

# VOLUME 6.2 : ETUDE DE DANGERS

## Parc éolien de Chaintrix-Bierges

Communes de Chaintrix-Bierges et Vélye

Département : Marne (51)

Mai 2019 - VERSION N°2





**ATER Environnement**

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

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

Tél : 03 60 40 67 16 – Mail : [audrey.moneger@ater-environnement.fr](mailto:audrey.moneger@ater-environnement.fr)

Rédacteur : Mme Audrey MONEGER

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PREAMBULE .....</b>	<b>5</b>
1.1.	OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS .....	5
1.2.	CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE .....	5
1.3.	NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES .....	6
<b>2</b>	<b>INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION .....</b>	<b>7</b>
2.1.	IDENTIFICATION DU DEMANDEUR .....	7
2.2.	PRESENTATION DE LA SOCIETE SIEMENS GAMESA .....	7
2.3.	LOCALISATION DU SITE .....	9
2.4.	DEFINITION DU PERIMETRE DE L'ETUDE .....	11
<b>3</b>	<b>DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION .....</b>	<b>13</b>
3.1.	ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE .....	13
3.2.	ENVIRONNEMENT NATUREL .....	16
3.3.	RISQUES NATURELS .....	17
3.4.	ENVIRONNEMENT MATERIEL .....	20
3.5.	CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE .....	24
<b>4</b>	<b>DESCRIPTION DE L'INSTALLATION .....</b>	<b>29</b>
4.1.	CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION .....	29
4.2.	FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION .....	30
4.3.	FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION .....	40
<b>5</b>	<b>IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION .....</b>	<b>45</b>
5.1.	POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS .....	45
5.2.	POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION .....	46
5.3.	REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE .....	46
<b>6</b>	<b>ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE .....</b>	<b>49</b>
6.1.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE .....	49
6.2.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL .....	51
6.3.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS SURVENU SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT .....	52
6.4.	SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE .....	53
6.5.	LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE .....	53
<b>7</b>	<b>ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....</b>	<b>55</b>
7.1.	OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....	55
7.2.	RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES .....	55
7.3.	RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES .....	55
7.4.	TABLEAU D'ANALYSE GENERIQUE DES RISQUES .....	56
7.5.	EFFETS DOMINOS .....	58
7.6.	MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE .....	59
7.7.	CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....	62
<b>8</b>	<b>ETUDE DETAILLEE DES RISQUES .....</b>	<b>63</b>
8.1.	RAPPEL DES DEFINITIONS .....	63
8.2.	CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS .....	65
8.3.	SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES .....	73
<b>9</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>75</b>
<b>10</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>77</b>
10.1.	SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE .....	77
10.2.	PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL .....	79
10.3.	GLOSSAIRE .....	79
10.4.	BIBLIOGRAPHIE .....	81
10.5.	TABLE DES ILLUSTRATIONS .....	82
10.6.	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES EOLIENNES .....	83
10.7.	K-BIS DE LA SEPE CHAINTRIX-BIERGES .....	84





# 1 PREAMBULE

## 1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par le porteur du projet, la société d'exploitation du parc éolien de Chaintrix-Bierges, assistant à la maîtrise d'ouvrage et futur exploitant du parc, pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de Chaintrix-Bierges sur les communes de Chaintrix-Bierges et de Vélye, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable. Tous les risques seront étudiés, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre, ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

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

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien de Chaintrix-Bierges, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

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

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

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

## 1.2. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

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

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

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

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

D'autres textes législatifs et réglementaires, relatifs aux ICPE soumises à autorisation, s'appliquent aux études de dangers :

- Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages ;
- Décret n°2005-1170 du 13 septembre 2005 modifiant le décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour application de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.
- Arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation.
- Arrêté du 29 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation.

### 1.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

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

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

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

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

Le parc éolien de Chaintrix-Bierges comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (les hauteurs au moyeu varient de 84 à 93 m pour les éoliennes du parc éolien de Chaintrix-Bierges) : 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, le parc éolien de Chaintrix-Bierges est composé de 8 éoliennes de puissance nominale maximale de 3,465 MW. La puissance totale maximale du parc est donc de 27,72 MW. Plusieurs modèles d'aérogénérateurs sont envisagés à la date du dépôt du présent dossier. Les données de vent sur le site ainsi que les contraintes et servitudes ont permis de définir une enveloppe dimensionnelle maximale (gabarit) à laquelle répondront les aérogénérateurs qui seront installés sur les positions précises. Les principales caractéristiques techniques des éoliennes choisies sont fournies dans le tableau ci-dessous.

Machine	GAMESA G114	GAMESA G126	GAMESA G132	SIEMENS SWT 113
Diamètre rotor (m)	114	126	132	113
Longueur de pôle (m)	56	62	64,5	55
Diamètre maximal de la pôle (m)	3,98	3,98	4,5	4,2
Hauteur moyeu (m)	93	84	84	92,5
Diamètre base mât (m)	4,5	4,5	4,27	4,5
Hauteur totale machine (m)	149	146	148,5	149
Puissance nominale (MW)	2,5 – 2,625	2,5 – 2,625	3,3 – 3,465	3,0

Tableau 2 : Principales caractéristiques des machines (source : SIEMENS GAMESA, 2017)

*Remarque* : La nacelle des aérogénérateurs GAMESA étant légèrement inclinée pour des raisons de productivité, la hauteur totale des machines est légèrement inférieure à la somme de la hauteur au moyeu et du rayon de rotor.

## 2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

### 2.1. IDENTIFICATION DU DEMANDEUR

Le pétitionnaire est la Société d'Exploitation de Parc Eolien Chaintrix-Bierges, filiale à 100% de la société SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY INVEST, elle-même filiale à 100 % de la société SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY.

Les demandes pour tous les droits nécessaires à la construction et à l'exploitation des installations du pétitionnaire (PC, AE, ...) sont effectuées par la société SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY au nom et pour le compte du pétitionnaire. La SEPE Chaintrix-Bierges sollicite l'ensemble des autorisations liées à ce projet et prend l'ensemble des engagements en tant que future société exploitante du parc éolien.

La SEPE Chaintrix-Bierges bénéficie de l'ensemble des compétences et capacités requises pour la construction, l'exploitation et le démantèlement du parc éolien de Chaintrix-Bierges.

*Remarque :* Les chapitres suivant donnent le détail de ses capacités.

#### 2.1.1. Identification de la société

L'identification du demandeur est présentée dans le tableau ci-dessous.

<b>Raison sociale</b>	SEPE Chaintrix-Bierges
<b>Forme juridique</b>	SARL
<b>Capital social</b>	1 €
<b>Siège social</b>	97, Allée Alexandre Borodine, Immeuble Cèdre 3 69 800 Saint-Priest France
<b>N° Registre du Commerce</b>	824 437 701 R.C.S. Lyon
<b>Code NAF</b>	3511Z – Production d'électricité

*Tableau 3 : Référence administrative de la société SEPE Chaintrix-Bierges (source : SIEMENS GAMESA, 2017)*

#### 2.1.2. Identification du signataire

<b>Nom</b>	HENRI
<b>Prénom</b>	Delphine
<b>Nationalité</b>	Française
<b>Qualité</b>	Responsable France de SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY FRANCE Représentante mandatée par décision de l'associé unique pour la SEPE de Chaintrix-Bierges

*Tableau 4 : Référence de signataire pouvant engager la société (source : SIEMENS GAMESA, 2017)*

### 2.2. PRESENTATION DE LA SOCIETE SIEMENS GAMESA

#### 2.2.1. Historique

Le groupe SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY a été créé lors de la fusion des groupes SIEMENS WIND POWER et GAMESA en avril 2017. Cette fusion est la plus importante de l'histoire de l'industrie de l'énergie éolienne faisant de SIEMENS GAMESA le premier constructeur mondial d'éoliennes de grande puissance adaptées à la majorité des régions et climats à travers le monde.

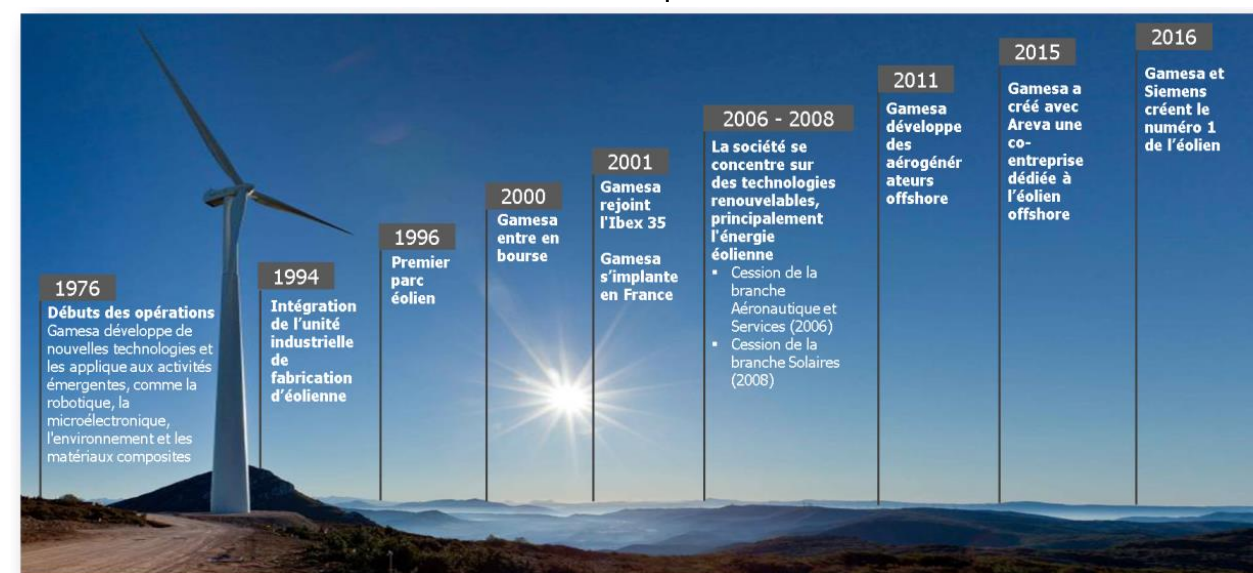
L'histoire de **GAMESA** est marquée par l'innovation et une impressionnante croissance au sein des nouveaux marchés. A ses débuts, ce n'était qu'un petit atelier d'usinage situé dans le Nord de l'Espagne. Puis, rapidement l'entreprise est devenue une société importante dans le domaine de la gestion d'installations industrielles, celui de l'automobile et dans celui des nouvelles technologies de développement.

En 1995, GAMESA étend ses activités au domaine de l'énergie éolienne et installe la première éolienne dans les collines de *El Perdón* en Espagne. Quelques années plus tard, la société est devenue un des leaders de fabricants d'éoliennes dans le pays. Ensuite, GAMESA a ouvert des usines aux Etats-Unis, en Chine, en Inde et au Brésil.

**SIEMENS WIND POWER** s'est directement tourné vers l'industrie de l'énergie éolienne depuis 2004 quand elle a acquis l'usine de fabrication d'éoliennes danoise *Bonus Energy*. Avec cette acquisition, SIEMENS gagne une expérience dans le domaine qui date de 1980. Son histoire inclue le premier parc éolien en mer construit en 1991 au Danemark.

La société est ensuite devenue un leader mondial dans le domaine de l'éolien en mer.

**SIEMENS GAMESA** permet donc de bénéficier de toutes ces compétences pour permettre de mettre en place les meilleures technologies dans le domaine de l'énergie éolienne. C'est une entreprise reconnue mondialement et tournée vers l'avenir.



*Figure 1 : Historique du groupe SIEMENS GAMESA (source : SIEMENS GAMESA, 2017)*



## 2.2.2. Quelques chiffres

### Siemens Gamesa : le groupe

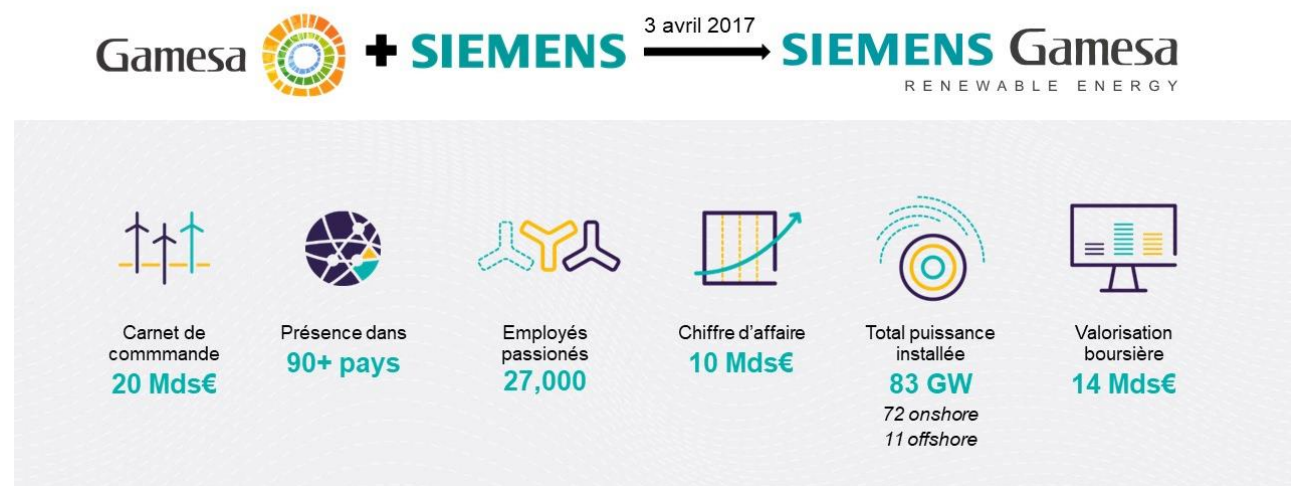
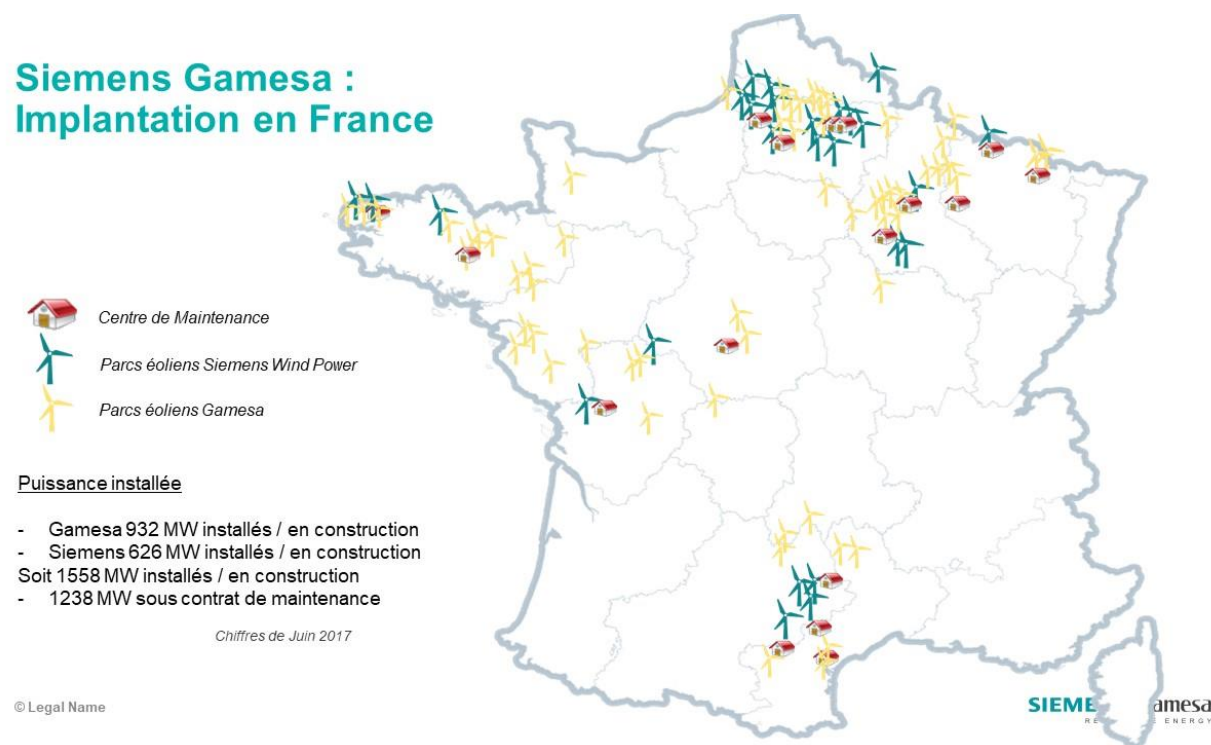


Figure 2 : Quelques chiffres (source : SIEMENS GAMESA, 2017)

### Siemens Gamesa : Implantation en France



Carte 1 : Implantation de SIEMENS GAMESA en France (source : SIEMENS GAMESA, 2017)

## 2.2.3. Les activités du groupe

SIEMENS GAMESA réalise la conception, la fabrication, la vente, l'installation ainsi que l'exploitation et la maintenance de ses aérogénérateurs. Au total une base de 72 GW terrestres et de 11 GW en mer a été installée par le groupe.

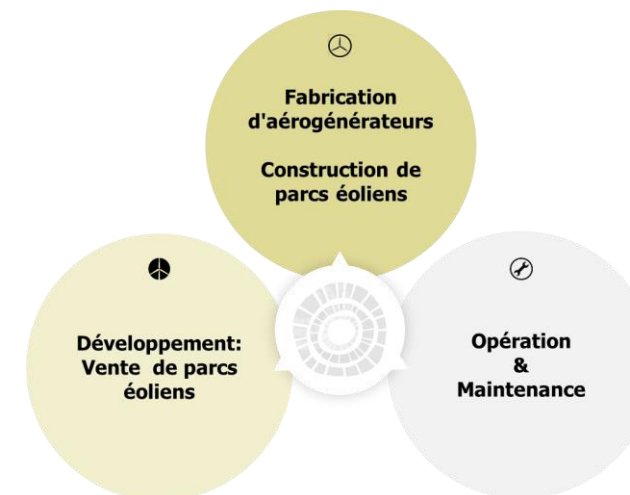


Figure 3 : Etapes de la vie d'un parc éolien (source : SIEMENS GAMESA, 2017)

SIEMENS GAMESA est ainsi présent sur toutes les étapes de la vie d'un parc éolien :

- **Fabrication d'éoliennes de grande puissance**
  - Une gamme de machines de 2 MW à 8 MW, 1<sup>er</sup> fabricant mondial.
- **Développement de projets**
  - Acteur mondial de premier plan avec plus de 9 GW de parcs éoliens développés en propre et construits dans 13 pays.
- **Maîtrise d'œuvre**
  - Dimensionnement des fondations ;
  - Établissement des projets d'exécution ;
  - Support technique ;
  - Suivi des chantiers ;
  - Contrat clé en main.
- **Exploitation et maintenance**
  - Le contrat de fourniture de machines inclut une garantie de maintenance complète de 2 ans du parc éolien depuis l'une de ses bases de maintenance multi-parc ;
  - SIEMENS GAMESA assure généralement la maintenance et l'opération du parc éolien pour la première période de 15 à 20 ans.

## 2.3. LOCALISATION DU SITE

### 2.3.1. Localisation générale

Le projet est situé dans la région Grand-Est, dans le département de la Marne et plus particulièrement sur les territoires communaux de Chaintrix-Bierges et de Vélye.

Ce site est situé à environ 19 km au Sud-Est du centre d'Épernay, 20 km au Sud-Ouest du centre de Châlons-en-Champagne, 40 km au Sud du centre-ville de Reims et 63 km au Nord du centre de Troyes.

Une autre commune est localisée dans le périmètre d'étude de dangers et sera donc prise en considération dans cette étude : Trécon.

Les communes de Chaintrix-Bierges, Vélye et Trécon intègrent la Communauté d'Agglomération Epernay, Coteaux et Plaine de Champagne.

### 2.3.2. 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-après (les superficies correspondent à celles en phase chantier). Toutes ces parcelles sont maîtrisées par le Maître d'Ouvrage via des promesses de bail emphytéotique et/ou des promesses de constitution de servitudes (accès, câblage, survol) signées avec les propriétaires fonciers, exploitants agricoles et les communes de Chaintrix-Bierges et Vélye.

*Remarque:* L'attestation de la maîtrise foncière se trouve dans le volume intitulé « Volume 1A : Volet administratif », joint au présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

Les limites de propriété de l'installation correspondent aux mâts des éoliennes et aux postes de livraison.

	Commune	Lieu-Dit	Section	Numéro	Superficie des installations (m <sup>2</sup> ) (hors chemins d'accès)
<b>C1</b>					
Implantation + survol Survol Survol Survol	Chaintrix-Bierges	Le Vauvarin	ZW	8	3 225
				9	
				10	
				11	
<b>C2</b>					
Implantation + survol Survol Survol Survol	Chaintrix-Bierges	Le Vauvarin	ZW	8	3 195
				9	
				10	
				11	
<b>C3</b>					
Implantation + survol Survol Survol	Chaintrix-Bierges	La Potence	ZV	17	3 340
				11	
				18	
<b>C4</b>					
Implantation + survol Survol Survol Survol Survol Survol Survol	Vélye	La fin des Seigneurs	ZM	13	3 410
				16	
				5	
				6	
	Chaintrix-Bierges	La Potence	ZV	17	
				18	
				27	
				28	

	Commune	Lieu-Dit	Section	Numéro	Superficie des installations (m <sup>2</sup> ) (hors chemins d'accès)
<b>C5</b>					
Implantation + survol	Vélye	Le Chemin de Trécon	ZN	16	3 305
<b>C6</b>					
Implantation + survol Survol Survol Survol Survol Survol	Chaintrix-Bierges	La Potence	ZV	29	3 260
				27	
				28	
	Vélye	Le Chemin de Trécon	ZN	1	
				2	
				16	
<b>C7</b>					
Implantation + survol Survol Survol Survol	Chaintrix-Bierges	La Potence	ZV	29	3 270
				23	
				24	
				25	
<b>C8</b>					
Implantation + survol Survol	Chaintrix-Bierges	Les Longues Raies	ZW	14	3 215
				16	
<b>Postes de livraison</b>					
N°1	Chaintrix-Bierges	L'Épinette	ZX	12	225
N°2	Vélye	La fin des Seigneurs	ZM	16	225
N°3	Chaintrix-Bierges	La Potence	ZV	29	225
				<b>Total</b>	<b>26 895</b>

Tableau 5 : Identification des parcelles cadastrales (source : SIEMENS GAMESA, 2019)





## Localisation géographique

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

Mars 2019

Source : IGN 100® - Copie et reproduction interdites

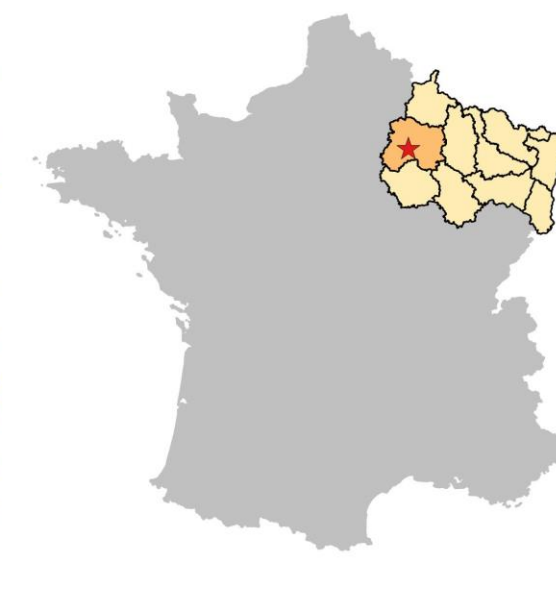
### Légende

Parc éolien de Chainrix-Bierges

- Éolienne
- Poste de livraison
- ★ Localisation du projet

Limites communales

- ▭ Localisation



Carte 2 : Localisation géographique de l'installation



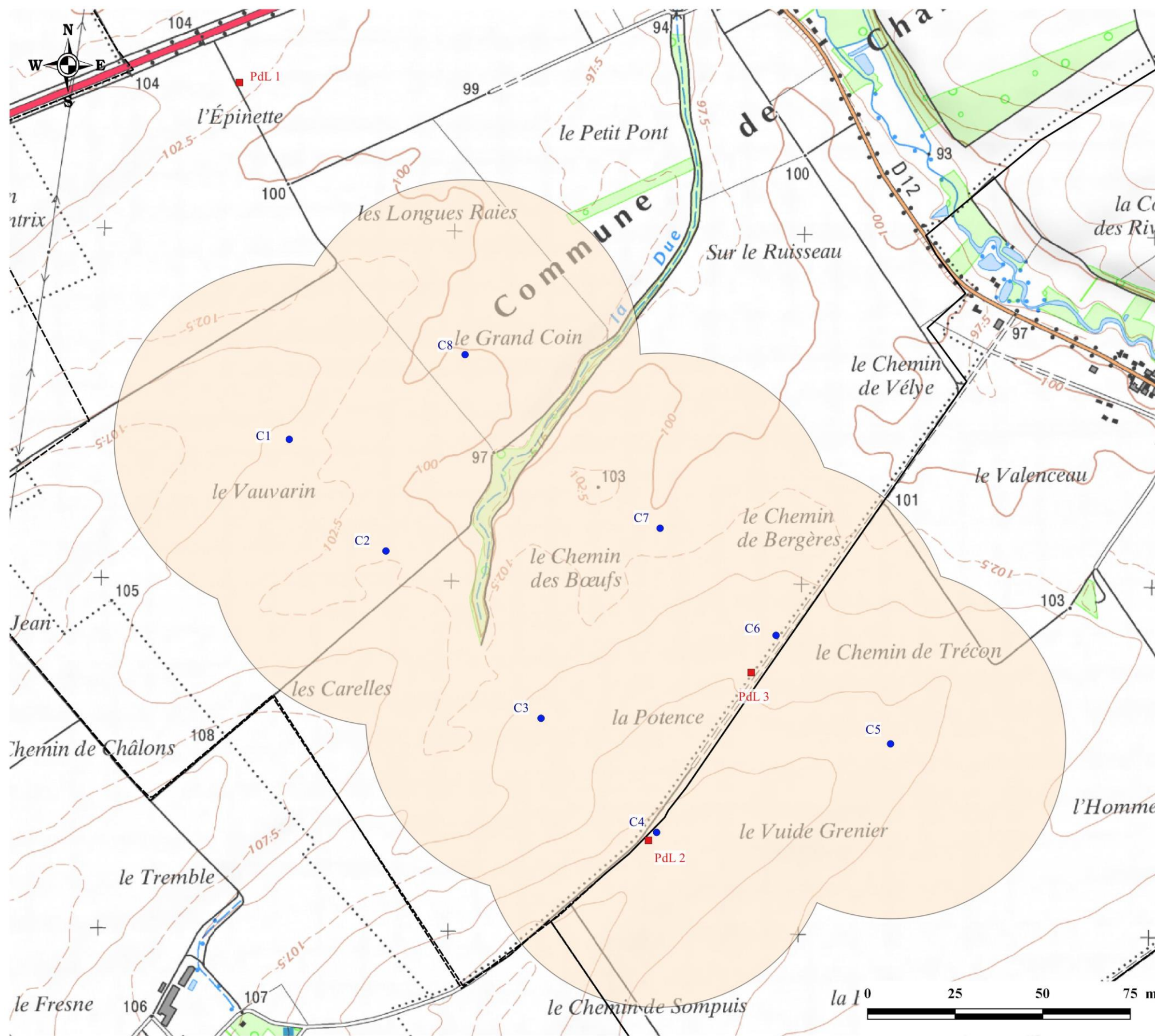
## 2.4. DEFINITION DU PERIMETRE DE L'ETUDE

---

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

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

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



## Localisation du périmètre d'étude de dangers

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

Mars 2019

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites

### Légende

- Périmètre d'étude de dangers (500 m)
- Parc éolien de Chainrix-Bierges*
- Éolienne
- Poste de livraison
- Limites communales*
- Localisation

Carte 3 : Périmètre d'étude de dangers

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

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

### 3.1. ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE

#### 3.1.1. Zones urbanisées

A l'origine du projet, la zone d'implantation du projet (construite ou à construire au document d'urbanisme) a été définie au sein d'une zone agricole à partir de cercle d'évitement de 500 m autour de l'habitat (construit ou à venir). Les bourgs et hameaux situés à proximité du site sont :

- **Territoire de Chaintrix-Bierges :**
  - Premières habitations de Chaintrix-Bierges à 1 160 m de C8 et à 1 460 m de C7.
- **Territoire de Vélye :**
  - Zone constructible de la carte communale de Vélye à 855 m de C5, à 870 m de C6 et à 950 m de C7.
- **Territoire de Trécon :**
  - Première habitation de Trécon à 1 215 m de C3, à 1 300 m de C4, à 1 410 m de C2 et à 1 670 m de C1.

