23"	87,50	269,50
<b>5</b>	N 45° 10' 43,52"	E 0° 5' 7,34"	117,55	299,55
<b>Poste de livraison</b>	N 45° 11' 47,16"	E 0° 3' 40,43"	107,39	/

## 10.7. K-Bis de la société SNC « Ferme Eolienne des Grands Clos »

**Greffé du Tribunal de Commerce de Toulouse**  
Place de la Bourse  
BP 7016  
31068 TOULOUSE Cedex 7  
N° de gestion 2014B03652

**Extrait Kbis**

**EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIÉTÉS**  
à jour au 4 novembre 2014

**IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE**

Immatriculation au RCS, numéro	807 395 512 R.C.S. Toulouse
Date d'immatriculation	27/10/2014
Dénomination ou raison sociale	<b>FERME EOLIENNE DES GRANDS CLOS</b>
Forme juridique	Société en nom collectif
Capital social	100,00 Euros
Adresse du siège	2 Rue du Libre Echange 31506 Toulouse Cedex 5
Activités principales	Exploiter une centrale éolienne de production d'électricité.
Personne morale immatriculée sans exercer d'activité	
Durée de la personne morale	Jusqu'au 27/10/2113
Date de clôture de l'exercice social	31 décembre
Date de clôture du 1er exercice social	31/12/2015

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

**Gérant**

Nom, prénoms	BESSIERE Patrick
Date et lieu de naissance	Le 09/06/1967 à Gummersbach (Allemagne)
Nationalité	Française
Domicile personnel	65 Chemin de Vieilleguerre 31490 Brax

**Gérant**

Nom, prénoms	HÖLLINGER Andreas
Date et lieu de naissance	Le 02/12/1966 à Bliedkastel (Allemagne)
Nationalité	Allemande
Domicile personnel	Talstrasse 16. 65812 Bad Soden Am Taunus (Allemagne)

**Gérant**

Nom, prénoms	ZINK Dörte
Nom d'usage	NÖLTING
Date et lieu de naissance	Le 22/09/1975 à Oldenburg (Allemagne)
Nationalité	Allemande
Domicile personnel	Andreasstrasse 13. 65929 Frankfurt Am Main (Allemagne)

**Associé en nom**

Dénomination	ABO WIND
Forme juridique	Société à responsabilité limitée
Adresse	2 Rue du Libre Echange 31500 Toulouse
Immatriculation au RCS, numéro	441 291 432 RCS Toulouse

**Associé en nom**

Dénomination	ABO WIND AG
Adresse	Unter Den Eichen, 7. 65195 Wiesbaden (65195) (Allemagne)

RCS Toulouse - 04/11/2014 - 16:09:47

page 1/2

**Greffé du Tribunal de Commerce de Toulouse**  
Place de la Bourse  
BP 7016  
31068 TOULOUSE Cedex 7  
N° de gestion 2014B03652

Le Greffier



FIN DE L'EXTRAIT

RCS Toulouse - 04/11/2014 - 16:09:47

page 2/2