**Remarque :** La zone habitable la plus proche est la zone constructible de Vélye ; elle est située à 855 m de l'éolienne C5. A noter cependant que, à l'heure du dépôt du présent dossier, l'habitation la plus proche de la commune de Vélye se situe à 1 100 m de l'éolienne C7.

Les abords du site d'étude se situent dans un contexte très agricole et présentent donc une majorité de parcelles cultivées.

- ⇒ Aucune habitation ou zone urbaine ou à urbaniser n'est présente dans le périmètre d'étude de dangers ;
- ⇒ La zone urbaine ou à urbaniser la plus proche est la zone constructible de Vélye, située à 855 m de l'éolienne C5.

#### Focus démographique sur les communes de Chaintrix-Bierges, Vélye et Trécon

Les territoires communaux intégrant le périmètre d'étude de dangers sont Chaintrix-Bierges et Vélye, communes d'accueil du projet, et Trécon. L'estimation de la population de ces communes est indiquée dans le tableau ci-dessous (Recensement Général de la Population, 2012).

Commune	Nb Habitant	Densité (Hab./m <sup>2</sup> )	Nb de logement	Maisons individuelles
Chaintrix-Bierges	315	30,6	136	100 %
Vélye	169	15,8	63	100 %
Trécon	77	6,2	37	97,2 %

Tableau 6 : Quelques indicateurs de la population et leur logement (INSEE, 2012)

Les populations des communes de Chaintrix-Bierges et Vélye ont vu leurs populations augmenter sur la période 1982-2012 (respectivement +45,2 % et +61 %), ce qui n'est pas le cas de la commune de Trécon qui enregistre une baisse de -7%. Cette baisse démographique est cependant à relativiser au vu du faible nombre d'habitants.

La croissance démographique des deux premières communes citées ci-avant est principalement due à une combinaison de soldes naturel et apparent globalement positifs, qui compensent au final les quelques soldes négatifs enregistrés sur les différentes périodes d'étude (1982 – 1990 ; 1990 – 1999 ; 1999 – 2007 ; 2007 – 2012). Ces valeurs sont représentatives de communes jeunes et dynamiques.

Concernant la commune de Trécon, sa baisse démographique est principalement due aux trois soldes négatifs (soldes apparents des périodes 1982 – 1990 et 2007 – 2012 et solde naturel de la période 1990 – 1999) n'ayant pas été compensés par les autres soldes, pourtant positifs mais trop faibles pour inverser la tendance.

Les densités de population estimées en 2012 à l'échelle des communes de Chaintrix-Bierges, Vélye et Trécon s'établissent respectivement à 30,6, 15,8 et 6,2 hab./km<sup>2</sup>. Elles sont inférieures à la densité de l'intercommunalité (83,8 hab./km<sup>2</sup>) et du département (69,7 hab./km<sup>2</sup>). Ceci illustre donc le **caractère rural** de ces territoires communaux.

De manière générale, l'habitat est constitué en grande majorité de maisons individuelles. Notons que ces territoires comptent peu de zones urbanisées. **L'habitat est donc concentré.**

#### Documents d'urbanisme

##### ▪ Commune de Vélye

Le territoire communal de Vélye est doté d'une Carte Communale (CC) approuvée en date du 20 avril 2007. Ce document d'urbanisme simplifié permet de délimiter (art. L124-2 du Code de l'Urbanisme) les secteurs où les constructions sont autorisées des secteurs où les constructions ne sont pas autorisées (zones naturelles). Ainsi, la zone de projet se situe en zone naturelle, dite « Non Constructible ».

##### ▪ Commune de Chaintrix-Bierges

Le territoire communal de Chaintrix-Bierges ne dispose ni d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU) rendu public ou approuvé, ni d'un document ayant la même fonction. Il est donc soumis au **Règlement National d'Urbanisme (RNU)**.

- ⇒ Le projet éolien de Chaintrix-Bierges est compatible avec le Règlement National d'Urbanisme ainsi qu'avec la Carte Communale en vigueur sur la commune de Vélye.

##### ▪ SCoT

Les communes situées dans le périmètre d'étude de dangers intègrent le périmètre du **SCoT d'Epernay et sa région**, approuvé le 27 juillet 2005, il est actuellement en révision et ce depuis 2013.

- ⇒ Le projet est compatible avec la version 2 du PADD (approuvée en comité syndical le 2 mars 2016) du SCoT d'Epernay et sa région.

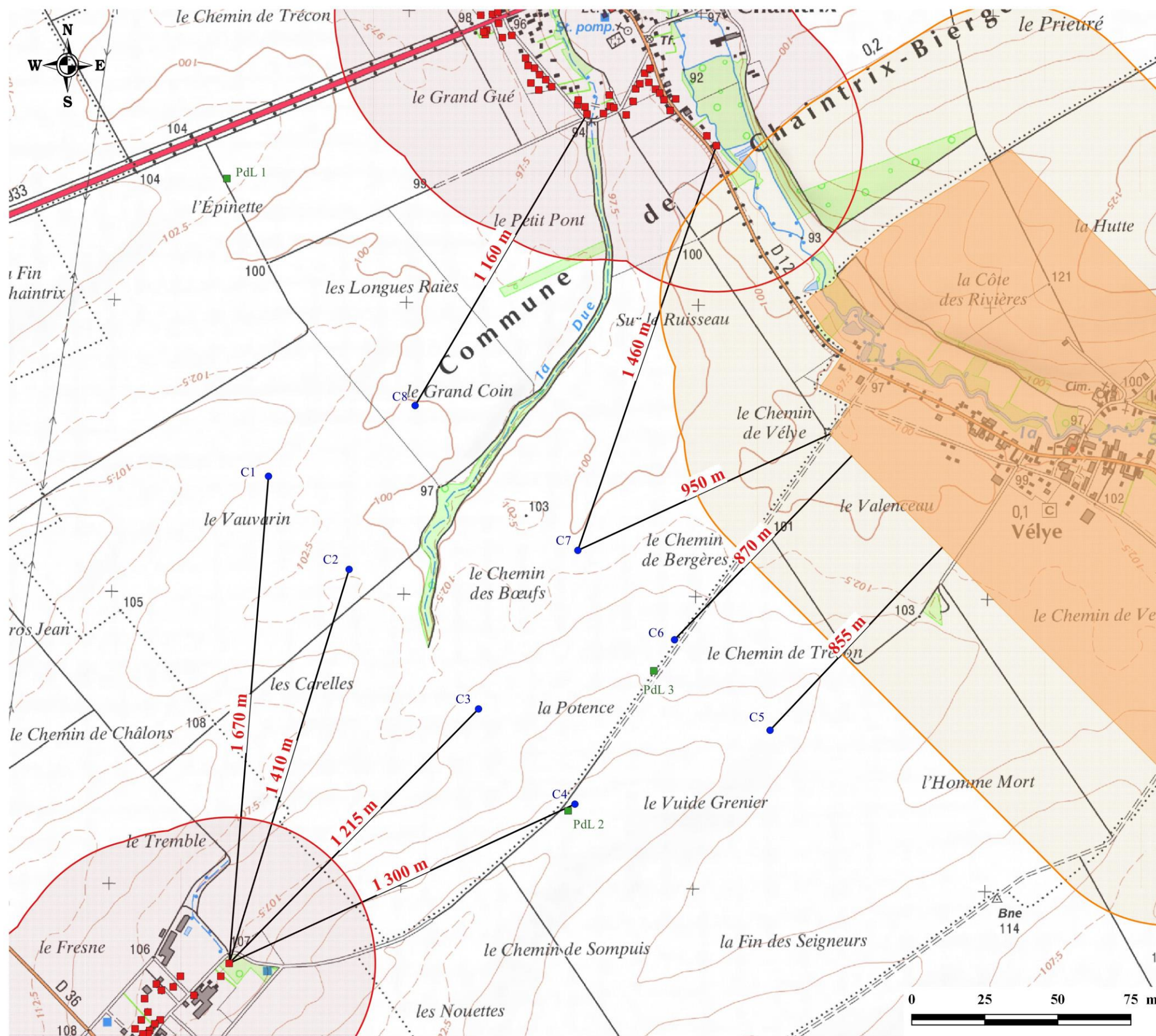


## Distance aux habitations

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

Mars 2019

Source : IGN 25®  
Carte Communale de Vélye  
Géoportail  
Copie et reproduction interdites



### Légende

Parc éolien de Chaintrix-Bierges

- Éolienne
- Poste de livraison

Urbanisme

Carte communale de Vélye

- Zone Constructible
- Périmètre de protection de 500 m

Communes de Chaintrix-Bierges et de Trécon

- Habitation
- Périmètre de protection de 500 m

Distance aux habitations

— Distance

Carte 4 : Distance des éoliennes par rapport aux habitations



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

Aucun établissement recevant du public n'est présent dans le périmètre d'étude de dangers. L'établissement le plus proche est la mairie de Vélye, localisée à 1,4 km au Nord-Est de C5.

⇒ Aucun établissement recevant du public n'est présent au sein du périmètre d'étude de dangers.

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

#### Installation nucléaire de base

Dans la Marne, il n'existe pas de centrale nucléaire. La plus proche se situe dans le département limitrophe de l'Aube. Il s'agit du Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) de Nogent-sur-Seine, situé à environ 59 km au Sud-Ouest de C4.

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

#### Etablissement SEVESO

Aucun établissement classé SEVESO n'est recensé sur les territoires communaux de Chaintrix-Bierges, Vélye, et Trécon.

L'installation SEVESO « Seuil Haut » la plus proche appartient à la société TEREOS. Elle est localisée sur le territoire communal de Val-des-Marais, à 11,3 km au Sud-Ouest de C4. L'établissement SEVESO « Seuil Bas » le plus proche appartient à l'entreprise PROLOGIS à Bussy-Lettrée. Il est localisé à environ 11,1 km au Sud-Est de C5.

⇒ 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.), seuls deux établissements sont recensés sur les communes situées dans le périmètre d'étude de dangers :

Commune	Etablissement	Activité principale	Etat	Distance au projet (km)
CHAINTRIX-BIERGES	ETS NIONI & ANDRIEU	Fabrication de bronze en poudre ; Mécanique ; Papeterie	Inconnu	1,7 NE C8
VELYE	SEDE ENVIRONNEMENT	Collecte et traitement des eaux usées	En fonctionnement	4,7 NE C5

Tableau 7 : Liste des établissements ICPE présents sur les communes de Chaintrix-Bierges et Vélye (source : Basias et Installationsclassées, 2017)

⇒ Aucun établissement ICPE (hors éolien) n'intègre le périmètre de la zone d'étude de dangers. L'établissement ICPE le plus proche appartient à l'établissement NIONI & ANDRIEU ; il est localisé à 1,7 km au Nord-Est de l'éolienne C8, la plus proche.

#### Etablissement ICPE éolien

Le parc éolien construit le plus proche est le parc éolien de Somme Soudé, dont l'éolienne la plus proche est localisée à 555 m au Sud-Est de l'éolienne C5.

⇒ Le parc éolien de Somme Soudé est localisé au plus près à 555 m au Sud-Est de l'éolienne C5.

### 3.1.4. Autres activités

Le périmètre d'étude de dangers, recouvre principalement des champs, où une activité agricole est exercée (cultures de plateau ou élevage). Les résultats présentés ci-après sont issus des recensements agricoles de 2010 réalisés par l'AGRESTE.

De manière générale, l'activité agricole des communes est tournée vers la grande culture avec des exploitations de taille importante pour les communes de Vélye et Trécon (respectivement 124,8 hectares/exploitation et 144,6 hectares/exploitation) et de taille moyenne pour la commune de Chaintrix-Bierges (97 hectares / exploitation).

En 2010, les communes intégrant le périmètre d'étude de dangers comptaient :

- **Chaintrix-Bierges :**
  - Nombre d'exploitations : 8 ;
  - Surface Agricole Utile communale (SAU) : 776 ha ;
  - Cheptel en Unité Gros Bétail (UGB) : 14 ;
  - Superficie labourable : 772 ha ;
  - Superficie en cultures permanentes : 0 ha ;
  - Superficie toujours en herbe : 0 ha.
- **Vélye :**
  - Nombre d'exploitations : 10 ;
  - Surface Agricole Utile communale (SAU) : 1 248 ha ;
  - Cheptel en Unité Gros Bétail (UGB) : 0 ;
  - Superficie labourable : 1 241 ha ;
  - Superficie en cultures permanentes : 0 ha ;
  - Superficie toujours en herbe : 0 ha.
- **Trécon :**
  - Nombre d'exploitations : 10 ;
  - Surface Agricole Utile communale (SAU) : 1 446 ha ;
  - Cheptel en Unité Gros Bétail (UGB) : 258 ;
  - Superficie labourable : 1 357 ha ;
  - Superficie en cultures permanentes : 0 ha ;
  - Superficie toujours en herbe : 85 ha.

D'après les inventaires de terrain et les photographies aériennes, le périmètre d'étude de dangers est principalement occupé par des terres arables pour la culture de céréales. A noter également la présence d'un ruisseau (prenant sa source au sein du périmètre d'étude de dangers) entouré d'une ripisylve. Il s'agit du ruisseau de la Due, affluent rive gauche de la Somme Soudé.

⇒ Une activité agricole est exercée sur les champs recouvrant le périmètre d'étude de dangers.

## 3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

### 3.2.1. Contexte climatique

Le site du projet éolien de Chaintrix-Bierges est soumis à **un climat océanique dégradé sous influence du climat continental**. Cela explique les hivers frais, les étés doux et les pluies fréquentes mais peu abondantes, réparties tout au long de l'année.

*Remarque : La station de référence la plus proche est celle de l'aéroport de Paris – Vatry, localisée à 12 km au Sud-Est de l'éolienne C4, la plus proche. Cependant, celle-ci n'a été mise en service qu'à partir de 2013. La station disposant de relevés complets la plus proche est celle de Reims-Champagne, à 40 km au Nord de l'éolienne C8, la plus proche. (Source : Météo-France)*

#### Température

Le climat doux est très bien illustré par les relevés de la station de Reims-Champagne, puisque les hivers sont doux (les températures moyennes minimales sont toujours positives) et les étés moyennement chauds (les moyennes maximales ne dépassent pas les 25 °C). La température moyenne annuelle est d'environ 10,4°C.

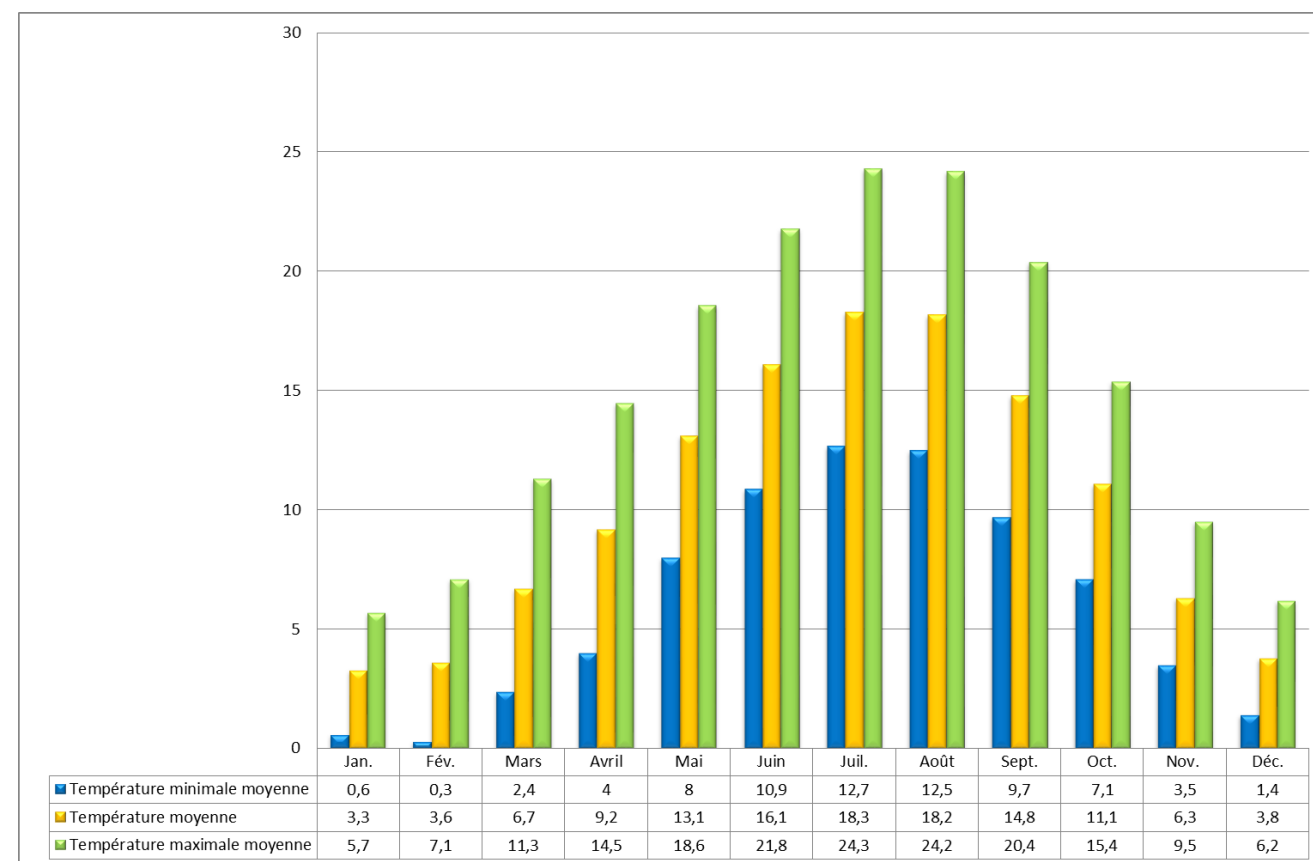


Figure 4 : Illustration des températures de 1930 - 2017 – Station de Reims-Champagne (source : Météo-France, 2017)

#### Pluviométrie

Les précipitations sont réparties également toute l'année, avec un pic au mois de novembre, le mois de février étant le plus sec. Le total annuel des précipitations est relativement modeste avec 642 mm à Reims ; soit inférieur à la station de Nice (767 mm).

Cependant, le nombre de jours de pluie (63 à Nice, 171 à Reims) confirme le caractère océanique du climat.

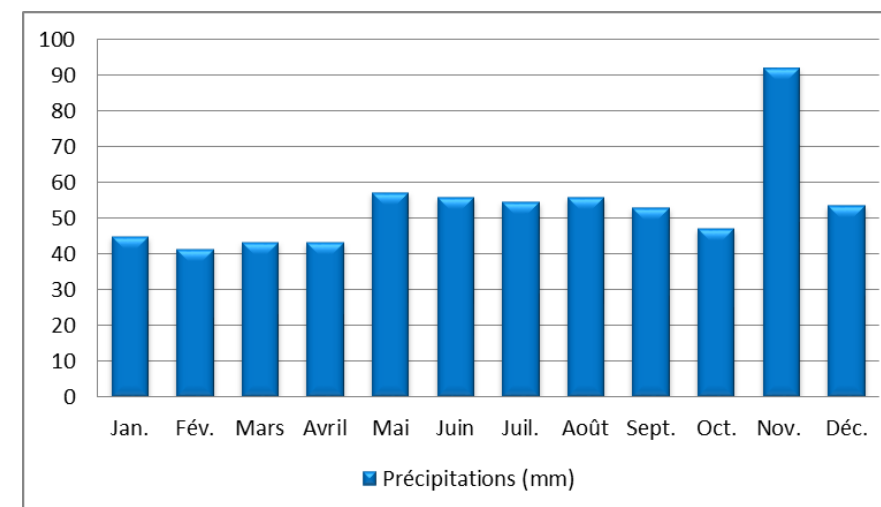


Figure 5 : Illustration des précipitations de 1930 à 2017 – Station de Reims-Champagne (source : Météo-France, 2017)

#### Neige, gel

La ville de Reims compte plus de 21 jours de neige par an contre 14 jours par an pour la moyenne nationale. Elle connaît également 69 jours de gel par an ; la moyenne nationale est comprise entre 20 et 40.

#### Orage, grêle, brouillard, tempête

La ville de Reims compte 21 jours d'orage par an, chiffre supérieur à la moyenne nationale. Le climat est moyennement orageux avec une densité de foudroiement (18) quasiment identique à la moyenne nationale (20). Elle connaît également 65 jours de brouillard contre 40 jours par an pour la moyenne nationale. Enfin, elle compte 4 jours de grêle par an en moyenne.

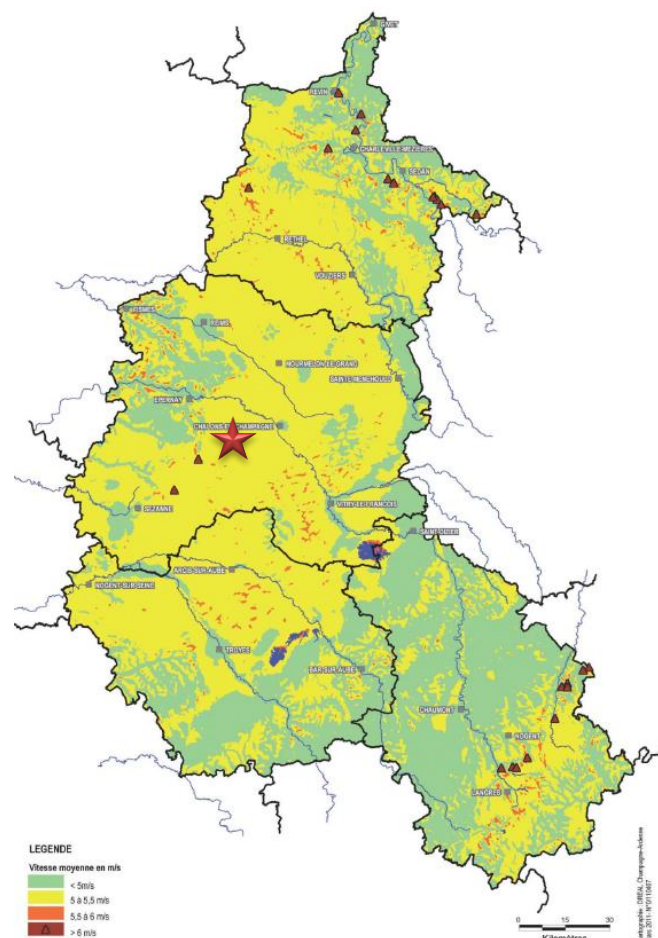
Le vent est dit fort lorsque les rafales dépassent 57 km/h. La ville de Reims connaît 43 jours par an de vent fort.

#### Ensoleillement

Le secteur d'étude bénéficie d'un ensoleillement inférieur à la moyenne nationale : 1 690 h pour la station de Reims contre 1 973 h pour la moyenne française.

### Analyse des vents

D'après le Schéma Régional Eolien, le site d'étude intègre une zone bien ventée. Les vitesses de vent sont estimées, à 50 m d'altitude, entre 5,0 et 5,5 m/s.



Carte 5 : Gisement éolien de l'ancienne région Champagne-Ardenne à 50 m d'altitude – Légende : Etoile rouge / Localisation de la zone d'implantation du projet (source : Schéma Régional Eolien, 2012)

A noter toutefois que le gisement éolien identifié a été réalisé à l'échelle régionale.

La direction et les vitesses de vent ont été mesurées par un mât de mesures de vent installé par le porteur du projet sur le territoire de la commune de Chaintrix-Bierges. Les vents présentant la meilleure ressource sur le secteur d'étude sont majoritairement d'orientation Sud-Ouest. Des vents du Nord sont également présents mais sur des vitesses plus faibles.

Avec une vitesse long terme d'environ 6 m/s à 90 m, le secteur est favorable à l'implantation d'un projet éolien.

- ⇒ Le site du projet éolien de Chaintrix-Bierges intègre une zone bien ventée à l'intérieure de laquelle les vitesses de vent sont estimées, à 50 m d'altitude, entre 5 et 5,5 m/s ;
- ⇒ Les vents dominants sont de direction Sud-Ouest.

### 3.3. RISQUES NATURELS

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

Le droit à cette information, institué en France par la loi du 22 juillet 1987 et inscrit à présent dans le Code de l'Environnement, a conduit à la rédaction dans le département de la Marne d'un Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) approuvé le 23 mars 2012.

⇒ Notons que l'arrêté préfectoral de la Marne, en date du 07 janvier 2016, fixant la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs, indique que les territoires communaux de Trécon et Vélye ne sont concernés par aucun risque majeur tandis que le territoire de Chaintrix-Bierges est lui uniquement concerné par le risque TMD.

Commune	Risques naturels			Risques technologiques			
	Inondation de plaine	Argiles	Cavité	Risque industriel	Barrage	TMD	Risque nucléaire
Chaintrix-Bierges						X	
Trécon	Aucun						
Vélye	Aucun						

Tableau 8 : Synthèse des risques majeurs sur les communes de Chaintrix-Bierges, Trécon et Vélye (source : Arrêté préfectoral du 07 janvier 2016, 2016)

Remarque : La liste des communes marnaises exposées à un ou plusieurs risques majeurs et pour lesquelles doit s'appliquer le droit à l'information du public, conformément à l'article 2 du décret n°90-918 du 11 octobre 1990 modifié, est annexée à chaque arrêté préfectoral relatif à ce sujet. Cette liste est arrêtée tous les ans et actualisée à chaque changement significatif. Ainsi, à l'heure du dépôt du présent dossier, le dernier arrêté préfectoral date du 07 janvier 2016.

### Arrêté de catastrophes naturelles

Les communes étudiées ont toutes fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle pour cause de :

Communes	Nature de la catastrophe naturelle	Date arrêté
Chaintrix-Bierges ; Trécon ; Vélye	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999

Tableau 9 : Inventaires des arrêtés de catastrophe naturelle (source : prim.net, 2017)

### Inondation

#### Définition

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



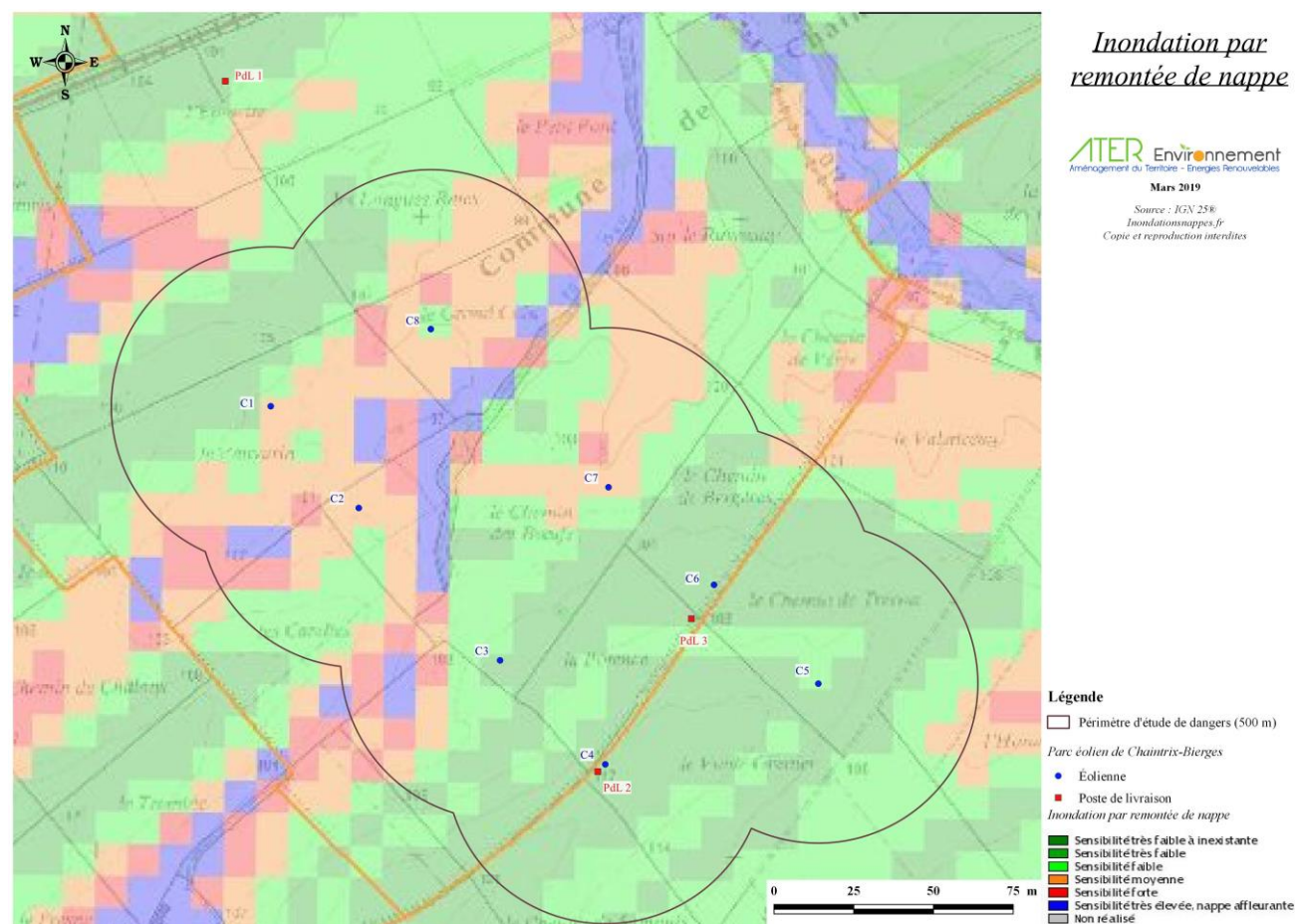
On distingue trois types d'inondations :

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

**Sur les communes d'étude**

Inondation par remontée de nappe :

Le périmètre d'étude de dangers présente une sensibilité au phénomène d'inondation par remontées de nappes variant de très faible à très élevée (nappe affleurante). Les zones les plus sensibles au phénomène sont localisées au centre de la zone d'implantation du projet, au droit du ruisseau du Due. Toutefois, le DDRM de la Marne ne classe pas les communes étudiées en tant que zones à risque.



Carte 6 : Sensibilité de la zone d'étude de dangers aux phénomènes d'inondations par remontée de nappe

Inondation par débordement de cours d'eau

Les communes de Chaintrix-Bierges, Vélye et Trécon ne sont pas soumises au risque majeur d'inondation par débordement de cours d'eau d'après le DDRM de la Marne. En effet, on ne recense pas de cours d'eau majeur à proximité de la zone d'implantation du projet.

⇒ D'après le DDRM de la Marne, les territoires communaux étudiés ne sont pas concernés par le débordement des cours d'eau ou par la remontée de nappe phréatique. De plus, aucun Atlas de Zone inondable, ni aucun Plan de Prévention des Risques Inondations n'est recensé sur ces communes ;

⇒ Cependant, le périmètre d'étude de dangers est soumis à un aléa allant de très faible à très fort aux phénomènes de remontées de nappes phréatiques en raison de la présence du ruisseau de la Due en son centre.

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).

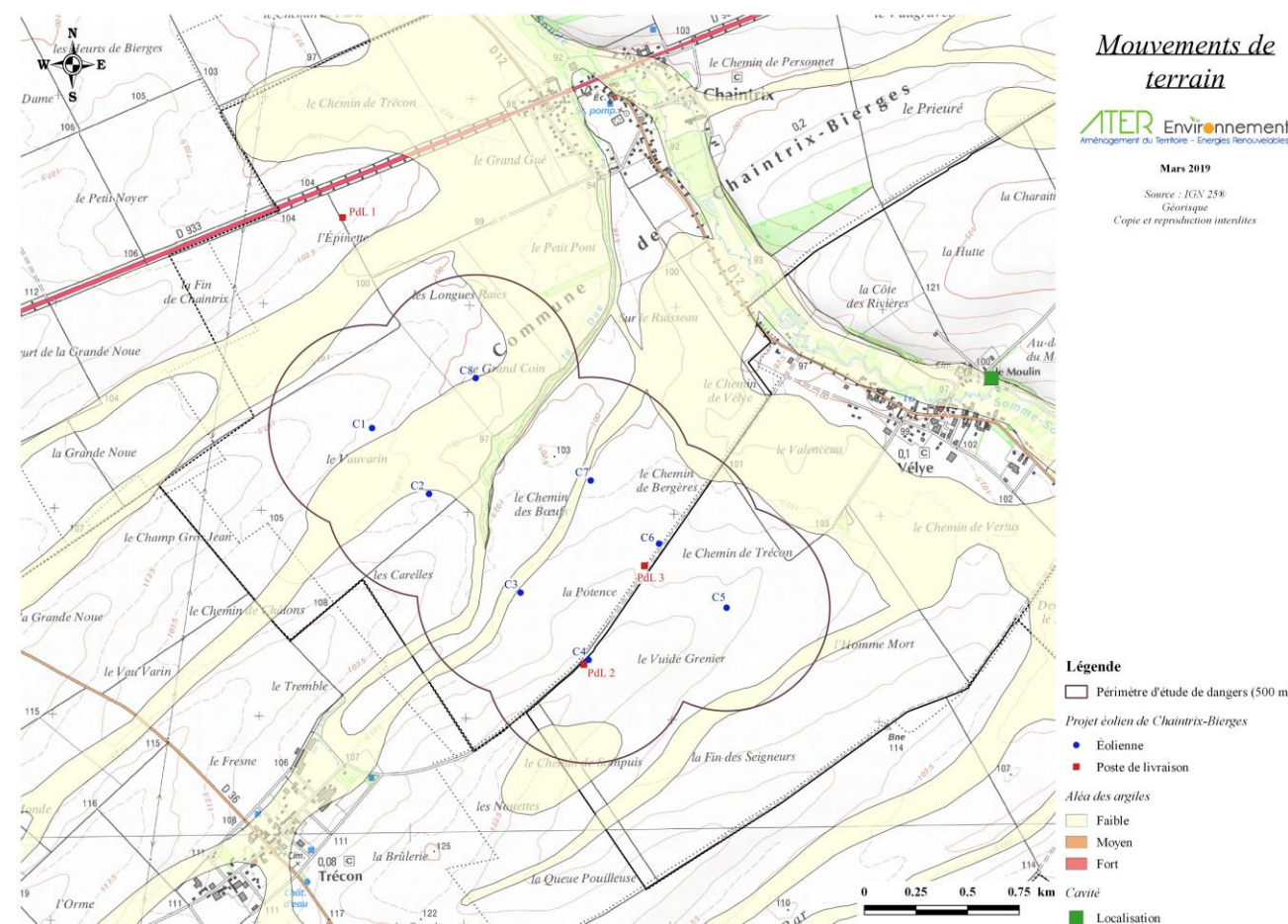
**Sur les communes d'étude**

Relatif à la présence de cavité :

D'après le DDRM de la Marne, les communes de Chaintrix-Bierges, Trécon et Vélye ne sont pas concernées par le risque majeur lié à la présence de cavités. Seule une cavité est recensée sur le territoire communal de Vélye : la cavité est localisée à 1,7 km au Nord-Est de l'éolienne C5, la plus proche.

Nom	Identifiant - Nom	Type
Vélye	CHAAW0003293 - La Côte du moulin	Carrière

Tableau 10 : Cavité recensée sur la commune de Vélye (source : géorisques.gouv.fr, 2017)



Carte 7 : Mouvements de terrain

Relatif à l'aléa retrait et gonflement des argiles : Le risque engendré par le retrait-gonflement des argiles au sein du périmètre d'étude de dangers est défini par un aléa allant de nul à faible.

⇒ Aucune cavité n'est recensée au niveau du périmètre d'étude de dangers ;

⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un aléa des argiles faible ;

⇒ Ces points seront confirmés ou infirmés 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. Le séisme est le risque naturel majeur qui cause le plus de dégâts.

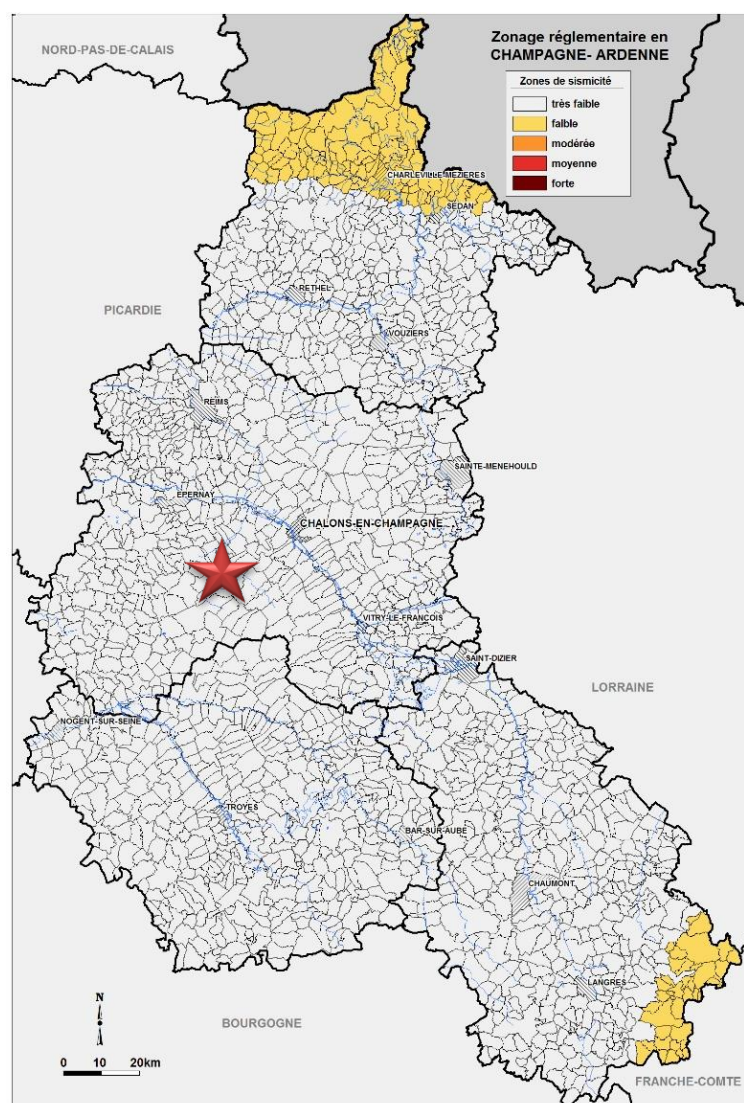
Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (source : planseisme.fr).

### Sur les communes d'étude

L'actuel zonage sismique classe les communes de Chaintrix-Bierges, Vélye et Trécon en zone de sismicité 1 (très faible).

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

⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un risque sismique très faible.



Carte 8 : Zonage sismique dans l'ancienne région Champagne-Ardenne– Légende : Etoile bleue / localisation du périmètre d'étude de dangers (source : planseisme.fr, 2015)

## 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, car les océans sont encore chauds et l'air polaire déjà froid. Venant de l'Atlantique, elles traversent généralement la France en trois jours, du Sud-Ouest au Nord-Est, leur vitesse de déplacement étant de l'ordre de 50 km/h.

### Sur le département de la Marne

Selon le DDRM de la Marne, six grandes tempêtes ont touché le département à divers degrés depuis 1990 : le 3 février 1990, le 28 février 1990, le 26 décembre 1999, le 17 décembre 2004, le 8 décembre 2006 et le 28 février 2010. Par ailleurs, d'autres phénomènes météorologiques engendrant des vents forts ont été recensés dans le département. Il s'agit de rafales accompagnant les orages et de tornades. Ainsi, la station anémométrique sur l'aérodrome de Châlons-Vatry a mesuré 121 km/h lors d'un orage le 12 juillet 2010. Plus récemment, une rafale de 102 km/h a été enregistrée à Chouilly le 12 juillet 2011. Depuis l'an 2000, plusieurs tornades ont été observées dans le département de la Marne : Mourmelon-le-Grand en 2000, Pargny-sur-Saulx en 2008, Hermonville en 2011 et Gueux en 2014.

⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un risque de tempête modéré.

## Foudre

### Définition

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

### Sur le département de la Marne

Le climat global du département est faiblement orageux : la densité de foudroiement est de 18 dans la Marne, légèrement inférieure à la moyenne nationale de 20.

Carte 9 : Densité de foudroiement / Légende : Etoile rouge – Localisation de la zone d'implantation (source : Météo France, 2015)



⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un risque foudre faible.



## 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, etc.

### Sur les communes d'étude

Le DDRM de la Marne n'identifie pas de risque concernant les incendies de forêt. Il peut donc être considéré comme faible au niveau du périmètre d'étude de dangers, d'autant plus que celui-ci se situe dans des terrains agricoles utilisés pour de la grande culture céréalière.

⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un risque de feux de forêt faible.

## Grand Froid

### Définition

Les périodes de grand ou très grand froid sont directement liées aux conditions météorologiques et correspondent souvent à des conditions stables anticycloniques sous un flux de masse d'air provenant du Nord-Est (air froid et sec).

### Sur le département de la Marne

Ce risque est évoqué dans le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Marne.

⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un risque grand froid possible.

## Canicule

### Définition

Ce risque est défini par l'Organisation Météorologique Mondiale comme étant « un réchauffement important de l'air, ou une invasion d'air très chaud sur un vaste territoire, généralement de quelques jours à quelques semaines ». Cela correspond à une température qui ne descend pas la nuit, en dessous de 18°C pour le Nord de la France et 20°C pour le Sud, et atteint ou dépasse le jour, 30°C pour le Nord et 35°C pour le Sud. Ce risque est d'autant plus marqué que le phénomène dure plusieurs jours, et a fortiori plusieurs semaines, la chaleur s'accumulant plus vite qu'elle ne s'évacue par convection ou rayonnement.

### Sur le département de la Marne

Ce risque est évoqué dans le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Marne.

⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un risque canicule possible.

## 3.4. ENVIRONNEMENT MATERIEL

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

### 3.4.1. Voies de communication

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

#### Infrastructure aérienne

##### Aviation militaire

A la date du dépôt du présent dossier, aucune réponse de l'armée n'a été obtenue suite à la demande effectuée le 3 août 2016 par le pétitionnaire. En revanche, lors du pôle éolien du 16 octobre 2017, « le représentant des armées demande à ce que les prérogatives de l'aviation militaire soient suivies (voir les pages 80, 80 et 82 du schéma régional éolien) ». Ces prérogatives sont respectées dans le cas du projet éolien de Chaintrix-Bierges.

##### Aviation civile

Le projet éolien de Chaintrix-Bierges « recueille de la direction de la sécurité de l'aviation civile Nord-Est un avis favorable ».

⇒ Le périmètre d'étude de dangers se situe hors de toute servitude gérée par les aviaticives et militaires.

#### Chemins de Randonnée

Aucun chemin de randonnée n'est recensé sur le périmètre d'étude de dangers. Le plus proche est intitulé « la balade fleurie de Voulzy » ; il est localisé au plus près à 3,7 km au Nord de l'éolienne C8.

⇒ Aucun chemin de randonnée n'est recensé sur 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.

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Marne, seule la commune de Chaintrix-Bierges est concernée par le risque de transport de matières dangereuses en raison du passage de la RD 933 sur son territoire. Cette route passe au plus près à 1,1 km au Nord de l'éolienne C8.

⇒ Seule la commune de Chaintrix-Bierges est concernée par le risque TMD en raison de la présence de la RD933 sur son territoire.

#### Infrastructure ferroviaire

Aucune voie ferrée n'intègre le périmètre d'étude de dangers. La ligne TER la plus proche est celle reliant Strasbourg à la région parisienne ; elle est située à 14,8 km au Nord de l'éolienne C8, la plus proche.

⇒ Aucune infrastructure ferroviaire n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

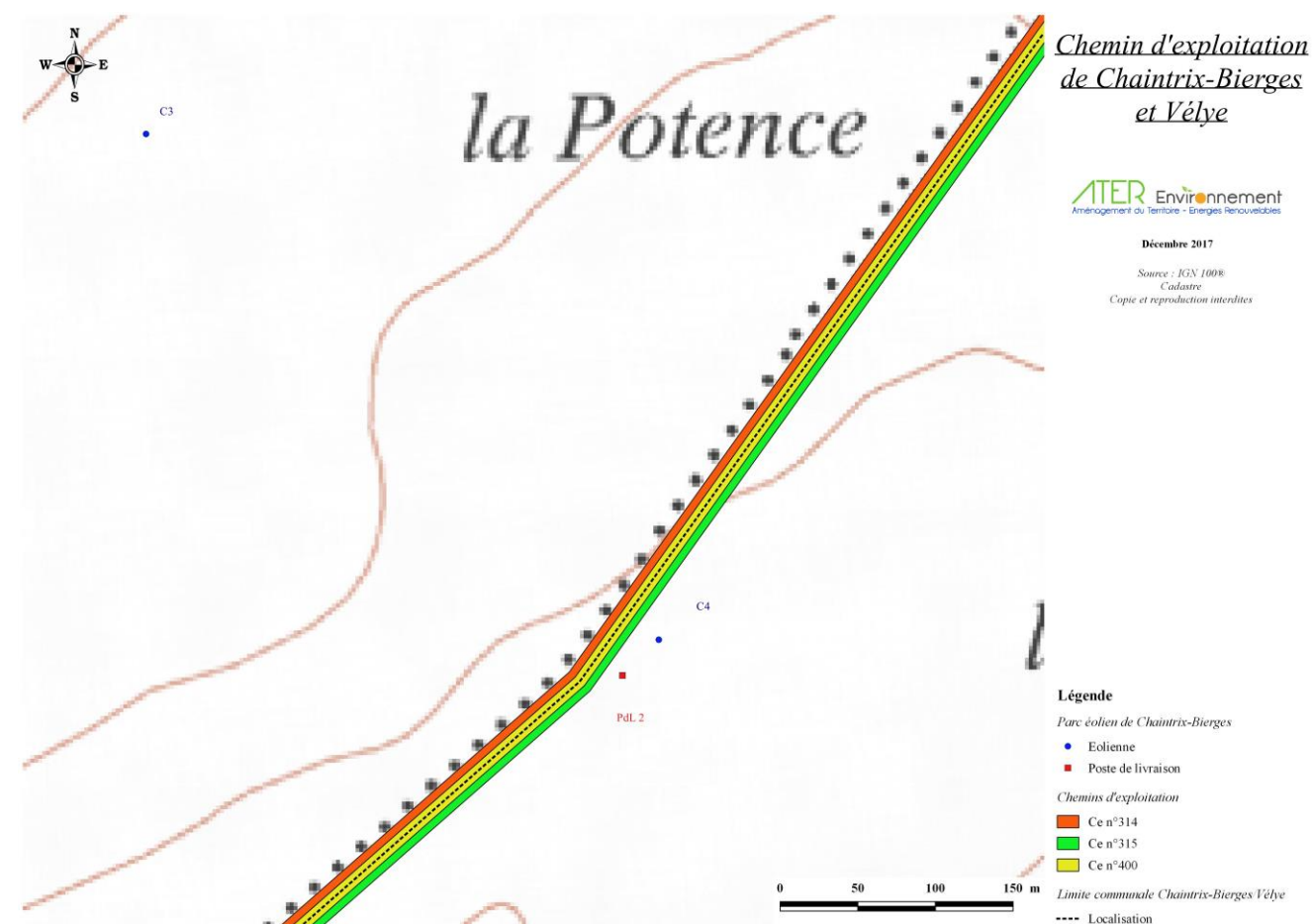
Infrastructures routières présentes sur le périmètre d'étude

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

**Sur le périmètre d'étude de dangers**

Plusieurs chemins d'exploitation se situent partiellement dans le périmètre d'étude de dangers. Ils sont nommés « Ce » sur les différentes cartes.

A noter qu'un des chemins, noté Ce n°314, Ce n°315, Ce n°400 appartient à deux entités différentes bien que seul un chemin soit présent physiquement. En effet, cadastralement parlant, le Nord du chemin, prénommé chemin d'exploitation n°314 (Ce n°314), appartient à l'association foncière de Chaintrix-Bierges, le Sud du chemin, prénommé chemin d'exploitation n°315 (Ce n°315), appartient à l'association foncière de Vélye et le centre du chemin, prénommé chemin d'exploitation n°400 (Ce n°400), appartient aux deux associations foncières (chaque association foncière possédant une part égale du chemin).



Carte 10 : Chemins d'exploitation de Chaintrix-Bierges et Vélye

La localisation des chemins a été réalisée en se basant sur le cadastre des communes de Chaintrix-Bierges, Trécon et Vélye.

**Définition du trafic**

Aucune donnée sur le trafic n'est disponible pour les infrastructures routières présentes dans le périmètre d'étude de dangers. Cependant, d'après les données des communes, le trafic est estimé à moins de 2 000 véhicules / jour.

Eolienne	Chemins d'exploitation (m)	Eolienne	Chemins d'exploitation (m)
C1	340 Ce n°301 420 Ce n°309	C5	370 Ce n°341 231 Ce n°398 420 Ce n°314, Ce n°315, Ce n°400
	420 Ce n°309 255 Ce n°311 420 Ce n°311 – Côté Nord 105 Ce n°312 305 Ce n°313		C6
C2	15 Ce n°311 270 Ce n°313 430 Ce n°314, Ce n°315, Ce n°400	C7	
	115 Ce n°313 320 Ce n°316 25 Ce n°314, Ce n°315, Ce n°400		C8

Tableau 11 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières intégrant le périmètre d'étude de dangers (source : cadastre.gouv.fr, IGN 25 et Orthophotographie, 2019)

⇒ Aucune infrastructure routière structurante (>2000 véhicules/jour) n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

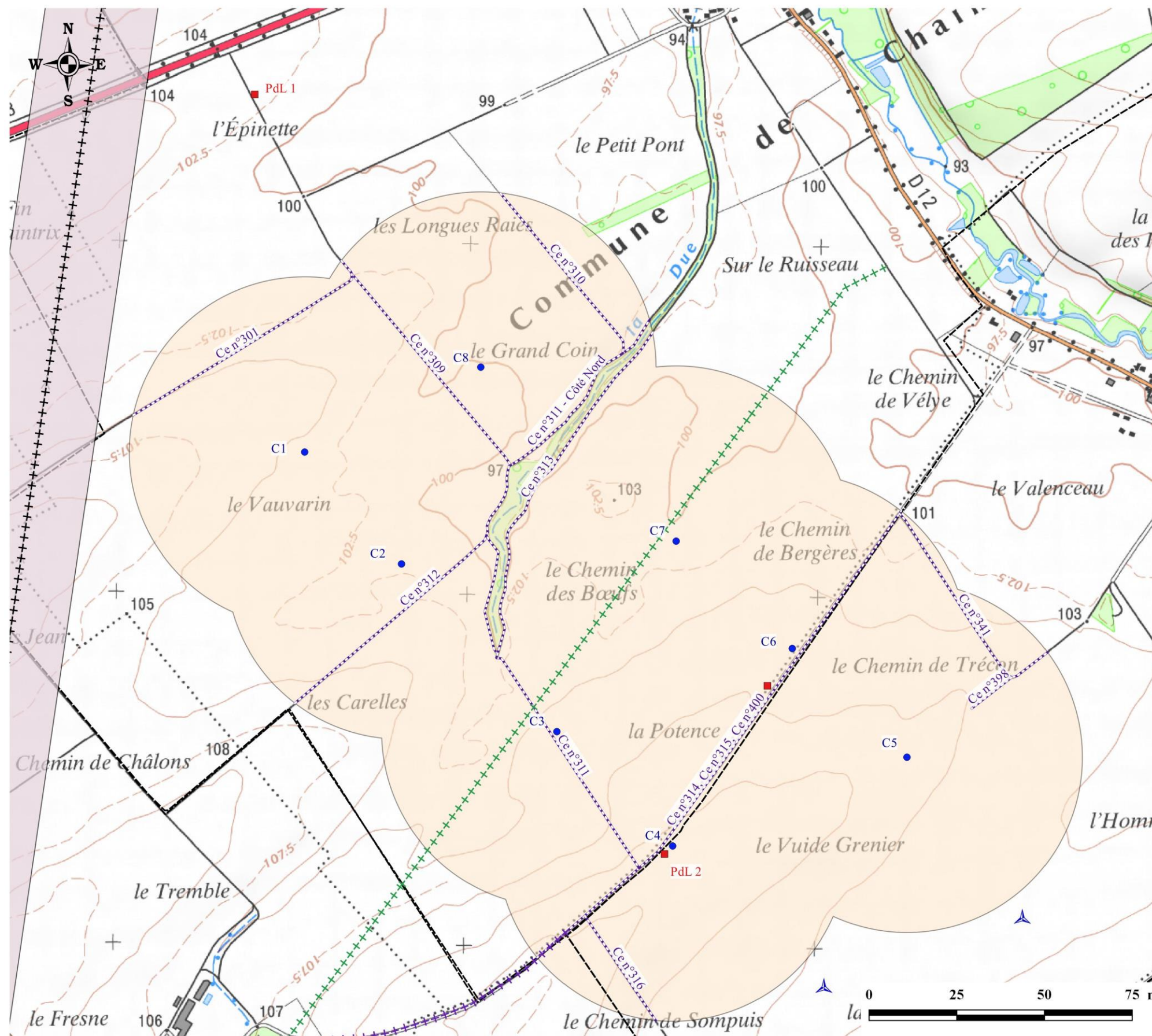


## Enjeux matériels

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

Mars 2019

Source : IGN 25®  
Mairie de Vélye  
RTE  
Copie et reproduction interdites



### Légende

- Périmètre d'étude de dangers (500 m)
- Parc éolien de Chainrix-Bierges*
- Éolienne
- Poste de livraison
- Limites communales*
- Localisation
- Infrastructures routières*
- Chemin d'exploitation
- Infrastructures électriques*
- Ligne 400 kV MERY-VESLE n°1
- Périmètre de protection de la ligne 400 kV MERY-VESLE (159 m)
- Ligne électrique basse tension
- Ligne électrique souterraine
- Parcs éoliens riverains*
- Eolienne construite

Carte 11 : Enjeux matériels dans le périmètre d'étude de dangers



### 3.4.2. Réseaux publics et privés

#### Servitudes radioélectriques

Aucun faisceau hertzien ne traverse le périmètre d'étude de dangers.

- **Concernant le SGAMI**

Dans son courrier du 16 juin 2017, le Secrétariat général pour l'Administration du Ministère de l'Intérieur (SGAMI) donne un avis **favorable** au projet éolien de Chaintrix-Bierges.

⇒ Aucune servitude radioélectrique n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

#### Servitudes électriques

Trois servitudes électriques sont localisées à proximité du projet éolien de Chaintrix-Bierges. Il s'agit d'une ligne électrique très haute tension, d'une ligne électrique basse tension et d'une ligne électrique souterraine.

- **Ligne électrique très haute tension**

Dans son mail du 3 juillet 2017, le gestionnaire RTE GMR Champagne-Ardenne précise qu'il exploite la ligne 400 000 V MERY-VESLE N°1 située à 625 m au Nord-Ouest de l'éolienne C1, la plus proche.

L'arrêté interministériel du 17 mai 2001 fixe les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire le transport et la distribution d'énergie électrique mais n'envisage pas expressément la distance d'éloignement entre les éoliennes et les ouvrages électriques gérés par RTE. C'est donc l'article 26 (Distance aux arbres et obstacles divers) de cet arrêté qui s'applique.

Toutefois, il est à noter que, compte tenu du caractère sensible des ouvrages exploités par RTE, le gestionnaire préconise une distance d'éloignement supérieure à la hauteur de l'éolienne, pâles comprises, relevée de 2 m, par rapport au câble le plus proche afin d'éviter ou du moins limiter les conséquences d'une chute ou de projections de matériaux. Une distance d'éloignement supplémentaire de 8 m est également requise afin de prendre en compte la position latérale la plus importante induite par le balancement du câble sous l'effet du vent, ce qui revient pour le parc éolien de Chaintrix-Bierges à une distance de 159 m.

**Toutes les éoliennes du projet éolien de Chaintrix-Bierges sont donc situées hors de la zone de protection préconisée par le gestionnaire RTE dans le cadre de la protection de son ouvrage 400 kV MERY-VESLES N°1.** (Pour rappel, l'éolienne C1, la plus proche, est localisée à 760 m à l'Est de cette ligne électrique.)

- **Ligne électrique basse tension**

Une ligne aérienne basse tension intègre le périmètre d'étude de dangers. Elle passe à 43 m de l'éolienne C7 et à 94 m de l'éolienne C3.

A l'heure du dépôt du présent dossier, des discussions ont été engagées avec le gestionnaire ENEDIS concernant le surplomb de la ligne par les pâles. Toutefois, il faut souligner que toutes les précautions seront prises afin de préserver l'intégrité de cette ligne électrique.

- **Ligne électrique souterraine**

Une ligne électrique souterraine appartenant au gestionnaire France Télécom intègre le périmètre d'étude de dangers de l'éolienne C4. Elle passe au plus près à 390 m au Sud-Ouest de l'éolienne C4.

⇒ Une ligne 400 kV passe à proximité du périmètre d'étude de dangers. Toutefois, toutes les éoliennes ainsi que leurs zones de survols et d'effondrement sont localisées hors du périmètre de protection préconisé par le gestionnaire RTE ;

⇒ Une ligne électrique basse tension et une ligne électrique souterraine intègrent le périmètre d'étude de dangers. Toutes les précautions seront prises afin de préserver l'intégrité de ces lignes.

#### Radars Météo France

Par courrier du 15 juin 2017, Hugues LOISEAU, de la direction interrégionale DIRN, annonce que : « Ce parc éolien se situerait à une distance de 48 kilomètres du radar le plus proche utilisé dans le cadre des missions de sécurité météorologique des personnes et des biens (à savoir le radar d'Arcis-sur-Aube). Cette distance est supérieure à la distance minimale d'éloignement fixée par l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie éolienne. Dès lors, aucune contrainte réglementaire spécifique ne pèse sur ce projet éolien au regard des radars météorologiques, et l'avis de Météo-France n'est pas requis pour sa réalisation. »

⇒ Le périmètre d'étude de dangers n'interfère avec aucun radar utilisé dans le cadre de missions de sécurité météorologique.

#### Captage AEP

⇒ Aucun captage AEP ou périmètre de protection n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

#### Servitudes liées aux réseaux de transport de matières

⇒ Aucune canalisation de transport de matières n'est présente dans le périmètre d'étude de dangers du parc éolien de Chaintrix-Bierges.

#### Autres ouvrages publics

⇒ Aucun autre ouvrage public n'a été recensé dans le périmètre d'étude de dangers.

### 3.4.3. Patrimoine historique et culturel

#### Monument historique

Aucun monument historique n'est présent dans le périmètre d'étude de dangers. Le plus proche est l'église de Villeneuve-Renneville-Chevigny, inscrite au titre des Monuments historiques le 3 août 1987. Elle est localisée à 3,9 km au Nord-Ouest de l'éolienne C1, la plus proche.

⇒ Aucun monument historique n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

#### Archéologie

Dans son courrier du 29 juin 2017, la Direction Régionale des Affaires Culturelles du Grand Est précise qu'une « prescription de diagnostic ou de fouille archéologique pourra donc être émise préalablement au démarrage des travaux, conformément au Code du Patrimoine, livre V, titre II, relatif à l'archéologie préventive. Cette éventualité dépendra cependant de l'impact réel des travaux sur le sous-sol et dans ce cas, seuls des terrassements d'envergure devront être précédés d'opérations archéologiques ».

⇒ Le projet éolien de Chaintrix-Bierges pourra faire l'objet de prescriptions de mesures de détection, de conservation ou de sauvegarde par l'étude scientifique, définie par le code du patrimoine.

### 3.5. 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 des enjeux humains). Les différents périmètres d'étude (zone de surplomb, de ruine, de projection de glace ...) correspondent aux différents scénarii de risque développés dans le chapitre 8.

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

Selon les risques encourus, différents périmètres d'étude (ou zone d'effet) ont été identifiés. Ces périmètres ont été définis en se basant sur le cas majorant dans chaque scénario (en fonction des machines) :

- **Zone de surplomb (0 – 66 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,  
Soit au maximum **0 - 149 m**.
- **Zone de projection de glace** : elle correspond à la zone où des morceaux de glace, généralement formés sur les pales, peuvent être projetés lors de la mise en route de la machine. Ce périmètre est défini selon la formule suivante :  $1,5 \times (\text{hauteur au moyeu} + \text{diamètre du rotor})$ ,  
Soit au maximum **324 m**.
- **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.

#### 3.5.2. Les enjeux humains

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

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

##### 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. Chapitre 8.2 de la présente étude)

	Zone de surplomb	Zone de ruine	Zone de projection de glace	Intégralité du périmètre
<b>Rayon (m)</b>	66	149	324,0	500
<b>Superficie (ha)</b>	1,37	6,97	33,0	78,5
<b>Personnes exposées</b>	0,01 personne	0,07 personne	0,33 personne	0,79 personne

Tableau 12 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non urbanisés

##### Relatif aux chemins de randonnées

Aucun chemin de randonnée n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

##### Relatif aux infrastructures routières structurantes

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, « Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes qui ne sont pas déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installation [...] ».

Dans le guide technique de l'INERIS, utilisé pour la rédaction de la présente étude de dangers (élaboré en concertation par la Direction Générale de la Prévention de Risques (DGPR), le Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et la Fédération Energie Eolienne (FEE)), il est indiqué que les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par plus de 2 000 véhicules/jour. Les routes dont le trafic journalier est inférieur à cette valeur sont assimilées aux terrains non bâtis.

L'inventaire des voies de communication présentes au sein du périmètre d'étude de dangers est présenté dans la partie 3.4.1 de la présente étude de dangers. **Aucune infrastructure routière structurante (> 2 000 véhicules/jour) ne traverse le périmètre d'étude de dangers.**

##### Relatif aux infrastructures routières (non structurantes)

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (jardins et zones horticoles, vignes, zones de pêche, gares de triage...) la formule suivante est utilisée : 1 personne par tranche de 10 ha, afin de calculer le nombre d'individus présent sur ces terrains.

Selon le guide de l'INERIS, les voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules par jour) sont considérées comme des terrains aménagés mais peu fréquentés.

Une largeur de 5 m est considérée pour les chemins ruraux et d'exploitation.

Eolienne C1				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (m)	Surface (ha)	Nombre d'individus exposés (1 personne / 10 ha)
Ce n°301	Zone de projection de pale	721	0,36	0,036
Ce n°309	Zone de projection de pale	510	0,26	0,026

Tableau 13 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C1

Eolienne C2				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (m)	Surface (ha)	Nombre d'individus exposés (1 personne / 10 ha)
Ce n°309	Zone de projection de pale	254	0,13	0,01
Ce n°311	Zone de projection de glace	300	0,15	0,015
	Zone de projection de pale	496	0,25	0,025
Ce n°311 – Côté Nord	Zone de projection de pale	86	0,04	0,004
Ce n°312	Zone d'effondrement	210	0,10	0,01
	Zone de projection de glace	640	0,32	0,03
	Zone de projection de pale	950	0,48	0,05
Ce n°313	Zone de projection de glace	260	0,13	0,01
	Zone de projection de pale	573	0,29	0,03

Tableau 14 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C2



Eolienne C3				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (m)	Surface (ha)	Nombre d'individus exposés (1 personne / 10 ha)
Ce n°311	Zone de chute de glace ou autre élément	123	0,06	0,01
	Zone de ruine	296	0,15	0,01
	Zone de projection de glace	647	0,3	0,03
	Zone de projection de pale	1 000	0,5	0,05
Ce n°313	Zone de projection de glace	80	0,04	0,004
	Zone de projection de pale	279	0,14	0,01
Ce n°314, Ce n°315, Ce n°400	Zone de projection de pale	573	0,29	0,03

Tableau 15 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C3

Eolienne C4				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (m)	Surface (ha)	Nombre d'individus exposés (1 personne / 10 ha)
Ce n°311	Zone de ruine	95	0,05	0,01
	Zone de projection de glace	303	0,15	0,02
	Zone de projection de pale	487	0,24	0,02
Ce n°314, Ce n°315, Ce n°400	Zone de chute de glace ou autre élément	120	0,06	0,01
	Zone de ruine	290	0,15	0,01
	Zone de projection de glace	642	0,32	0,03
	Zone de projection de pale	995	0,5	0,05
Ce n°316	Zone de projection de glace	33	0,02	0,002
	Zone de projection de pale	361	0,18	0,01

Tableau 16 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C4

Eolienne C5				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (m)	Surface (ha)	Nombre d'individus exposés (1 personne / 10 ha)
Ce n°314, Ce n°315, Ce n°400	Zone de projection de pale	542	0,27	0,03
Ce n°341	Zone de projection de pale	442	0,22	0,02
Ce n°398	Zone de projection de glace	92	0,05	0,01
	Zone de projection de pale	144	0,07	0,01

Tableau 17 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C5

Eolienne C6				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (m)	Surface (ha)	Nombre d'individus exposés (1 personne / 10 ha)
Ce n°314, Ce n°315, Ce n°400	Zone de chute de glace ou autre élément	120	0,06	0,01
	Zone de ruine	293	0,15	0,01
	Zone de projection de glace	646	0,32	0,03
	Zone de projection de pale	1 000	0,5	0,05
Ce n°341	Zone de projection de pale	332	0,17	0,02

Tableau 18 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C6

Eolienne C7				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (m)	Surface (ha)	Nombre d'individus exposés (1 personne / 10 ha)
Ce n°311 – Côté Nord	Zone de projection de pale	283	0,14	0,01
Ce n°313	Zone de projection de pale	684	0,34	0,03
Ce n°314, Ce n°315, Ce n°400	Zone de projection de pale	319	0,16	0,02

Tableau 19 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C7

Eolienne C8				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (m)	Surface (ha)	Nombre d'individus exposés (1 personne / 10 ha)
Ce n°301	Zone de projection de pale	130	0,07	0,007
Ce n°309	Zone d'effondrement	200	0,1	0,01
	Zone de projection de glace	573	0,29	0,03
	Zone de projection de pale	759	0,38	0,038
Ce n°310	Zone de projection de pale	585	0,29	0,03
Ce n°311	Zone de projection de pale	23	0,01	0,001
Ce n°311 – Côté Nord	Zone de projection de glace	345	0,17	0,02
	Zone de projection de pale	586	0,29	0,03
Ce n°312	Zone de projection de glace	40	0,02	0,002
	Zone de projection de pale	244	0,12	0,01
Ce n°313	Zone de projection de pale	732	0,37	0,037

Tableau 20 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C8

### 3.5.3. Enjeux matériels

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

- Les infrastructures routières ;
- La ligne électrique 400 kV ;
- La ligne téléphonique.

### 3.5.1. Synthèse

Ci-dessous se trouve le tableau récapitulatif des différents enjeux humains par périmètre d'étude (ou zone d'effet) et par éolienne :

Eolienne	Ensemble homogène	Surface (ha)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
<b>Zone de surplomb</b>					
C1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,37	1 pers / 100 ha	0,014	0,01
C2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,37	1 pers / 100 ha	0,014	0,01
C3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,31	1 pers / 100 ha	0,013	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,06	1 pers / 10 ha	0,006	
C4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,31	1 pers / 100 ha	0,013	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,06	1 pers / 10 ha	0,006	
C5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,37	1 pers / 100 ha	0,014	0,01
C6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,31	1 pers / 100 ha	0,013	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,06	1 pers / 10 ha	0,006	
C7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,37	1 pers / 100 ha	0,014	0,01
C8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,37	1 pers / 100 ha	0,014	0,01
<b>Zone de ruine</b>					
C1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,97	1 pers / 100 ha	0,07	0,07
C2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,97	1 pers / 100 ha	0,07	0,08
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,1	1 pers / 10 ha	0,01	
C3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,82	1 pers / 100 ha	0,07	0,08
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,15	1 pers / 10 ha	0,01	
C4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,78	1 pers / 100 ha	0,07	0,09
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,19	1 pers / 10 ha	0,02	



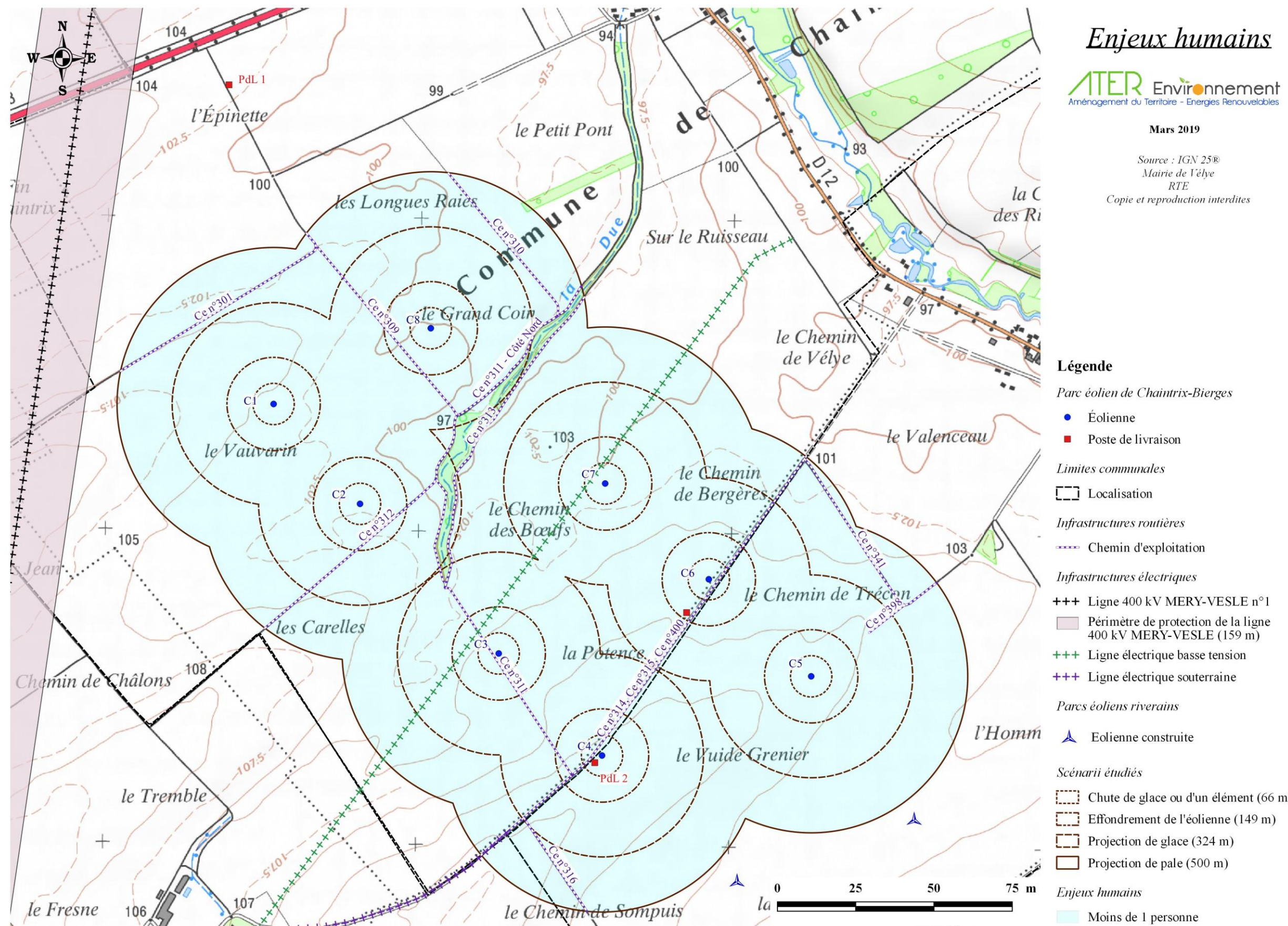
C5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,97	1 pers / 100 ha	0,07	0,07
C6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,82	1 pers / 100 ha	0,07	0,08
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,15	1 pers / 10 ha	0,01	
C7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,97	1 pers / 100 ha	0,07	0,07
C8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	6,97	1 pers / 100 ha	0,07	0,08
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,1	1 pers / 10 ha	0,01	
<b>Zone de projection de glace</b>					
C1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	32,7	1 pers / 100 ha	0,33	0,35
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,3	1 pers / 10 ha	0,03	
C2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	32,8	1 pers / 100 ha	0,33	0,39
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,6	1 pers / 10 ha	0,06	
C3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	32,7	1 pers / 100 ha	0,33	0,36
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,3	1 pers / 10 ha	0,03	
C4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	32,5	1 pers / 100 ha	0,33	0,37
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,5	1 pers / 10 ha	0,05	
C5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	32,95	1 pers / 100 ha	0,33	0,33
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,05	1 pers / 10 ha	0,01	
C6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	32,7	1 pers / 100 ha	0,33	0,36
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,3	1 pers / 10 ha	0,03	
C7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	33,0	1 pers / 100 ha	0,33	0,33
C8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	32,5	1 pers / 100 ha	0,32	0,37
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,48	1 pers / 10 ha	0,05	
<b>Intégralité du périmètre</b>					
C1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,8	1 pers / 100 ha	0,78	0,84
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,62	1 pers / 10 ha	0,06	
C2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,4	1 pers / 100 ha	0,77	0,89
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,19	1 pers / 10 ha	0,12	
C3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,4	1 pers / 100 ha	0,77	0,88
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,1	1 pers / 10 ha	0,1	

C4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,6	1 pers / 100 ha	0,78	0,87
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,9	1 pers / 10 ha	0,09	
C5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,9	1 pers / 100 ha	0,78	0,84
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,6	1 pers / 10 ha	0,06	
C6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,8	1 pers / 100 ha	0,78	0,84
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,7	1 pers / 10 ha	0,07	
C7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,9	1 pers / 100 ha	0,78	0,84
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,6	1 pers / 10 ha	0,06	
C8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,0	1 pers / 100 ha	0,77	0,92
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,53	1 pers / 10 ha	0,15	

Tableau 21 : Récapitulatif des enjeux humains

Pour rappel, les terrains non aménagés et très peu fréquentés correspondent aux terrains non bâtis à savoir les champs, prairies, forêts, friches, marais.... Les terrains aménagés mais peu fréquentés correspondent aux voies de circulation non structurantes, aux voies communales, aux chemins agricoles, aux sentiers de randonnées...





Carte 12 : Enjeux humains dans le périmètre d'étude de dangers



## 4 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

### 4.1. CARACTERISTIQUES 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 ») ;
- Des postes de livraison électriques, 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 ;
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

#### Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor**, qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent ;
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 5 tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne 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.

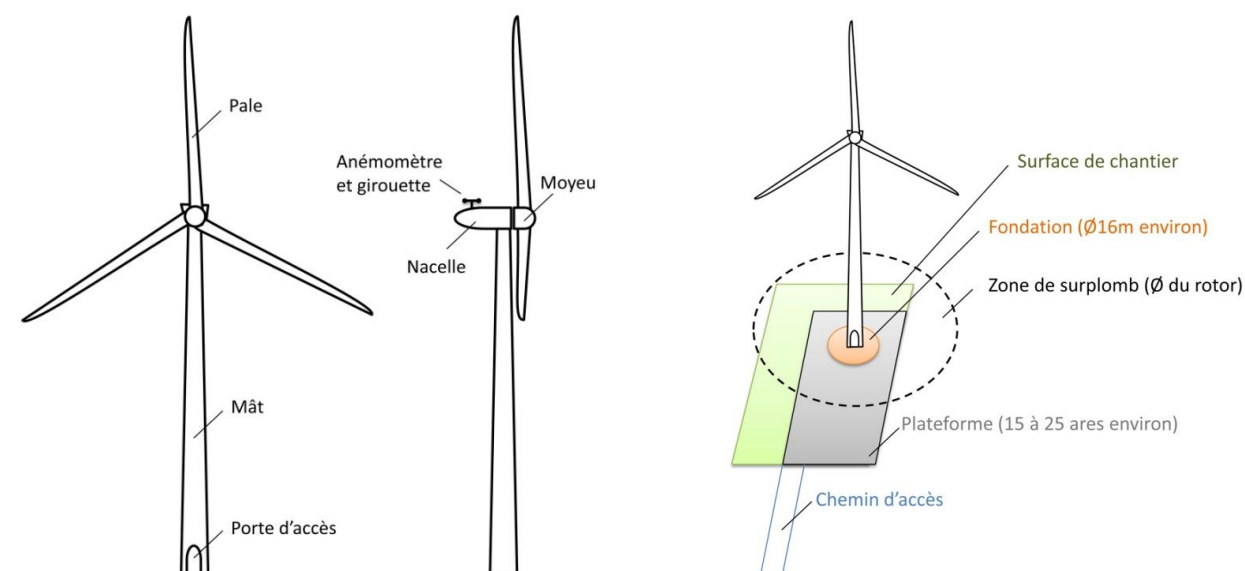


Figure 6 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale) (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

#### 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 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.

### 4.1.2. Activité de l'installation

L'activité principale du parc éolien de Chaintrix-Bierges est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur de moyeu oscillant entre 84 et 93 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

### 4.1.3. Composition de l'installation

Le parc éolien de Chaintrix-Bierges comprend huit éoliennes dont la puissance nominale varie entre 2,5 et 3,465 MW (puissance totale maximale de 27,72 MW), et trois postes de livraison.

Le tableau suivant indique les altitudes et les coordonnées géographiques des aérogénérateurs en Lambert 93. Ces coordonnées sont données uniquement à titre indicatif.

Eolienne	Altitude au sol (m-NGF)	Hauteur maximale de l'éolienne (m)	Altitude sommitale (m-NGF)	X (m)	Y (m)
C1	103	149	252	779 886	6 865 836
C2	101,8	149	250,8	780 162	6 865 517
C3	106,3	149	255,3	780 605	6 865 039
C4	116	149	265	780 935	6 864 713
C5	112	149	261	781 603	6 864 966
C6	107,4	149	256,4	781 276	6 865 276
C7	101,5	149	250,5	780 945	6 865 582
C8	100,3	149	249,3	780 388	6 866 078

Tableau 22 : Coordonnées géographiques du parc éolien (source : SIEMENS GAMESA, 2019)

Les postes de livraisons seront situés sur les parcelles ZX 12, ZM 16 et ZV 29.

*Remarque : En annexe 10.6, les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison sont données dans le système de coordonnées WGS 84 en degré, minute, seconde.*

## 4.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 2 m/s et c'est seulement à partir de 3 m/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 (entre 6,5 et 14,7 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » qui 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 la vitesse minimale nécessaire à la production maximale, l'éolienne fournit sa puissance nominale.

L'électricité produite par la génératrice est convertie en courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension d'environ 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre dépasse la vitesse maximale de fonctionnement, 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. Ce frein mécanique n'est activé que par un arrêt d'urgence.



Découpage fonctionnel de l'installation :

▪ **Fondations**

<b>Fonction</b>	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol
<b>Description</b>	<p>Le massif de fondation est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2. Les fondations font entre 3 et 5 mètres d'épaisseur pour un diamètre de l'ordre d'une vingtaine de mètres. Ceci représente une masse de béton d'environ 1 000 tonnes. Un insert métallique disposé au centre du massif sert de fixation pour la base de la tour. Il répond aux prescriptions de l'Eurocode 3. Cette structure doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le type d'éolienne ;</li> <li>• La nature des sols ;</li> <li>• Les conditions météorologiques extrêmes ;</li> <li>• Les conditions de fatigue.</li> </ul> <p>Les dimensions exactes des fondations seront établies suite à l'étude de sol qui sera réalisée après l'obtention du permis de construire, à l'emplacement de chaque éolienne. Elles seront entièrement enterrées et seront donc invisibles.</p>

▪ **Tour / mât**

<b>Fonction</b>	Supporter la nacelle et le rotor
<b>Description</b>	<p>La tour des éoliennes (également appelée mât) est constituée de plusieurs sections tubulaires en acier, de plusieurs dizaines de millimètres d'épaisseur et de forme tronconique, qui sont assemblées entre elles par brides. Fixée par une bride à l'insert disposé dans le massif de fondation, la tour est autoportante.</p> <p>La hauteur de la tour, ainsi que ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée.</p> <p>La tour a avant tout une fonction de support de la nacelle mais elle permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une échelle d'accès à la nacelle ;</li> <li>• Un élévateur de personnes ;</li> <li>• Une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas) ;</li> <li>• Les cellules de protection électriques.</li> </ul>
<b>Tension dans les câbles présents dans la tour</b>	Jusqu'à 690 V

▪ **Nacelle**

<b>Fonctions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supporter le rotor</li> <li>• Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</li> </ul>
<b>Description</b>	<p>La nacelle se situe au sommet de la tour et abrite les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne (voir figure ci-après).</p> <p>Elle est constituée d'une structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, et est équipée de fenêtres de toit permettant d'accéder à l'extérieur.</p> <p>Le système de refroidissement assure le refroidissement des principaux éléments de l'éolienne.</p>

<b>Tension dans les armoires électriques</b>	<p>La nacelle contient également les balisages lumineux et les capteurs de vent (voir la photo ci-après). Ces capteurs à ultrasons mesurent en permanence la vitesse et la direction du vent.</p> <p>Une sonde de température extérieure est placée sous la nacelle et reliée au contrôle commande.</p> <p>La nacelle n'est pas fixée de façon rigide à la tour. La partie intermédiaire entre la tour et la nacelle constitue le système d'orientation, appelé « yaw system », permettant à la nacelle de s'orienter face au vent, c'est-à-dire de positionner le rotor dans la direction du vent (l'orientation du rotor est forcée).</p> <p>Le système d'orientation est constitué de plusieurs dispositifs motoréducteurs solidaires de la nacelle, dont les arbres de sortie comportent un pignon s'engrenant sur une couronne dentée solidaire de la tour. Ces dispositifs permettent la rotation de la nacelle et son maintien en position face au vent. La vitesse maximum d'orientation de la nacelle est de moins de 0,5 degrés par seconde soit environ une vingtaine de minutes pour faire un tour complet.</p> <p>Afin d'éviter une torsion excessive des câbles électriques reliant la génératrice au réseau public, il existe un dispositif de contrôle de rotation de la nacelle. Celle-ci peut faire 3 à 5 tours de part et d'autre d'une position moyenne. Au-delà, un dispositif automatique provoque l'arrêt de l'éolienne, le retour de la nacelle à sa position dite « zéro », puis la turbine redémarre.</p>
	Entre 0 et 1 200 V.

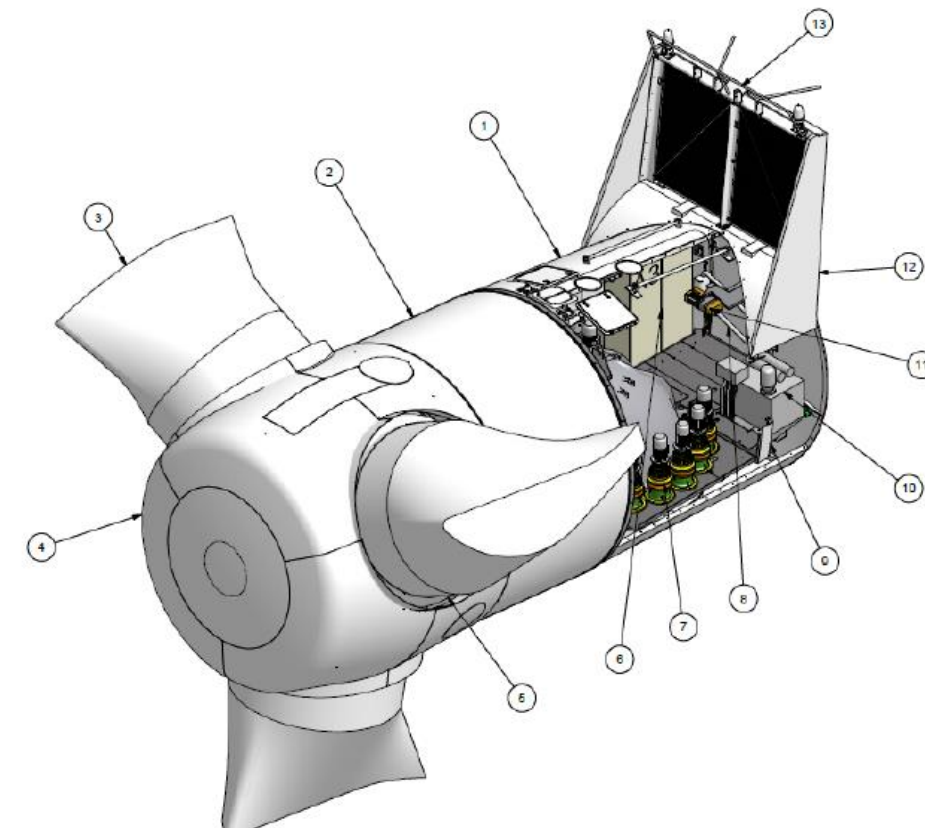


Figure 7 : Écorché simplifié de l'intérieur de la nacelle SIEMENS – SWT 113 (source : SIEMENS, 2015)  
 Légende : 1-Chassis ; 2- Génératrice ; 3- Pale ; 4- Rotor ; 5-Couronne d'orientation des pales ; 6- panneau de contrôle ; 7- Moteur d'orientation de la nacelle ; 8- Trappe de secours ; 9- Support ; 10- Unité de puissance électrique ; 11- moyen de levage ; 12- Unité de refroidissement ; 13- Instruments de mesure

▪ **Rotor / Pales**

<b>Fonction</b>	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice
<b>Description</b>	<p>Les rotors sont composés de trois pales fixées au moyeu via des couronnes à deux rangées de billes et double contact radial. La rotation du rotor permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Elle est transmise à la génératrice via le multiplicateur.</p> <p>Les pales peuvent pivoter d'environ 90 degrés sur leur axe grâce à des vérins hydrauliques montés dans le moyeu. La position des pales est alors ajustée par un système d'inclinaison. Ainsi, les variations de vitesse de vents sont constamment compensées par l'ajustement de l'angle d'inclinaison des pales. Il est conçu pour optimiser au maximum la production de l'éolienne.</p> <p>Dans le cas où la vitesse de vent devient trop importante, risquant d'amener une usure prématurée des divers composants ou de conduire à un emballement du rotor, le système ramène les pales dans une position où elles offrent le moins de prise au vent, dite « en drapeau », conduisant à l'arrêt du rotor (freinage aérodynamique). Ce système comprend également la présence d'accumulateurs hydropneumatiques disposés au plus près des vérins. Ces accumulateurs permettent, même en cas de perte du système de contrôle, de perte d'alimentation électrique ou de défaillance du système hydraulique, de ramener les pales en drapeau.</p> <p>Chaque pale est indépendante et équipée de son propre pitch system afin de garantir un calage continu même en cas de dysfonctionnement du contrôle commande. Plusieurs notions caractérisent les pales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La longueur, fonction de la puissance désirée ;</li> <li>• La corde (largeur maximale), fonction du couple nécessaire au démarrage et de celui désiré en fonctionnement ;</li> <li>• Les matériaux, fonction de la résistance souhaitée.</li> </ul> <p>La géométrie de la pale est légèrement vrillée autour de son axe longitudinal pour un meilleur rendement.</p>

▪ **Multiplicateur (Gearbox)**

<b>Fonction</b>	Multiplier la vitesse de rotation issue de l'arbre lent
<b>Description</b>	<p>Le rotor est directement relié à un arbre de transmission appelé « arbre lent ». Cet arbre, qui tourne à la vitesse du rotor est connecté au multiplicateur. Le multiplicateur (Gearbox) permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur compris entre 100 et 120 selon les modèles, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 15 00 tours par minute.</p> <p>Le dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice (coupling) est un dispositif flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les défauts d'alignement mais surtout afin de constituer une zone de moindre résistance et de pouvoir rompre en cas de blocage d'un des deux équipements.</p> <p>Sur l'arbre rapide du multiplicateur est monté un disque de frein, à commande hydraulique, utilisé pour l'arrêt de la turbine en cas d'urgence.</p>

▪ **Générateur et transformateur**

<b>Fonction</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produire de l'énergie électrique à partir d'énergie mécanique</li> <li>• Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</li> </ul>
<b>Description</b>	<p>Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante).</p> <p>Le générateur est ici de type synchrone délivrant un courant alternatif sous 710 V à vitesse nominale. Un système de conversion appelé « Grid Streamer™ converter » permet d'assurer la régulation du fonctionnement du générateur et la qualité du courant produit. Il permet d'alimenter le transformateur élévateur de tension en courant alternatif 50 Hz sous 690 V.</p> <p>Cette tension est élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur sec, puis régulée par des dispositifs électroniques de façon à pouvoir être compatible avec le réseau public. Le transformateur est localisé dans une pièce fermée à l'arrière de la nacelle. Un câble relie ensuite la nacelle et les cellules de protection du réseau, disposées dans une armoire en partie basse de la tour. Il s'agit de cellules à isolation gazeuse (SF<sub>6</sub>) qui permettent une séparation électrique de l'éolienne par rapport aux autres machines du champ éolien en cas d'anomalie (court-circuit, surtension, défaut d'isolement, ...).</p> <p>Le refroidissement du générateur et du dispositif de conversion est effectué par une boucle d'eau.</p>

▪ **Connexion au réseau électrique public**

<b>Fonction</b>	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public
<b>Description</b>	<p>Les éoliennes d'un même champ éolien sont ensuite raccordées au réseau électrique de distribution (ERDF ou régies) ou de transport (RTE) via un ou plusieurs postes de livraison. Ces postes font ainsi l'interface entre les installations et le réseau électrique.</p> <p>Chaque poste est équipé d'appareils de comptage d'énergie indiquant l'énergie soutirée au réseau mais également celle injectée. Il comporte aussi la protection générale dont le but est de protéger les éoliennes et le réseau inter-éolien en cas de défaut sur le réseau électrique amont.</p> <p>Les liaisons électriques entre éoliennes et poste(s) de livraison sont assurées par des câbles souterrains.</p>
<b>Tension dans les câbles souterrains</b>	20 000 V
<b>Tensions dans les postes de livraison</b>	20 000 V



Élément	Fonction	Caractéristiques des éoliennes
<b>Fondation</b>	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>En béton armé, de forme circulaire ;</li> <li>Dimension : design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction. Jusqu'à 25 m de diamètre à leur base et se resserre jusqu'à 5 m de diamètre ;</li> <li>Les dimensions exactes des fondations seront définies suite à l'étude de sol, prévue suite à l'obtention du permis unique. Elles seront entièrement enterrées et seront donc invisibles. Un insert métallique disposé au centre sert de fixation pour la base de la tour. Elles sont conçues pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2 et 3 et aux calculs de dimensionnement des massifs.</li> <li>Profondeur : en standard, 3 m environ.</li> </ul>
<b>Mât</b>	Supporter la nacelle et le rotor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tubulaire en acier ;</li> <li>Hauteur entre 84 et 93 m ;</li> <li>Composé de 3 à 5 pièces ;</li> <li>Revêtement multicouche résine époxy ;</li> <li>Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation ;</li> <li>Accès : porte verrouillable au pied du mât, échelle d'accès à la nacelle, élévateur de personnes.</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 pales ;</li> <li>Le multiplicateur est à engrenage planétaire comportant plusieurs étages ainsi qu'un étage à roue dentée droite ou à entraînement différentiel – Tension nulle ;</li> <li>La génératrice annulaire, à double alimentation, qui fabrique l'électricité – Tension de 690 V ;</li> <li>Poids de la nacelle : environ 130 tonnes ;</li> <li>Composition : structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, fenêtres de toit permettant d'accéder à l'intérieur.</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>Orientation active des pales face au vent ;</li> <li>Sens de rotation : sens horaire ;</li> <li>3 par machine ;</li> <li>Surface balayée allant de 10 000 à 13 685 m<sup>2</sup> ;</li> <li>Vitesse de rotation théorique : plage maximale comprise entre 6,5 et 14,7 tours par minute ;</li> <li>Longueur : entre 56 et 64,5 m ;</li> <li>Poids : entre 15,44 et 20 tonnes ;</li> <li>Contrôle de vitesse variable via microprocesseur ;</li> <li>Contrôle de survitesse : Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale ;</li> <li>Constitué de plastique renforcé à la fibre de verre (GFK), protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 - 400-22 ;</li> <li>Vitesse de rotation théorique.</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> <li>Localisation : pièce fermée à l'arrière de la nacelle.</li> </ul>
<b>Poste de livraison</b>	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV ;</li> <li>Habillage : bardage bois avec une teinte proche de celle du chemin d'accès.</li> </ul>

Tableau 23 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012

## 4.2.2. Sécurité de l'installation

L'installation respecte la réglementation en vigueur en matière de sécurité décrite par l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

### 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. De plus, l'accès aux postes de livraison est fermé à clef.

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

### Balisage des éoliennes

Le balisage des éoliennes est défini par l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne. **Les éoliennes retenues sont conformes à cet arrêté et sont dotées d'un balisage lumineux d'obstacle au niveau de la nacelle.**

Dans le cas d'une éolienne de hauteur totale supérieure à 150 m, le balisage par feux d'obstacles moyenne intensité est complété par des feux d'obstacles basse intensité de type B (rouges fixes 32 cd) installés sur le mât. Ces feux de balisage intermédiaire sur le mât ne sont donc pas requis pour le projet éolien de Chaintrix-Bierges (hauteur maximale des éoliennes en bout de pale de 149 m).

Les feux de balisage d'obstacles font l'objet d'un certificat de conformité 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 h.

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

Tous les composants mécaniques et électriques de l'éolienne dans lesquels un incendie pourrait potentiellement se déclencher en raison d'une éventuelle surchauffe ou de court-circuit, sont continuellement surveillés par des capteurs lors du fonctionnement, et cela en premier lieu afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. Si le système de commande détecte un état non autorisé, l'éolienne est stoppée ou continue de fonctionner mais avec une puissance réduite. Le choix des matériaux est également un aspect clé de la protection incendie, par la conception en matériaux ignifuges, difficilement, ou non inflammables pour certains composants.

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.

Les détecteurs de fumée et/ou les capteurs de température émettent des signaux qui sont immédiatement transmis par le système de surveillance à distance SCADA qui alerte alors l'exploitant, par un message SMS et/ou email, qui prévient alors les pompiers. Ces derniers décident sur place des actions à entreprendre. Les centres de service de suivi d'exploitation sont ouverts 24h/24, 7j/7 et par conséquent joignables à tout moment.

### Système de lutte contre l'incendie

Les éoliennes disposent de trois extincteurs et la possibilité d'installer un système de détection d'incendie. 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.

Par mesure de sécurité, le Service Départemental d'Incendie et de Secours demande la fourniture d'un extincteur par poste de livraison et de trois par machines, positionnés dans le pied de la tour à côté de la porte fermée, sur la première plate-forme à gauche de l'échelle et dans la nacelle au niveau de la colonne de la grue.

### 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 dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur, et est formé pour le faire.

En cas d'incendie, des procédures d'urgence permettent au personnel de prendre les mesures nécessaires à l'évacuation de la nacelle, à l'extinction d'un début d'incendie, etc.

Sur le site, le personnel dispose de 3 extincteurs visibles et facilement accessibles (1 situé en bas du mât et 2 situés dans la nacelle), adaptés aux risques à combattre, et d'une trousse de premiers secours.

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

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

## 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 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.

### SEPE Chaintrix-Bierges - Parc éolien de Chaintrix-Bierges (51)

Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

Le système de protection contre la foudre a été conçu pour atteindre un niveau de protection I selon la norme IEC 61400-24. 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.

### Protection contre la survitesse

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

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.

En cas d'incident (survitesse, échauffement, incendie), la société SIEMENS GAMESA justifie sa capacité à alerter les services d'urgence dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur grâce à son contrat de maintenance 24h/24 et 7j/7, ainsi que grâce à la supervision en temps réel.

En cas d'intervention, des équipes de techniciens sont réparties sur le territoire afin de pouvoir réagir rapidement.

Les interventions sont toujours réalisées par une équipe d'au moins deux personnes.

Afin d'assurer la sécurité des équipes intervenantes, un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne est disposé en partie basse de la tour. Ainsi, lors des interventions sur l'éolienne, les opérateurs basculent ce dispositif sur « commande locale » ce qui interdit toute action pilotée à distance.

Toute intervention dans le rotor n'est réalisée qu'après le blocage mécanique de celui-ci. De plus, des dispositifs de sectionnement sont répartis sur l'ensemble de la chaîne électrique afin de pouvoir isoler certaines parties et protéger ainsi le personnel intervenant.

Au-delà de certaines vitesses de vent, les interventions sur les équipements ne sont pas autorisées.

En cas d'accident, nécessitant des moyens externes, l'alerte est donnée au SDIS 51. Le temps d'intervention de ce service dépendra de l'activité opérationnelle et de la typologie de l'intervention.

### 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.

Un système de protection contre la glace est donc fourni le cas échéant avec les éoliennes pour prévenir de ces dangers, conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011.

Les éoliennes 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 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 (dernière version en date d'août 2016), NFC 13-100 (version d'avril 2015) et NFC 13-200 (version de juin 2018). 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)

Les éoliennes sont des équipements de production d'énergie qui sont disposés à l'écart des zones urbanisées et qui ne nécessitent pas de présence permanente de personnel. Bien que certaines opérations nécessitent des interventions sur site, les éoliennes sont surveillées et pilotées à distance.

Pour cela, l'installation est **équipée d'un système SCADA** (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. Les parcs éoliens sont ainsi reliés à des centres de télésurveillance permettant **le diagnostic et l'analyse de leur performance en permanence**, ainsi que certaines actions à distance. Ce dispositif assure la **transmission de l'alerte en temps réel** en cas de panne ou de simple dysfonctionnement.

Il permet également de **relancer aussitôt les éoliennes** si les paramètres requis sont validés et les alarmes traitées. C'est notamment le cas lors des arrêts de l'éolienne par le système normal de commande (en cas de vent faible, de vent fort, de température extérieure trop élevée ou trop basse, de perte du réseau public, etc.). Par contre, en cas d'arrêt lié à un déclenchement de capteur de sécurité (déclenchement VOG, déclenchement détecteur d'arc électrique, température haute, pression basse huile, ...), une intervention humaine sur l'éolienne est nécessaire pour examiner l'origine du défaut avant de pouvoir relancer un démarrage.

### 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.

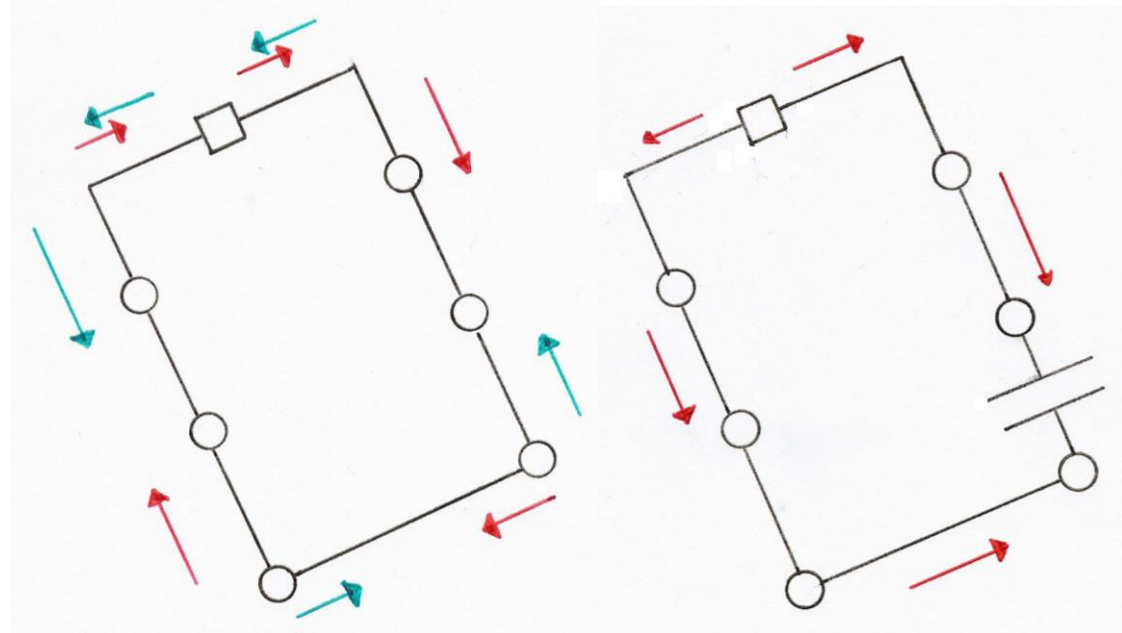


Figure 8 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –  
Légende : ○ Eolienne □ SCADA → Circulation de l'information

### Conception des éoliennes

#### Certification de la machine

Les éoliennes sont conformes à la norme IEC 61 400-22 et à la Directive « Machines » du 17 mai 2006 ainsi qu'à la norme NF EN 61400-1 (novembre 2015) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'UE.

Les éoliennes sont mises à la terre et l'installation répond aux dispositions de la norme IEC 61 400-22.

La SEPE Chaintrix-Bierges tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

Le tableau ci-après présente un récapitulatif des notions abordées précédemment.

Article de l'arrêté du 26/08/11	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
3	Distance > 500 m des habitations Distance > 300 m d'une installation nucléaire ou d'une ICPE	-	Zone urbaine ou à urbaniser la plus proche : zone constructible de Vélye à 855 m de C5 Site industriel le plus proche : établissement de NIONI & ANDRIEU à 1,7 km de C8	OUI
4	Distance d'éloignement des radars	-	Le radar météorologique d'Arcis-sur-Aube est localisé à 48 km.	OUI

	Aucune gêne du fonctionnement des équipements militaires			
5	Etude stroboscopique dans le cadre de bureaux à moins de 250 m	-	Non concerné	OUI
6	Limitation du champ magnétique (100 microteslas à 50-60 Hz)	Type Certificate L'évaluation de conformité a été effectuée en accord avec la norme IEC 61400- 22 2010 « Eolienne – Partie 22 : Tests de conformité et Certification »  L'évaluation de conformité a été effectuée en accord de la norme BEK 73-2013 « Décret exécutif sur le système de certification technique pour les éoliennes »  Ce certificat atteste de la concordance avec la norme IEC 61400-1 ed.3 incluant l'amendement 1 et la norme IEC61400-22 concernant le design et la fabrication.	Les distances d'éloignement par rapport aux habitations permettent d'affirmer que le champ magnétique n'aura aucun impact potentiel sur les personnes (voir paragraphe 3.1.1. de ce présent document)	OUI
7	Voie carrossable pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours Accès bien entretenu et abords de l'installation maintenus en bon état de propreté.	-	Les chemins d'accès sont des chemins communaux qui seront renforcés et pour lesquels la SEPE Chaintrix-Bierges a signé avec les communes une convention de servitude de passage d'utilisation. L'entretien sera assuré et pris en charge par l'exploitant du parc éolien. Le stationnement des véhicules des techniciens sera réalisé sur une zone de stationnement dédiée : l'accès sera donc en permanence dégagé pour les secours.	OUI
8	Conformité aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou IEC 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union Européenne	Type Certificate L'évaluation de conformité a été effectuée en accord avec la norme IEC 61400- 22 2010 « Eolienne – Partie 22 : Tests de conformité et Certification »  L'évaluation de conformité a été effectuée en accord de la norme BEK 73-2013 « Décret exécutif sur le système de certification technique pour les éoliennes »  Ce certificat atteste de la concordance avec la norme IEC 61400-1 ed.3 incluant l'amendement 1 et la norme IEC61400-22 concernant le design et la fabrication.		OUI



9	Mise à la terre de l'installation Conformité à la norme IEC 61 400-24 (version d'avril 2015) Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre lors de la maintenance	Type Certificate  L'évaluation de conformité a été effectuée en accord avec la norme IEC 61400- 22 2010 « Eolienne – Partie 22 : Tests de conformité et Certification »  L'évaluation de conformité a été effectuée en accord de la norme BEK 73-2013 « Décret exécutif sur le système de certification technique pour les éoliennes »  Ce certificat atteste de la concordance avec la norme IEC 61400-1 ed.3 incluant l'amendement 1 et la norme IEC61400-22 concernant le design et la fabrication.		OUI
10	Conformité de la directive du 17 mai 2006 Conformités aux normes NFC 15-100 (2008), NFC 13-100 (2001) et NFC 13-200 (2009) Contrôle des installations électriques avant la mise en service puis annuellement Vérification des installations fixées par l'arrêté du 10 octobre 2000	Type Certificate  L'évaluation de conformité a été effectuée en accord avec la norme IEC 61400- 22 2010 « Eolienne – Partie 22 : Tests de conformité et Certification »  L'évaluation de conformité a été effectuée en accord de la norme BEK 73-2013 « Décret exécutif sur le système de certification technique pour les éoliennes »  Ce certificat atteste de la concordance avec la norme IEC 61400-1 ed.3 incluant l'amendement 1 et la norme IEC61400-22 concernant le design et la fabrication.		OUI
11	Balilage approprié	Type Certificate  L'évaluation de conformité a été effectuée en accord avec la norme IEC 61400- 22 2010 « Eolienne – Partie 22 : Tests de conformité et Certification »  L'évaluation de conformité a été effectuée en accord de la norme BEK 73-2013 « Décret exécutif sur le système de certification technique pour les éoliennes »  Ce certificat atteste de la concordance avec la norme IEC 61400-1 ed.3 incluant l'amendement 1 et la norme IEC61400-22 concernant le design et la fabrication.	Balilage conforme aux articles L6351-6 et L6352-1 du code des transports et R243-1 et R244-1 du code de l'aviation civile ; Le parc éolien de Chaitnrix-Bierges respectera ces normes.	OUI
12	Suivi environnemental sur l'avifaune et les chiroptères - Au moins une fois au cours des 3 premières années de fonctionnement	-	Un tel suivi sera réalisé, notamment d'après les préconisations de l'étude écologique réalisée dans le cadre du chapitre E-3-9 de l'étude d'impact.	OUI

	- Puis une fois tous les 10 ans				
13	Accès à l'intérieur des aérogénérateurs et des postes de livraison fermés à clef	-		Accès à l'intérieur des éoliennes et des postes de livraison impossible et interdit aux personnes ne faisant pas partie du personnel d'exploitation. La porte des éoliennes est sans verrouillage depuis l'intérieur pour ne pas y rester coincé. Les portes des éoliennes sont équipées de contact de porte envoyant également une alarme sur le système de supervision en cas d'ouverture.	OUI
14	Affichage des consignes de sécurité, d'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur, de la mise en garde des risques d'électrocution et de risque de chute de glace.	-		Présence et affichage clair des consignes de sécurité aux abords de l'entrée des chemins d'exploitation et au niveau des plateformes. Affichage, sur le parc éolien, du plan de secours et des coordonnées des moyens de secours en cas d'accident ou d'incident.	OUI
15	Essais d'avant mise en service et contrôle périodique (arrêt, arrêt d'urgence et arrêt survitesse)	Réalisation d'essais prouvant le bon fonctionnement des installations. L'arrêt d'urgence est testé au bout de 3 mois de fonctionnement, puis tous les ans.		Réalisation des tests lors des opérations de maintenance préventive (dont la périodicité n'excède pas 1 an). L'exploitant s'engage à remettre un rapport de test lors de la réception validant ces éléments. L'exploitant s'engagera à remettre au moins annuellement un rapport de contrôle et de bon fonctionnement conformément aux procédures du fabricant des aérogénérateurs.	OUI
16	Interdiction d'entreposer des matériaux combustibles ou inflammables à l'intérieur des éoliennes.	-		Les maintenances comprennent une phase finale de nettoyage de l'éolienne afin de maintenir propre les installations et ne laisser aucun déchet. Le manuel de sécurité indique l'interdiction d'entreposage de matériaux dangereux.	OUI
17	Formation du personnel sur les risques, les moyens pour les éviter, les procédures d'urgence et mise en place d'exercice d'entraînement	-		Les techniciens de maintenance possèdent des formations en interne concernant le travail à effectuer. Ils sont également soumis à l'obtention de plusieurs habilitations, mises à jour périodiquement : - Travail en hauteur ; - Habilitation électrique BT/HT ;	OUI

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sauveteur secouriste du travail ;</li> <li>- Certificat d'aptitude par la médecine du travail.</li> </ul> <p>Les habilitations de l'ensemble des techniciens sont mises à disposition de SIEMENS GAMESA et de la SEPE Chaintrix-Bierges.</p> <p>Les consignes de sécurité enseignées aux techniciens sont celles conformes à l'article 22 de l'arrêté du 26/08/2011.</p> <p>Le personnel de maintenance procède annuellement à des exercices d'entraînement aux situations d'urgence. Les scénarii effectués sont l'évacuation d'une personne sur l'échelle et l'évacuation de l'éolienne en cas d'incendie. Ces exercices d'entraînement sont assurés le cas échéant en lien avec les services de secours.</p>	OUI
18	Contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et contrôle visuel du mât (3 mois, puis un an après la mise en service, puis tous les 3 ans). Contrôle des systèmes instrumentés de sécurité (selon une périodicité qui ne peut excéder un an).	La société construisant les éoliennes fournit les rapports de torquage de leur sous-traitant	Les contrôles correspondants, faisant partie des opérations de maintenance préventive, sont consignés et répertoriés dans les protocoles de maintenance, suivis par l'exploitant.	OUI
19	Tenu, par l'exploitant, d'un manuel d'entretien dans lequel sont précisés la nature et les fréquences des opérations. Tenu également d'un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.	La société construisant les éoliennes fournit un manuel listant l'ensemble des tâches à accomplir lors de la maintenance, l'ensemble des protocoles de maintenance, ainsi que les fiches d'intervention des équipes de maintenance permettant ainsi à l'exploitant d'établir et de tenir à jour le registre cité par l'arrêté.	La SEPE Chaintrix-Bierges dispose des rapports de service et des rapports mensuels indiquant : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les interventions réalisées sur site ;</li> <li>- Le descriptif des actions correctives réalisées ;</li> <li>- Les arrêts mensuels par éolienne.</li> </ul> <p>Le registre sera fourni à l'inspecteur des installations classées.</p>	OUI
20	Gestion des déchets	Lors de la maintenance préventive, le constructeur fait installer des containers appelés Eoltainer. Les déchets engendrés par les maintenances y sont ramenés et triés dans les différents compartiments puis collectés pour leur traitement/valorisation. Des	Les déchets seront triés et stockés de manière à éviter toute contamination du sol. Lors de la production de déchets dangereux, un Bordereau de Suivi des Déchets (BSD) sera émis. SIEMENS GAMESA, qui assistera la SEPE Chaintrix-	OUI

			<p>bordereaux de suivi des déchets sont ensuite transmis à l'exploitant.</p> <p>Bierges dans le chantier, utilise une charte de suivi de chantier afin de prévenir la gestion des déchets tout au long de cette phase</p>	OUI
21	Elimination des déchets non dangereux	Lors de maintenance préventive, le constructeur fait installer des containers appelés Eoltainer. Les déchets engendrés par les maintenances y sont ramenés et triés dans les différents compartiments puis collectés pour leur traitement/valorisation. Des bordereaux de suivi des déchets sont ensuite transmis à l'exploitant.	Les déchets provenant de la zone d'implantation du parc éolien sont gérés par la SICTOM locale. Ils sont traités par incinération avec valorisation énergétique.	OUI
22	Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Les consignes de sécurité indiquent également les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité.	La société construisant les éoliennes fournit à ses employés un manuel de sécurité et un plan d'évacuation et participe aux formations annuelles du personnel. Un plan de prévention annuel comprenant une analyse des risques et les moyens mis en œuvre pour les éviter est également lu au personnel	SIEMENS GAMESA et la SEPE Chaintrix-Bierges s'engagent à former son personnel sur les consignes de sécurité du site. Un plan de prévention annuel comprenant une analyse des risques et les moyens mis en œuvre pour les éviter est également lu au personnel. Un plan d'évacuation est affiché en pied d'éolienne (intérieur).	OUI
23	Mise en place d'un système de détection d'incendie ou de survitesse. Transmission de l'alerte dans un délai de 15 minutes. Opération de maintenance de ce système de détection.	Compatibilité couverture GSM : un système d'alerte automatique équipe chaque éolienne et permet d'alerter les secours ainsi que l'exploitant de l'installation en cas de danger. Les communications et en particulier les signaux d'alarme sont assurés en cas d'urgence.	Chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur. SIEMENS GAMESA, qui assistera la SEPE Chaintrix-Bierges dans l'exploitation du parc, justifie sa capacité d'alerter les services d'urgence dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur grâce à son contrat de maintenance 24h/24 et 7j/7 ainsi que grâce à la supervision en temps réel.	OUI
24	Moyens de lutte contre l'incendie à disposition dans chaque aérogénérateur (système d'alarme et deux extincteurs)	-	En cas d'accident, des procédures d'urgence permettent au personnel présent sur le site ou au centre de conduite de prendre les mesures nécessaires à l'évacuation de la nacelle, à l'extinction d'un début d'incendie, ... Sur site, le personnel dispose de 3 extincteurs visibles et facilement accessibles (1 situé en bas du mât et 2 situés dans la nacelle) adaptés aux risques à combattre, et	OUI



			<p>d'une trousse de premiers secours.</p> <p>Une fois le permis de construire et les différentes autorisations administratives nécessaires obtenus, un plan d'intervention sera réalisé avec les services de secours afin de lister :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les noms et numéros des services secours à contacter ;</li> <li>- Les procédures à mettre en place (périmètre de sécurité, moyens de lutte incendie externe pouvant être mis en œuvre, etc.) ;</li> <li>- La réalisation régulière d'exercices d'entraînement.</li> </ul> <p>Pour faciliter l'accès aux secours, le stationnement des véhicules des techniciens sera réalisé sur une zone de stationnement dédiée et les voies d'accès seront régulièrement entretenues.</p> <p>L'accès sera donc en permanence dégagé.</p>	
25	Mise en place d'un système de détection de formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur	Le système de détection de glace (qui équipe toutes les éoliennes) repose sur une comparaison entre différentes données (températures, vitesse de vent et production). Si une différence entre les productions réelle et attendue est mesurée, sous certaines conditions de température et de vent, l'éolienne s'arrête automatiquement. La remise en route est automatique, après disparition des conditions de givre.	L'exploitant garantit la conservation du système opérationnel et l'utilisation de la procédure d'exploitation conforme à la réglementation en vigueur.	OUI
26-27-28	Emergence contrôlée du bruit, limitation sonore des engins de chantier et suivi des mesures	La société construisant les éoliennes fournit à SIEMENS GAMESA et la SEPE Chaintrix-Bierges la courbe de bruit des éoliennes.	L'adéquation en termes d'émergence sonore de la machine avec le site sera à la charge du Maître d'Ouvrage. Les seuils réglementaires maximum à proximité des éoliennes seront respectés, de jour comme de nuit. Et le bruit total chez les riverains ne comportera pas de tonalité marquée au sens de la réglementation ICPE. La réception acoustique du parc éolien sera conforme aux prévisions acoustiques de l'étude d'impact. Les règles de chantier imposées aux sous-traitants suivent les prescriptions de l'article 27 du 26/08/11.	OUI

Tableau 24 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE

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

La maintenance de l'installation sera réalisée par la SEPE Chaintrix-Bierges.

#### Personnel qualifié et formation continue

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

- Électriquement, selon son niveau de connaissance ;
- Aux travaux en hauteur, port des Équipements de Protection Individuelle, 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 SEPE Chaintrix-Bierges 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 SEPE Chaintrix-Bierges 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 SEPE Chaintrix-Bierges 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.

Ils se chargent de réparer et de remettre en fonctionnement les machines lors des pannes et assurent les reconnections aux réseaux.

### Prise en compte du retour d'expérience

Chaque incident ou défaillance est remonté systématiquement via un rapport détaillé dans une base de données générale. Toutes ces informations sont utilisées dans le cadre d'un processus d'amélioration continue.

Ainsi, les principaux axes d'amélioration ont porté sur :

- La mise en sécurité de la machine lors de vents violents ;
- Une meilleure gestion du risque d'incendie de la nacelle ;
- L'amélioration des dispositifs de protection contre les effets de la foudre ;
- La recherche de solutions pour limiter les effets de la formation de glace ou d'accumulation de neige ;
- L'étude de solutions visant à limiter les contraintes sur les équipements, qui peuvent accélérer l'usure et le vieillissement de ces équipements ;
- L'amélioration des systèmes de protection des personnes.

### 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 du parc éolien de Chaintrix-Bierges.

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.

### 4.2.5. Contrôles réglementaires périodiques

Les contrôles réglementaires concernent les installations électriques, les équipements et accessoires de levage ou les équipements sous pression (accumulateurs hydropneumatiques). Ils sont réalisés par des organismes agréés.

Le matériel incendie est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.

## 4.3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

### 4.3.1. Raccordement électrique

Le raccordement électrique inter-éolien ainsi que le raccordement jusqu'aux postes de livraison sera exécuté exclusivement au moyen de câbles souterrains de 20 kV qui seront enfouis à une profondeur minimum de 80 cm en fond de fouille avec grillage avertisseur. Ils passeront le long des chemins ou plateformes. Cette installation respectera les normes NFC 15-100, NFC 13-100, NFC 13-200 : Installations électriques à basse tension, Installations électriques à haute tension, Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution public HTA.

Dans tous les cas, l'implantation des câbles électriques souterrains respectera strictement les dispositions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

Sur la carte « Réseaux internes à l'installation » ci-après est présenté le tracé des câbles de liaison inter-éoliennes, ainsi que des câbles de liaison jusqu'au poste de livraison.

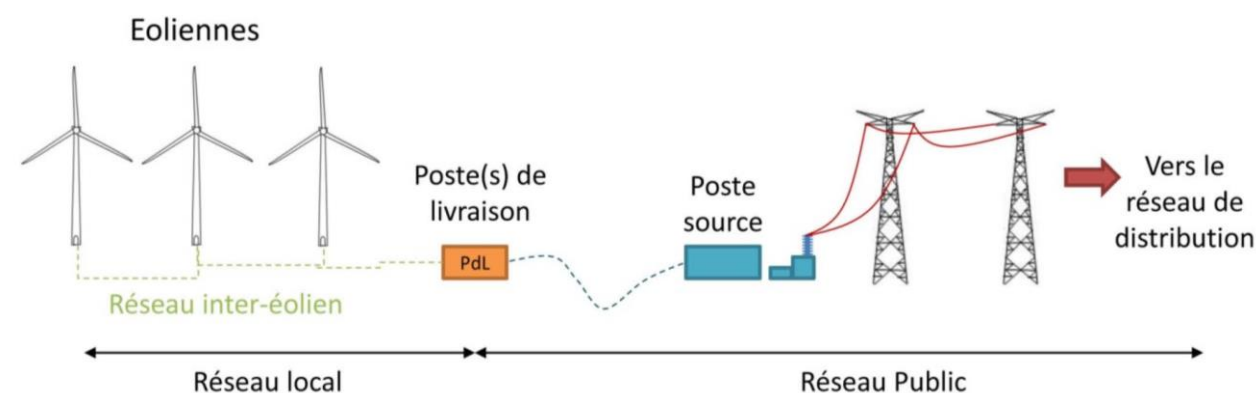


Figure 9 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Les postes de livraison et les câbles y raccordant les éoliennes constituent le réseau interne de la centrale éolienne.

Ces réseaux de raccordement électrique ou téléphonique (surveillance) entre les éoliennes et les postes de livraison seront enterrés sur toute leur longueur en reliant au plus court les éoliennes et les postes de livraison entre eux. La tension des câbles électriques est de 20 000 V.

Pour le raccordement inter-éolien, les tranchées ont en moyenne une largeur de 80 cm et une profondeur maximale de 1,10 mètres. Les impacts directs de la mise en place de ces réseaux enterrés sur le site sont négligeables : les tranchées sont faites au droit des chemins d'accès puis sous les voies existantes dans les lieux présentant peu d'intérêt écologique.



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

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

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

### Conformité des liaisons électriques

Le pétitionnaire s'engage à respecter les dispositions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les ouvrages électriques. Les liaisons électriques seront donc de fait conformes avec la réglementation technique en vigueur.

### Caractéristiques des câbles électriques

Ces réseaux de raccordement électrique ou téléphonique (surveillance) entre les éoliennes et les postes de livraison seront enterrés sur toute leur longueur en longeant préférentiellement les pistes et chemins d'accès entre les éoliennes et les postes de livraison. La tension des câbles électriques est de 20 000 V. Les câbles, en aluminium, seront d'une section de 3 x 240 mm<sup>2</sup>.

### Caractéristiques des tranchées

Pour le raccordement inter-éolien, les tranchées ont en moyenne une largeur de 80 cm et une profondeur maximale de 1,10 mètres. Des illustrations de coupe type sont présentées ci-après. Les sols traversés sont des roches primaires.

Les impacts directs de la mise en place de ces réseaux enterrés sur le site sont négligeables : les tranchées sont faites au droit des chemins d'accès puis sous les voies existantes dans les lieux présentant peu d'intérêt écologique. Ils passeront également pour partie à travers champs.

Les câbles seront enfouis en utilisant de préférence la technique de pose au soc vibrant. 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.

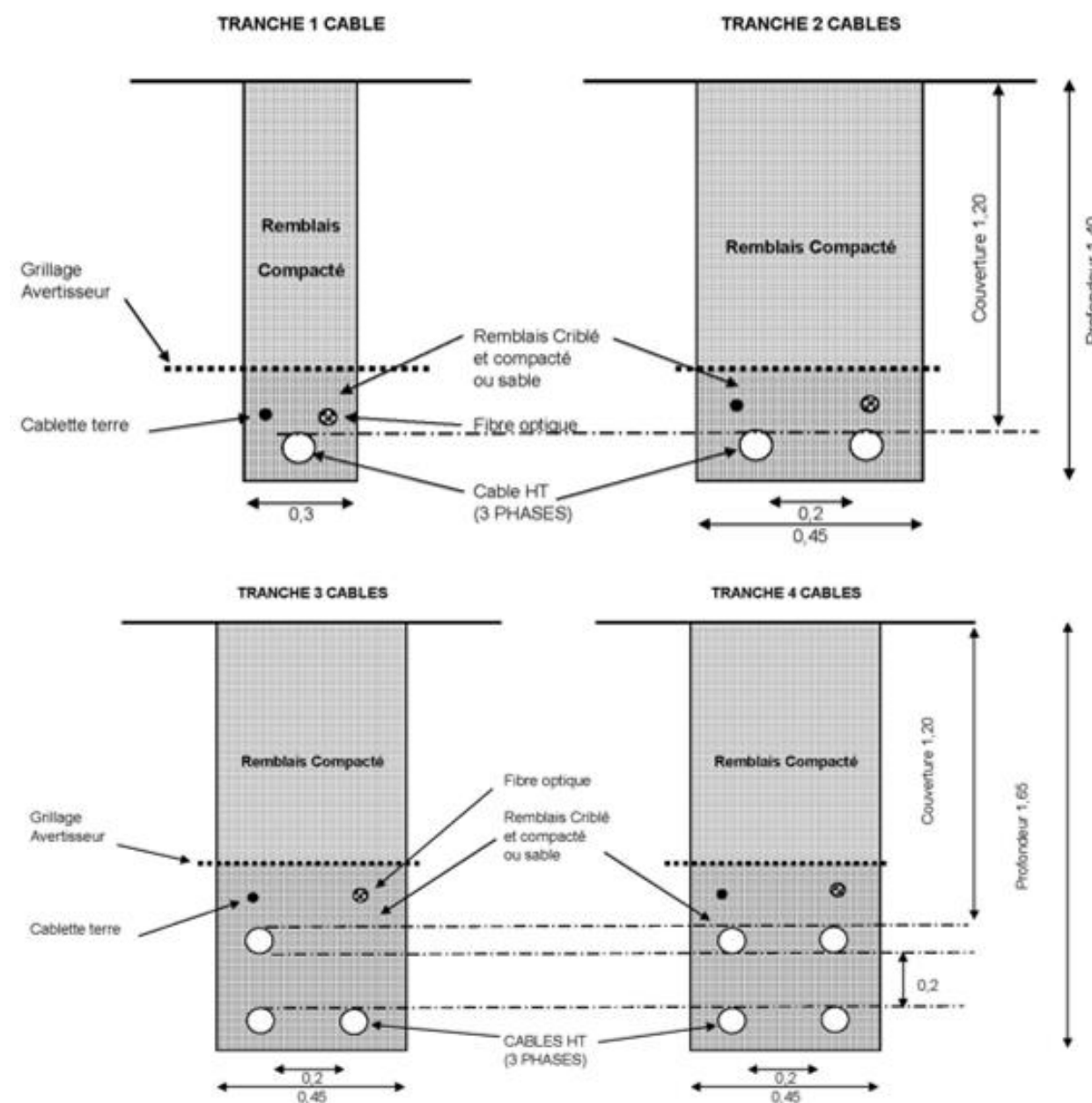
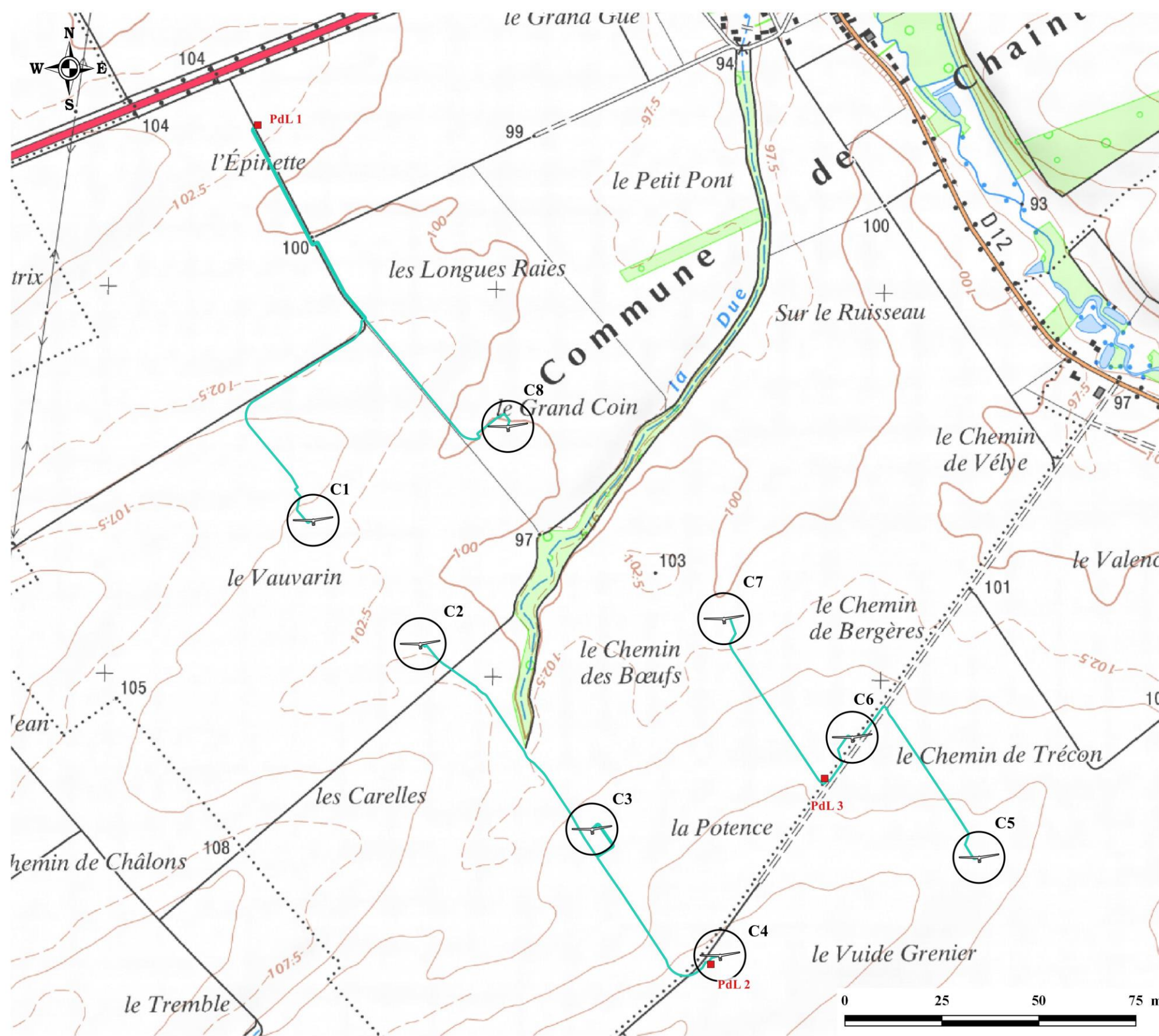


Figure 10 : Vue en coupe des tranchées pour un câble HTA passé



## Raccordement inter-éolien

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

Avril 2019

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites

Carte 13 : Hypothèse de raccordement interne du parc éolien de Chainrix-Bierges



### Représentation graphique

Une carte de situation sur fond IGN, présente sur la page suivante, précise le tracé des canalisations électriques projetées et les ouvrages électriques projetés.

### 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).

Le parc éolien de Chaintrix-Bierges comporte trois structures de livraison, localisées au niveau des parcelles ZX 12 et ZV 29 (commune de Chaintrix-Bierges) et ZM 16 (commune de Vélye).

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

### Démarches préalables réalisées

Le pétitionnaire atteste bénéficier des autorisations des propriétaires des terrains traversés par les câblages sous la forme de conventions de tréfonds avec droits d'accès et mention de remise en état du site.

### Réseau électrique externe (ou réseau public)

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

### 4.3.2. Autres réseaux

Le parc éolien Chaintrix-Bierges 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.

Le planning de chantier ci-dessous présente, à titre indicatif, la durée d'exécution de chaque phase et les actions mises en place.

Travaux	Durée
<b>Terrassement (voies d'accès, plateformes de montage)</b>	3 mois
<b>Fondations et installations des câbles électriques</b>	3 mois
<b>Montages, mise en service et tests des éoliennes</b>	3 mois

Figure 11 : Planning des travaux





## 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 fonctionnement, etc.

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

### 5.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien de Chaintrix-Bierges sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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

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

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

Code	Désignation	Contenu	Quantités émises	Stockage avant enlèvement	BSD	Opération de traitement
13 02 06*	Huiles usagées	Huiles issues des vidanges lors des opérations de maintenance et de dépannage	500 L / tous les 5 ans / éolienne	Cuve fermée sur rétention	Oui	Régénération
15 01 01	Cartons	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	-	Container fermé	Non	Recyclage
15 01 02	Emballages plastiques	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	-	Container fermé	Non	Recyclage
15 02 02*	Matériaux souillés	Chiffons, contenants souillés par de la graisse, de l'huile, de la peinture ...	250 kg / maintenance	Bacs fermés sur rétention	Oui	Valorisation énergétique
16 01 07*	Filtres à huile ou carburant	Filtres remplacés lors des opérations de maintenance et de dépannage	60 kg / maintenance	Fûts fermés sur rétention	Oui	Recyclage
16 05 04*	Aérosols	Aérosols usagés de peinture, graisse, solvants ... utilisés lors des maintenances et dépannages	10 kg / maintenance	Fûts fermés sur rétention	Oui	Traitement
16 06 01*	Batteries au plomb et acide	Batteries des équipements électriques et électroniques remplacées lors des maintenances et dépannages	-	Bacs sur rétention	Oui	Recyclage
17 04 11	Câbles alu	Câbles électriques remplacés lors des maintenances	-	Bacs	Non	Recyclage
20 01 35*	DEEE	Disjoncteurs, relais, condensateurs, sondes, prises de courant ...	60 kg / maintenance	Bacs	Oui	Recyclage
20 01 40	Ferraille	Visserie, ferrailles diverses ...	-	Bacs	Non	Recyclage
20 03 01	DIB	Équipements de Protection Individuelle usagés, déchets divers (alimentaires, poussières ...)	-	Container fermé	Non	Valorisation énergétique

BSD / Bordereau de Suivi des Déchets - DEEE / Déchets d'Équipement Électrique et Électronique - DIB / Déchets Industriels Banals

\* indique la dangerosité des déchets concernés.

[Tableau 25 : Produits sortants de l'installation](#)

## 5.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Chaintrix-Bierges 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 d'énergie mécanique	Survitesse	Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique Départ de feu
<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 ou de nacelle	Energie cinétique de chute
<b>Rotor</b>	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets

Tableau 26 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)

## 5.3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A 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

Dans le cadre du Grenelle de l'environnement fixé par les lois Grenelle, la région Champagne-Ardenne a élaboré un Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE, dénomination régionale : PCAER, Plan Climat Air Energie Régional) approuvé en date du 29 juin 2012. L'un des volets de ce schéma très général est constitué par un Schéma Régional Eolien (SRE), approuvé en mai 2012, qui définit les objectifs qualitatifs et quantitatifs de la région en matière de valorisation du potentiel énergétique renouvelable de son territoire, par zone géographique, sur la base des potentiels de la région, et en tenant compte des objectifs nationaux. Il détermine notamment les zones favorables à l'accueil des parcs éoliens et fixe les objectifs de puissance pouvant y être installées, en vue de remplir l'objectif régional d'ici à 2020.

L'objectif de ce Schéma Régional Eolien 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, et de rechercher une mise en cohérence des différents projets éoliens. Pour cela, le Schéma Régional Eolien s'est appuyé sur des démarches existantes (schéma régional éolien réalisé en 2005, plan de paysage éolien des Ardennes de 2007, référentiel des paysages aubois réalisé en 2011 visant la préservation des paysages). Les données patrimoniales et techniques ont ensuite été agrégées, puis les contraintes ont été hiérarchisées. Il en est alors ressorti une cartographie des zones favorables à l'éolien.

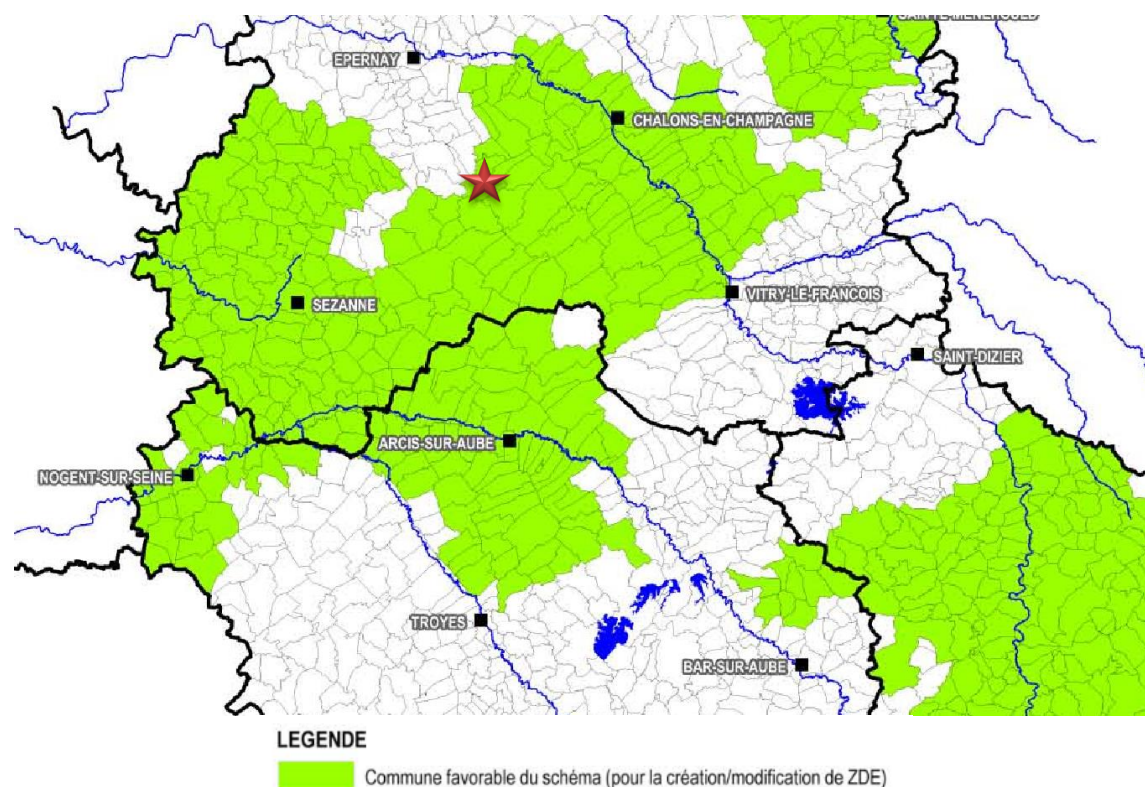
Il est à noter que le SRE identifie des contraintes stratégiques territoriales incompatibles avec le développement de l'éolien. L'enjeu principal à proximité directe du projet envisagé est lié aux reliefs remarquables de Champagne. Il est à noter également que le site est localisé à 12 km au Nord-Ouest de l'aéroport de Châlons-Vatry, en dehors des zones concernées par les servitudes de dégagement T5.

Le site envisagé pour l'implantation des éoliennes est localisé sur les territoires communaux de Chaintrix-Bierges et Vélye, communes intégrées à la liste des communes favorables au développement de l'éolien constituant les délimitations territoriales du SRE.

BILAN CHAMPAGNE-ARDENNE								
	Puissance déjà accordée (31-03-2012)						Puissance totale potentielle à l'horizon 2020	
	Eoliennes installées (a)		Eoliennes accordées mais non installée (b)		Total des éoliennes accordées (a+b) = c		Nombre d'éoliennes	MW
	Nombre d'éoliennes	MW	Nombre d'éoliennes	MW	Nombre d'éoliennes	MW		
<b>08</b>	62	127	102	227	164	354	345	950
<b>51</b>	176	320	219	466	395	786	391	770
<b>10</b>	150	303	127	290	277	594	317	690
<b>52</b>	121	240	18	39	139	279	229	460
<b>Total</b>	422	811 MW	301	638 MW	723	1449 MW	1282	2870 MW

Tableau 27 : Quantification du développement éolien envisagé à l'horizon 2020 (source : SRE, 2012)





Carte 14 : Carte des territoires favorables au développement éolien – Etoile rouge : Localisation du projet (source : SRE, 2012)

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

### Choix techniques de développement de projet et de conception

Le porteur de projet a effectué plusieurs choix techniques au cours de la conception du projet afin de réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Il a été choisi par le porteur de projet de respecter un éloignement d'au minimum 800 mètres autour des habitations, par rapport aux exigences issues de la Loi Grenelle II. De plus, l'analyse des servitudes qui grèvent le terrain et les réponses transmises par les différents services administratifs consultés ont participé au choix de localisation, à la définition des aires d'étude et au choix d'implantation des éoliennes.

Le contexte essentiellement agricole de l'environnement du projet et l'absence d'autres sources de dangers à proximité (ICPE SEVESO, etc.) réduit les possibilités de mise en œuvre d'autres actions préventives.

Pour ce projet, la réduction des potentiels de danger à la source est donc principalement intervenue par la prise en compte des servitudes techniques présentes sur le site et par le choix d'aérogénérateurs fiables, disposant de systèmes de sécurité performants et conformes à la réglementation en vigueur.

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

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

### Etude itérative de limitation des impacts

Dans la limite du périmètre de la zone d'implantation, un travail important d'itérations conduisant au choix de l'implantation a été engagé, faisant intervenir plusieurs spécialistes (ingénieur éolien, écologue et paysagiste, principalement).

Afin de permettre une implantation harmonieuse du parc, le projet a tenu compte de l'ensemble des sensibilités du site : paysagères, patrimoniales et humaines, biologiques, et enfin techniques, afin de réduire systématiquement les impacts sur les éléments les plus sensibles.

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

Trois scénarios ont été étudiés afin d'aboutir au scénario final. Ce dernier prend en compte le maximum de contraintes écologique, acoustique et paysagère. **L'implantation finale est composée de huit éoliennes, disposées selon deux lignes de 4 éoliennes orientées Nord-Ouest / Sud-Est.**

### 5.3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, dite directive IPPC (« Integrated Pollution Prevention and Control »), afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles. La directive IPPC a été remplacée par la directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles, dite IED, du 24/11/2010.

Pour l'essentiel, la directive IED 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 États-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 le parc éolien de Chaintrix-Bierges. 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 la 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 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 79 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2019 (voir tableau ci-après listant les accidents survenus en France). 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.

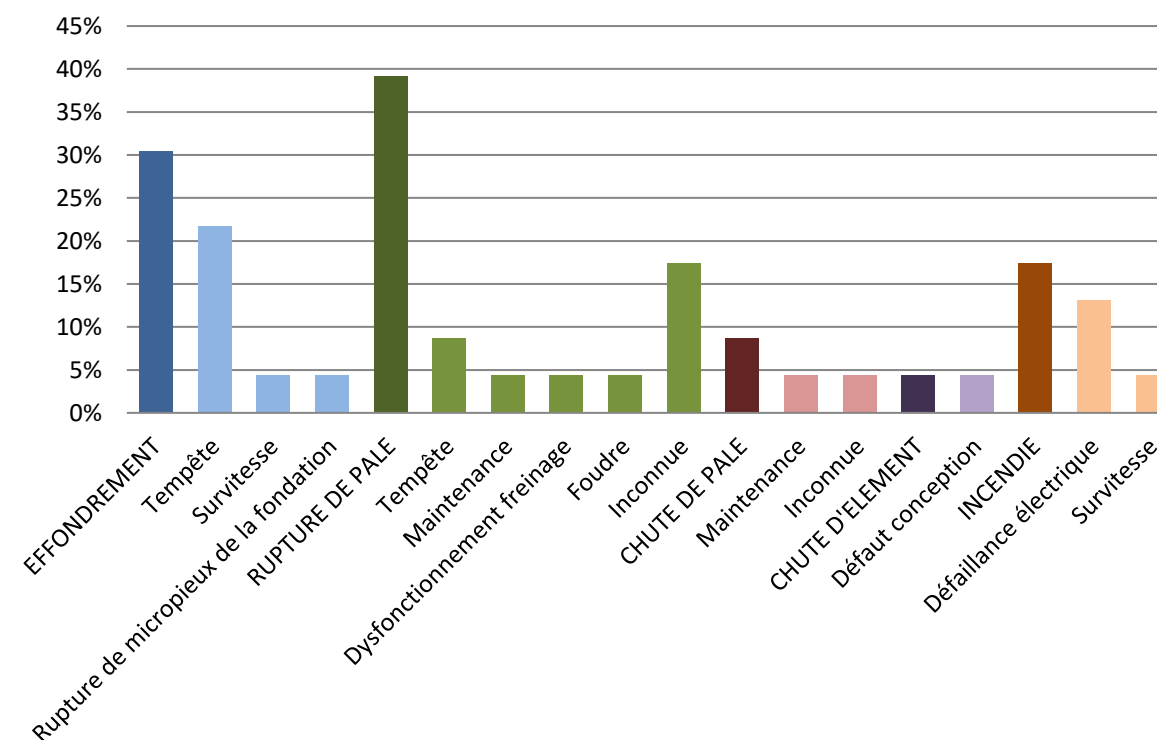


Figure 12 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)

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 des 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 ont été arrachés. 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)	Emballlement 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 autorisé
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)	Emballlement de deux éoliennes et incendie des nacelles lors d'une tempête et relatif à un dysfonctionnement du système de freinage

Date	Localisation	Incident
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 aux mains)
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-la-Nouvelle (Aude)	Chute d'une éolienne liée à des rafales de vent de 130 km/h – Eolienne de 1991, tour en treillis (200 kW)
01/11/2012	Vieillespesse (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	Conihac-de-la-Montagne (Aude)	Chute d'une pale liée à un problème de fixation entraînant un arrêt automatique de l'éolienne (détection d'échauffement + vitesse de rotation excessive)
17/03/2013	Euvy (Marne)	Incendie dans une nacelle conduisant à la chute d'une pale et une fuite de 450 L d'huile en provenance du multiplicateur. L'origine du feu est liée à une défaillance électrique. Le feu a été maîtrisé en 1 heure
01/07/2013	Cambon-et-Salvergues (34)	Un opérateur remplissant un réservoir d'azote sous pression dans une éolienne est blessé par la projection d'un équipement. Ses voies respiratoires ont également été atteintes lors de l'accident
03/08/2013	Moreac (Morbihan)	Perte de 270 L d'huile hydraulique d'une nacelle élévatrice intervenant sur une éolienne – pollution du sol sur 80 m <sup>2</sup>
09/01/2014	Anthény (Ardennes)	Feu dans une nacelle au niveau de la partie moteur
20/01/2014	Sigean (Aude)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne suite à un défaut de vibration
14/11/2014	Saint-Cirgues-en-Montagne (Ardèche)	Chute d'une pale d'éolienne
05/12/2014	Fitou (Aude)	Chute d'une pale d'éolienne
29/01/2015	Remigny (Aisne)	Feu d'éolienne
06/02/2014	Lusseray (Deux-Sèvres)	Feu d'éolienne
24/08/2015	Santilly (Eure-et-Loir)	Incendie d'une éolienne
10/11/2015	Mesnil-la-Horgne (Meuse)	Chute du rotor
07/02/2016	Aude (Conilhac-Corbières)	Chute de l'aéofrein d'une pale
08/02/2016	Finistère (Dineault)	Chute d'une pale et déchirement d'une autre lors d'une tempête
07/03/2016	Côtes-d'Armor (Calanhel)	Chute d'une pale
28/05/2016	Eure-et-Loir (Janville)	Défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de l'éolienne entraînant une fuite d'huile
18/08/2016	Dargies (Oise)	Feu dans une éolienne
18/08/2016	Hescamps (Oise)	Feu dans une éolienne
14/09/2016	Les Grandes Chapelles (Aube)	Electrisation d'un employé dans une éolienne
11/01/2017	Le Quesnoy (Nord)	Fissure sur une pale d'éolienne
12/01/2017	Tuchan (Aude)	Rupture des pales d'une éolienne
18/01/2017	Nurlu (Somme)	Chute d'une pale d'une éolienne



Date	Localisation	Incident
27/02/2017	Trayes (Deux-Sèvres)	Chute d'un élément d'une pale d'éolienne
27/02/2017	Lavallée (Meuse)	Rupture d'une pale d'éolienne
06/06/2017	Allones (Sarthe)	Feu dans la nacelle d'une éolienne
08/06/2017	Aussac-Vadalle (Charente)	Chute de pale d'éolienne due à la foudre
24/06/2017	Conchy/Canches (Pas-de-Calais)	Chute d'une pale
17/07/2017	Fécamp (Seine-Maritime)	Chute d'un aérofrein d'une éolienne
24/07/2017	Mauron (Morbihan)	Fuite d'huile sur une éolienne
05/08/2017	Priez (Aisne)	Détachement d'une pale
26/10/2017	Vaux-les-Mouzon (Ardennes)	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance
08/11/2017	Roman (Eure)	Chute du carénage d'une éolienne
01/01/2018	Bouin (Vendée)	Chute d'une éolienne lors de la tempête Carmen
04/01/2018	Nixeville-Blercourt (Meuse)	Chute d'une pale d'éolienne
06/02/2018	Conilhac-Corbères (Aude)	Chute de l'aérofrein d'une pale d'éolienne
01/06/2018	Marsanne (Drôme)	Incendies criminels dans un parc éolien
05/06/2018	Aumelas (Hérault)	Incendie d'éolienne

Tableau 28 : Liste des incidents intervenus en France (source : Base de données ARIA, mise à jour 29/01/2019)

### 6.1.3. Bilan accidentologie humaine

Le bilan de l'accidentologie humaine indique que depuis 19 ans environ, en France :

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

Année	Nb. Individu	Blessure	Cause
2002	1	Electrocution et brûlure	Contact avec le transformateur
2009	2	Brûlure	Explosion du convertisseur
2010	1	Décès	Crise cardiaque
2010	1	Blessure légère	Chute de 3 m dans la nacelle
2012	2	Brûlure	Arc électrique
2013	1	Fracture du nez et atteinte des voies respiratoires	Projection d'un embout d'alimentation du réservoir d'azote sous pression et jet de gaz au visage
2016	1	Brûlure	Arc électrique
2017	1	Décès	Sangle du harnais happée par l'ascenseur

Tableau 29 : Liste des accidents humains inventoriés

⇒ A ce jour, en France, aucun accident affectant des tiers ou des biens appartenant à des tiers n'est à déplorer. Les seuls accidents de personne recensés en France relèvent de la sécurité du travail dans des locaux où des appareils à haute tension sont en service ou lors de phases de construction et de maintenance.

## 6.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

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

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

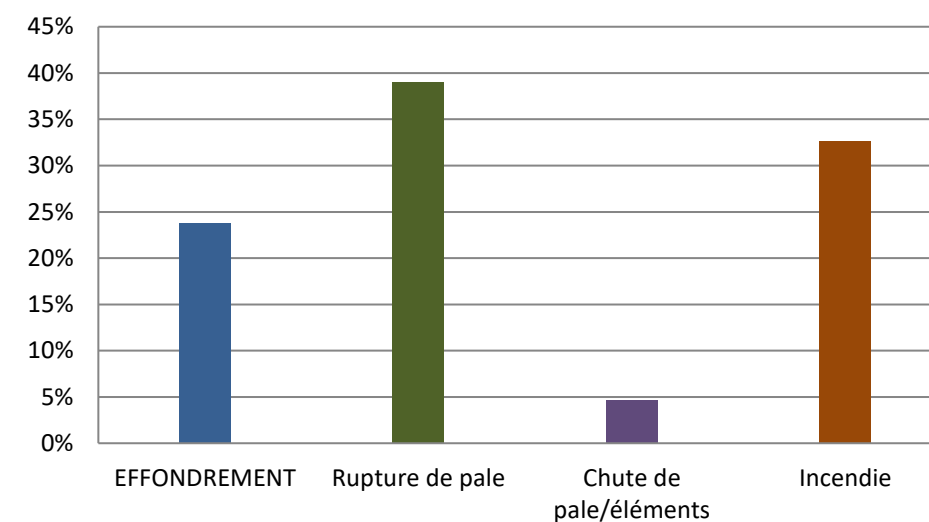
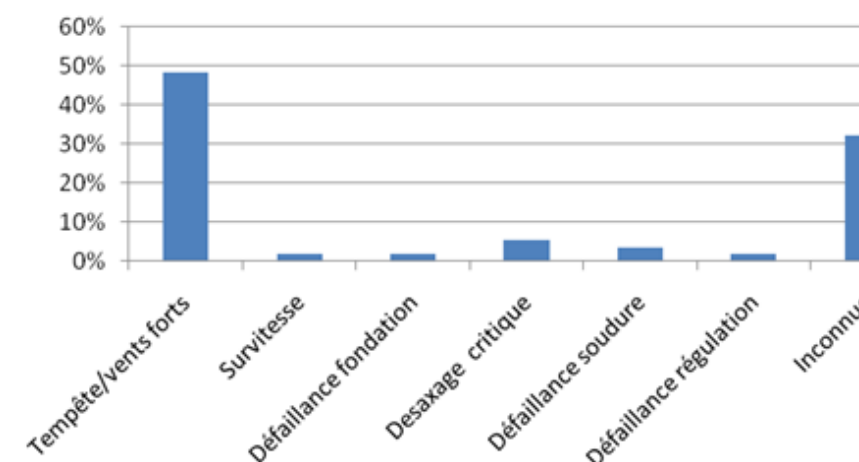
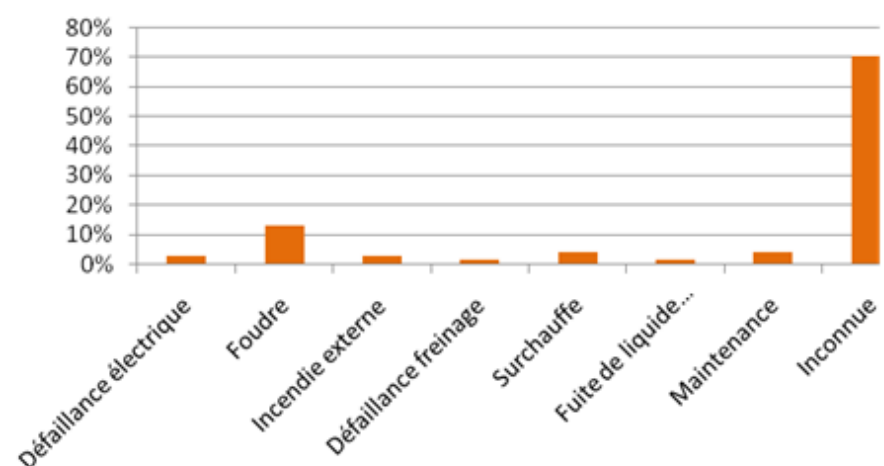
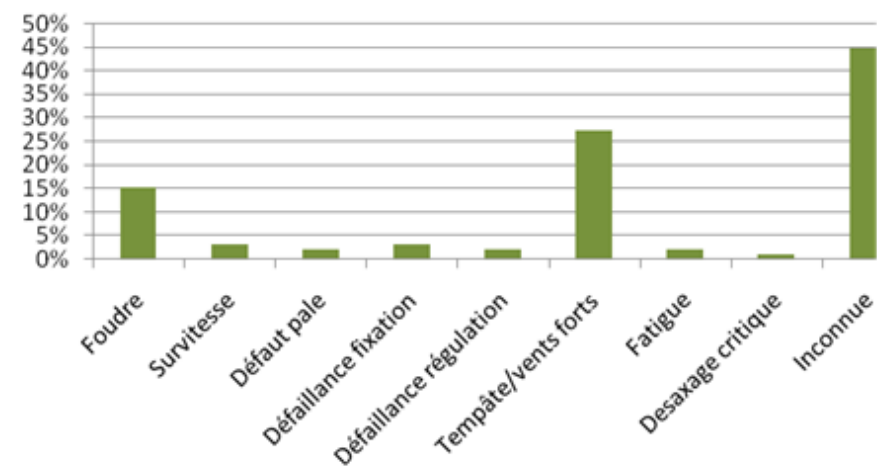


Tableau 30 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)



### 6.3. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS SURVENU SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

A la date de rédaction de la présente étude, aucun n'incident n'est survenu sur l'un des sites exploités par la SEPE Chaintrix-Bierges (source : SIEMENS GAMESA, 2019).



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

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

*Tableau 31 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)*



## 6.4. SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

### 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 illustrant cette évolution fait apparaître 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.

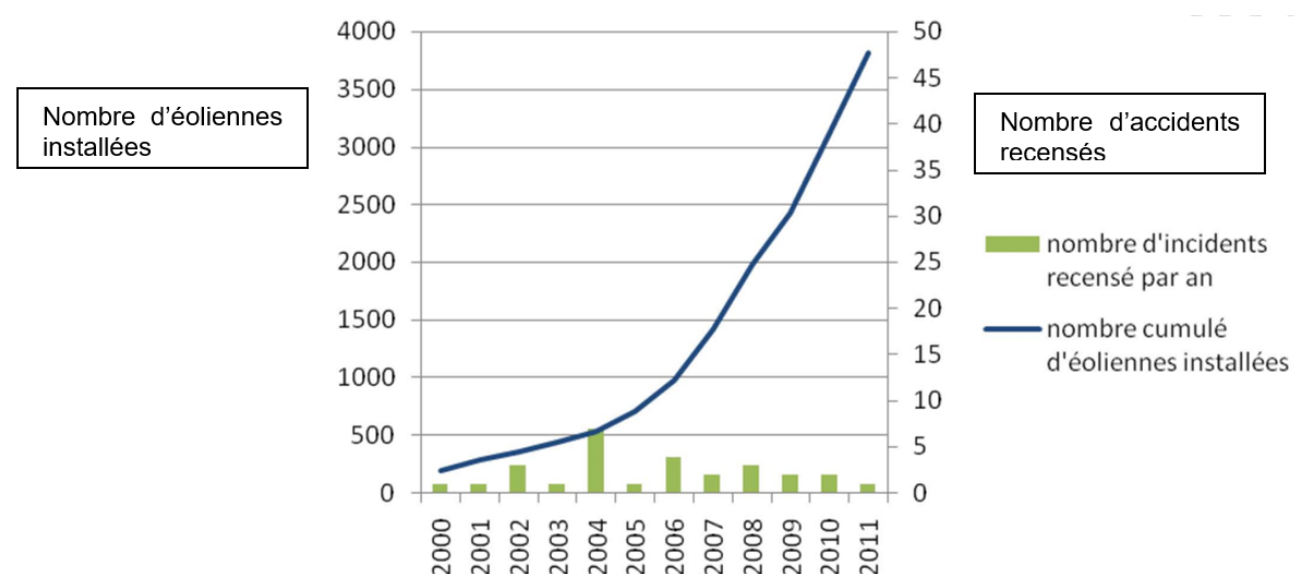


Figure 13 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

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

Les retours d'expérience de la filière éolienne française et internationale permettent 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 comporte de nombreuses incertitudes à une échelle détaillée.



## 7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

### 7.1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

### 7.2. RECENSEMENT DES EVENEMENTS 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 ;
- Evènements climatiques d'intensité supérieure aux évènements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes) ;
- Rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R. 214-212 du Code de l'Environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-213 du même code ;
- Actes de malveillance.

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

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

### 7.3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

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

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

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

#### 7.3.1. Agressions externes liées aux activités humaines

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines. **Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 mètres constituent des agressions potentielles (à l'exception des autres aérogénérateurs, recensés dans un rayon plus large, de 500 mètres).**

A noter qu'aucun aérogénérateur d'un parc riverain n'est présent dans un périmètre de 500 m autour de l'installation.

Eolienne	Chemins d'exploitation (m)	Eolienne	Chemins d'exploitation (m)
C1	-	C5	-
C2	105 Ce n°312	C6	25 Ce n°314, Ce n°315, Ce n°400
C3	15 Ce n°311	C7	-
C4	115 Ce n°313 25 Ce n°314, Ce n°315, Ce n°400	C8	105 Ce n°309

*Légende* : - : Distance supérieure à 200 m

*Tableau 32 : Distances des éoliennes aux routes situées à moins de 200 m et pouvant constituer une agression externe (source : INERIS/SER/FEE, 2012)*



### 7.3.2. Agressions externes 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>Risque de tempête modéré ;</li> <li>Absence de cyclone.</li> </ul>
<b>Foudre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Densité de foudroiement : 18 contre 20 en moyenne nationale ;</li> <li>Respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) et EN 62 305 – 3 (Décembre 2012).</li> </ul>
<b>Glissement de sols / affaissement minier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléa faible de retrait et gonflement des argiles ;</li> <li>Cavité : aucune cavité présente dans le périmètre d'étude de dangers.</li> </ul>

Tableau 33 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-22 ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2012) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 décrite dans la Partie 7.6. du présent document.

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. TABLEAU D'ANALYSE GÉNÉRIQUE DES RISQUES

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

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

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

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

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

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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
<b>G01</b>	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
<b>G02</b>	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
<b>I01</b>	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
<b>I02</b>	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les Courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les Courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les Courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
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
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
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
E05	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage	Projection/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
				et d'arrimage au sol (N°13)		
E06	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

Tableau 34 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

## 7.5. EFFETS DOMINOS

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

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

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

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

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

Trois installations, hors aérogénérateurs, sont recensées à proximité des éoliennes du parc éolien de Chaintrix-Bierges. Il s'agit des postes de livraison.

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

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

L'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE est limitée aux installations présentes dans un rayon de 100 mètres (source : INERIS/SER/FEE, Mai 2012). Or, sur la zone d'étude, aucune éolienne du parc éolien de Chaintrix-Bierges ne se trouve à moins de 100 mètres d'une installation ICPE. L'installation ICPE la plus proche est une fabrication de bronze en poudre située à 1,7 km au Nord-Est de C8.

- ⇒ Un effet domino peut être envisagé. Il concerne les postes de livraison.
- ⇒ L'enjeu humain lié à ce risque est faible.



## 7.6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

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

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

- **Test (fréquence)** : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.
- **Maintenance (fréquence)** : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

*Remarque 1 : Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme « N/A » (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 déduction de la formation de glace sur les pales et de mise à l'arrêt de la machine Procédure adéquate de redémarrage		
Description	Système de déduction équipant toutes les éoliennes du parc éolien de Chaintrix-Bierges : Le système de déduction de glace repose sur une comparaison entre différentes données (température, vitesse de vent et production). Si une différence entre les productions réelle et attendue est mesurée, sous certaines conditions de température et de vent, l'éolienne s'arrête automatiquement. La remise en route est automatique après disparition des conditions de givre.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde. Mise en pause de la turbine < 1 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	Signalisation du risque par panneauage 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	N/A		
Efficacité	100 % Compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, il est considéré que l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	N/A		
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 t° pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont en-dessous des seuils d'alarme.		
Description	Des sondes de température sont mises en place sur les équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur). Ces sondes ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine < 1 min.		
Efficacité	100 %		
Tests	Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de température de chaque capteur.		
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 (soit environ 21 m/s), indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est généralement constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et de la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées. La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d'arc et de l'acquittement manuel du défaut.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	Test des détecteurs d'arc à la mise en service puis tous les 6 mois.		
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 – 22 Dispositif de capture et mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat, dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	Avant la première mise en route de l'éolienne, une mesure de mise à la terre est effectuée.		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine. Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Intervention des services de secours.		
Description	Détecteurs d'incendie qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance.  Les éoliennes sont équipées par défaut d'un système autonome de détection composé de plusieurs capteurs de fumée et de chaleur disposés aux possibles points d'échauffements tels que : - La chambre du transformateur ; - Le générateur ; - La cellule haute tension ; - Le convertisseur ; - Les armoires électriques principales ; - Le système de freinage.  Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secouru (UPS).  L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Le couplage des éléments de détection de fumée au système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes par SMS/par courriel, selon les instructions de l'exploitant. L'exploitant ou l'opérateur désigné sera ainsi 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 à l'article 23 de l'arrêté du 26 août 2011. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans.		
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 et capteurs de pression Capteurs de niveau du circuit de refroidissement (niveau bas alarmé avec arrêt après temporisation) Procédure d'urgence Kit antipollution et bacs de rétention		
Description	Le circuit hydraulique est équipé de capteurs de pression (une mesure de pression dans le bloc hydraulique de chaque pale) permettant de s'assurer de son bon fonctionnement. Toute baisse de pression en-dessous d'un seuil préalablement déterminé, conduit au déclenchement de l'arrêt du rotor (mise en drapeau des pales). Afin de pouvoir assurer la manœuvre des pales en cas de perte du groupe de mise en pression ou en cas de fuite sur le circuit, chaque bloc hydraulique (situé au plus près du vérin de pale) est équipé d'un accumulateur hydropneumatique (pressurisé à l'azote) qui permet la mise en drapeau de la pale. La pression du circuit de lubrification du multiplicateur fait également l'objet d'un contrôle, asservissant le fonctionnement de l'éolienne. Les niveaux d'huile sont surveillés d'une part au niveau du multiplicateur et d'autre part au niveau du groupe hydraulique. L'atteinte du niveau bas sur le multiplicateur		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
	ou sur le groupe hydraulique, déclenche une alarme et conduit à la mise à l'arrêt du rotor. Le circuit de refroidissement (eau glycolée) est équipé d'un capteur de niveau bas qui, en cas de déclenchement, conduit à l'arrêt de l'éolienne. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; - de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests des systèmes hydrauliques à la mise en service, au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les ans suivant les manuels de maintenance.		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an. Les vérifications d'absence de fuites sont effectuées à chaque service planifié. Surveillance des niveaux d'huile via des outils d'analyses instantanées ou hebdomadaires. Inspection et maintenance curative en fonction du type de déclenchement d'alarme.		

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'assemblage (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	N/A		
Efficacité	100 %		
Tests	N/A		
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 Yaw Gear, boulons de fixation de la nacelle, etc.) 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 de maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	N/A		
Efficacité	100 %		
Tests	Traçabilité : rapport de service		
Maintenance	N/A		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes. Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite (Pitch system).		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue (soit une valeur moyenne sur 10 minutes supérieure à 20 m/s).		
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	Pitch system testé tous les ans lors des maintenances préventives.		
Maintenance	Tous les ans.		

Tableau 35 : 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 PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m <sup>2</sup> n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.  Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
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 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	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul.  Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huile dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.  Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

Tableau 36 : 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 ETUDE DETAILLEE 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 DEFINITIONS

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

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

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

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

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

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

#### 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 considérée comme rapide.

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

#### 8.1.2. Intensité

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

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

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

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

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

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

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

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

Tableau 37 : 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 38 : 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> Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
<b>D</b>	<b>Rare</b> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
<b>E</b>	<b>Extrêmement rare</b> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 39 : 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 :

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

$P_{\text{PERC}}$  = 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 ( $P_{\text{PERC}}$ ) 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 un tableau nommé « matrice de criticité ».

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

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

GRAVITÉ Conséquences	Classes de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Vert	Jaune	Jaune	Rouge
Modéré	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune

Légende de la matrice :

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

Tableau 40 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

## 8.2. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

### 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 149 m au maximum pour le parc éolien de Chaintrix-Bierges.

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 mat non balayée par le rotor, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Chaintrix-Bierges. La machine G114, de hauteur totale 149 m, est la plus impactante pour le calcul de la zone d'effet totale du phénomène, tandis que les caractéristiques de la machine G132, de plus grand rayon de rotor, définissent une zone d'impact plus importante. **Les degrés d'exposition des deux éoliennes sont donc calculés et comparés dans le tableau suivant. Ils aboutissent à la même intensité d'exposition.**

$Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  est la zone d'effet,  $d$  le degré d'exposition,  $R$  est le rayon du rotor ( $R = 57$  m pour la G114 et  $66$  m pour la G132),  $H$  la hauteur au moyeu ( $H = 93$  m pour la G114 et  $84$  m pour la G132),  $L$  la largeur du mat ( $L = 4,5$  m pour la G114 et  $4,27$  m pour la G132) et  $LB$  la largeur maximale de la pale ( $LB = 3,98$  m pour la G114 et  $4,5$  m pour la G132).

Effondrement de l'éolienne				
Eolienne étudiée	Zone d'impact en $m^2$ $Z_I = (H \times L) + (3 \times R \times LB / 2)$	Zone d'effet du phénomène étudié en $m^2$ $Z_E = \pi \times (H + R)^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en % $d = (Z_I / Z_E) \times 100$	Intensité
G114	759	70 686	1,07 %	Exposition forte
G132	804	70 686	1,14 %	

Tableau 41 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne

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

#### Gravité

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

- Plus de 100 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important » ;
- Au plus 1 personne exposée → « Sérieux » ;
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré ».

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

Effondrement de l'éolienne						
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés 1 personne / 100 ha		Terrains aménagés mais peu fréquentés 1 personne / 10 ha		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
C1	6,97	0,07	-	-	0,07	Sérieuse
C2	6,97	0,07	0,7	0,01	0,08	Sérieuse
C3	6,82	0,07	0,15	0,01	0,08	Sérieuse
C4	6,78	0,07	0,19	0,02	0,09	Sérieuse
C5	6,97	0,07	-	-	0,07	Sérieuse
C6	6,82	0,07	0,15	0,01	0,08	Sérieuse
C7	6,97	0,07	-	-	0,07	Sérieuse
C8	6,97	0,07	0,1	0,01	0,08	Sérieuse

Tableau 42 : Evaluation de la gravité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne

Remarque 1 : 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 x 10 <sup>-4</sup>	Retour d'expérience
Specification of minimum distances	1,8 x 10 <sup>-4</sup> (Effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Tableau 43 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience<sup>1</sup>, soit une probabilité de 4,47 x 10<sup>-4</sup> 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.

<sup>1</sup> Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

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

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

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

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

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

### Acceptabilité

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

Effondrement de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
C1	Sérieuse	Acceptable
C2	Sérieuse	Acceptable
C3	Sérieuse	Acceptable
C4	Sérieuse	Acceptable
C5	Sérieuse	Acceptable
C6	Sérieuse	Acceptable
C7	Sérieuse	Acceptable
C8	Sérieuse	Acceptable

Tableau 44 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « effondrement de l'éolienne »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de Chaintrix-Bierges, 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 (Wind energy production in cold climate), une grande partie du territoire français (hors zones de montagnes) 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 mat de l'éolienne. Pour le parc éolien de Chaintrix-Bierges, **la zone d'effet a donc un rayon de 66 mètres** (diamètre rotor maximal correspondant à celui de la Gamesa G132). 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). Dans le cas présent, le scénario le plus impactant correspond à celui de l'éolienne G132.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien de Chaintrix-Bierges.  $Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  est la zone d'effet,  $d$  le degré d'exposition,  $R$  est le rayon du rotor ( $R = 66$  m),  $SG$  est la surface du morceau de glace majorant ( $SG = 1$  m<sup>2</sup>).

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
$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	Exposition modérée
1	13 685	0,01%	

Tableau 45 : 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 1 000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1 000 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	Terrains non aménagés et très peu fréquentés 1 personne / 100 ha		Terrains aménagés mais peu fréquentés 1 personne / 10 ha		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
C1	1,37	0,014	-	-	0,01	Modérée
C2	1,37	0,014	-	-	0,01	Modérée
C3	1,31	0,013	0,06	0,006	0,02	Modérée
C4	1,31	0,013	0,06	0,006	0,02	Modérée
C5	1,37	0,014	-	-	0,01	Modérée
C6	1,31	0,013	0,06	0,006	0,02	Modérée
C7	1,37	0,014	-	-	0,01	Modérée
C8	1,37	0,014	-	-	0,01	Modérée

Tableau 46 : 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 ci-après rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Chaintrix-Bierges, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable).

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.

Chute de glace		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
C1	Modérée	Acceptable
C2	Modérée	Acceptable
C3	Modérée	Acceptable
C4	Modérée	Acceptable
C5	Modérée	Acceptable
C6	Modérée	Acceptable
C7	Modérée	Acceptable
C8	Modérée	Acceptable

Tableau 47 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de Chaintrix-Bierges, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.



### 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, soit 66 mètres (diamètre rotor maximal correspondant à celui de la Gamesa G132).

#### Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne, dans le cas du parc éolien de Chaintrix-Bierges.  $Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $d$  le degré d'exposition,  $R$  le rayon du rotor ( $R=66$  m) et  $LB$  la largeur maximale de la pale ( $LB=4,5$  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
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	Exposition forte
149	13 685	1,09 %	

Tableau 48 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute d'éléments

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 d'éléments, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 100 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important » ;
- Au plus 1 personne exposée → « Sérieux » ;
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré ».

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

Eolienne	Chute de glace				Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés 1 personne / 100 ha	Nombre de personnes exposées	Terrains aménagés mais peu fréquentés 1 personne / 10 ha	Nombre de personnes exposées		
C1	1,37	0,014	-	-	0,01	Sérieuse
C2	1,37	0,014	-	-	0,01	Sérieuse
C3	1,31	0,013	0,06	0,006	0,02	Sérieuse
C4	1,31	0,013	0,06	0,006	0,02	Sérieuse
C5	1,37	0,014	-	-	0,01	Sérieuse
C6	1,31	0,013	0,06	0,006	0,02	Sérieuse
C7	1,37	0,014	-	-	0,01	Sérieuse
C8	1,37	0,014	-	-	0,01	Sérieuse

Tableau 49 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

#### Probabilité

Peu d'éléments sont disponibles dans la littérature pour évaluer la fréquence des événements de chute de pales ou d'éléments d'éoliennes. Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit  $4,47 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an). Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Evènement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

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

#### Acceptabilité

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

Chute d'éléments de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
C1	Sérieuse	Acceptable
C2	Sérieuse	Acceptable
C3	Sérieuse	Acceptable
C4	Sérieuse	Acceptable
C5	Sérieuse	Acceptable
C6	Sérieuse	Acceptable
C7	Sérieuse	Acceptable
C8	Sérieuse	Acceptable

Tableau 50 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de Chaintrix-Bierges, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

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

### Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 mètres par rapport au mât de l'éolienne (source : Trame type INERIS, Mai 2012). On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie indiquent 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 du chapitre 10.4 (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 pales ou de fragment de pales, 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 projection de pales et de fragments de pale de l'éolienne Gamesa G132 (éolienne proposant le scénario le plus impactant) dans le cas du parc éolien de Chaintrix-Bierges.  $Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $d$  le degré d'exposition,  $R$  le rayon du rotor ( $R = 66$  m) et  $LB$  la largeur maximale de la pale ( $LB = 4,5$  m).  $R_E^2$  correspond au rayon de la zone d'effet, soit 500 mètres. Il n'est pas à confondre avec le  $R$  du rayon du rotor.

Projection de pales ou de fragments de pales			
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
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R_E^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	Exposition modérée
149	785 398	0,019%	

Tableau 51 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pales ou de fragments de pales »

### 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 mètres autour de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1 000 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 pales ou de fragments de pales						
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés 1 personne / 100 ha		Terrains aménagés mais peu fréquentés 1 personne / 10 ha		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
C1	77,8	0,78	0,62	0,06	0,84	Modérée
C2	77,4	0,77	1,19	0,12	0,89	Modérée
C3	77,4	0,77	1,1	0,11	0,88	Modérée
C4	77,6	0,78	0,9	0,09	0,87	Modérée
C5	77,9	0,78	0,6	0,06	0,84	Modérée
C6	77,8	0,78	0,7	0,07	0,84	Modérée
C7	77,9	0,78	0,6	0,06	0,84	Modérée
C8	77	0,77	1,53	0,15	0,92	Modérée

Tableau 52 : 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 assessment 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 53 : 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 événements pour 15 667 années d'expérience, soit  $7,66 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C » : « 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 61 400-22 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 ;
- Utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre, de carbone, résines, etc.).

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

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

### Acceptabilité

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

Projection de pales ou de fragments de pales		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
C1	Modérée	Acceptable
C2	Modérée	Acceptable
C3	Modérée	Acceptable
C4	Sérieuse	Acceptable
C5	Sérieuse	Acceptable
C6	Modérée	Acceptable
C7	Modérée	Acceptable
C8	Modérée	Acceptable

Tableau 54 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pales ou de fragments de pales »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de Chaintrix-Bierges, 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 dommages 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 10.4 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 :

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

Soit au maximum **324 m** pour les éoliennes du parc éolien de Chaintrix-Bierges.

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (voir n°17 du chapitre 10.4). A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

### Intensité

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

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

L'éolienne Gamesa G132 étant la plus impactante pour ce scénario, c'est ce modèle qui sera étudié. Z<sub>I</sub> est la zone d'impact, Z<sub>E</sub> la zone d'effet, d le degré d'exposition, R le rayon rotor (R= 66 m), H la hauteur au moyeu (H= 84 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace – Eoliennes E1, E2, E4, E5 et E6			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z <sub>I</sub> = SG	Z <sub>E</sub> = π x [1,5 x (H+2 x R)] <sup>2</sup>	d = (Z <sub>I</sub> /Z <sub>E</sub> ) x 100	Exposition modérée
1	329 792	0,0003 %	

Tableau 55 : 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 1 000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1 000 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 glace						
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés 1 personne / 100 ha		Terrains aménagés mais peu fréquentés 1 personne / 10 ha		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
C1	32,7	0,33	0,3	0,03	0,35	Modérée
C2	32,8	0,33	0,6	0,06	0,39	Modérée
C3	32,7	0,33	0,3	0,03	0,36	Modérée
C4	32,5	0,33	0,5	0,05	0,37	Modérée
C5	33	0,33	0,05	0,01	0,33	Modérée
C6	32,7	0,33	0,3	0,03	0,36	Modérée
C7	33	0,33	-	-	0,33	Modérée
C8	32,5	0,32	0,48	0,05	0,37	Modérée

Tableau 56 : 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 les éléments suivants :

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

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

### Acceptabilité

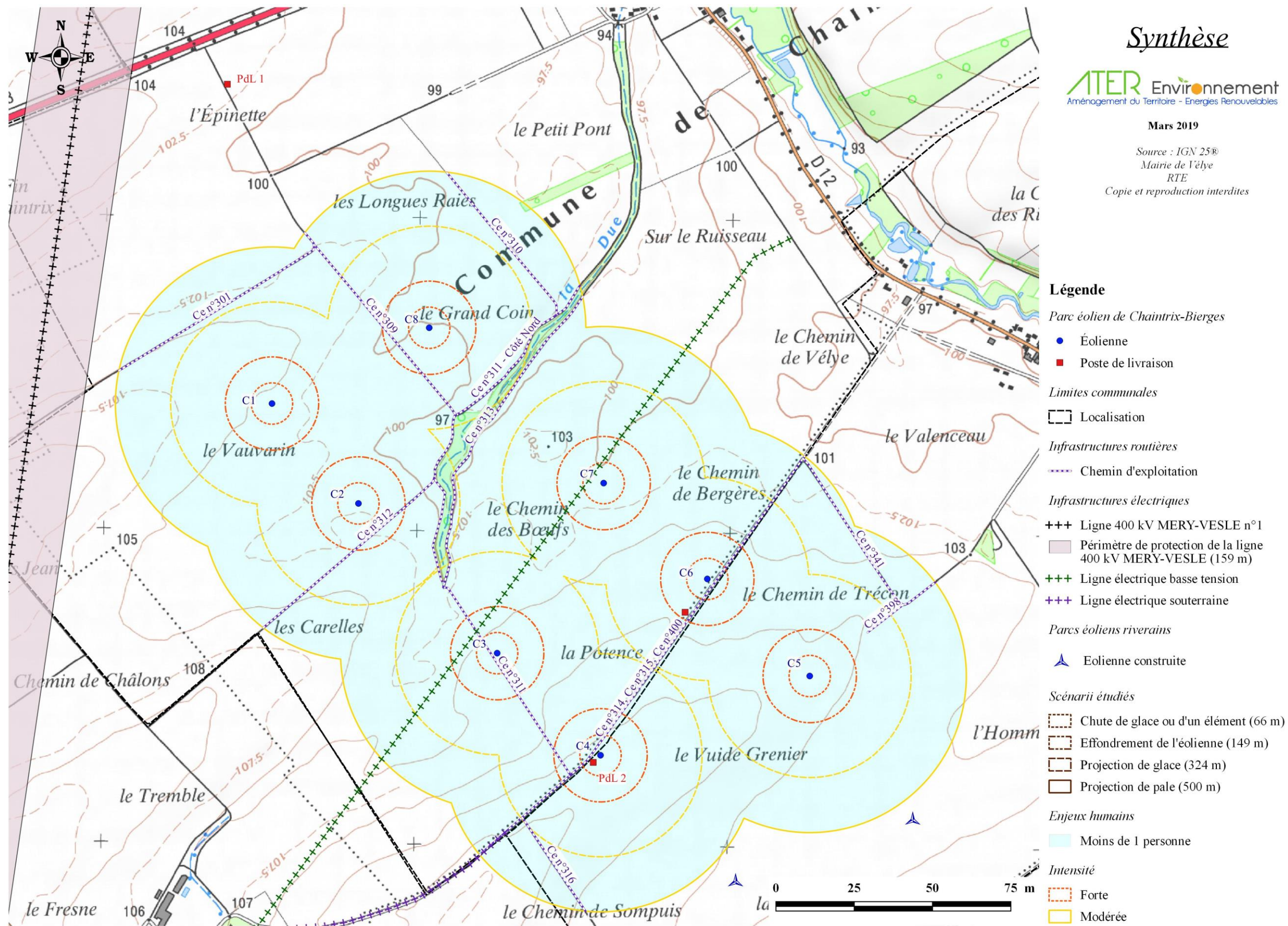
Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Chaintrix-Bierges, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de morceaux de glace			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de déduction de glace et procédure de redémarrage	Niveau de risque
C1	Modérée	Oui	Acceptable
C2	Modérée	Oui	Acceptable
C3	Modérée	Oui	Acceptable
C4	Modérée	Oui	Acceptable
C5	Modérée	Oui	Acceptable
C6	Modérée	Oui	Acceptable
C7	Modérée	Oui	Acceptable
C8	Modérée	Oui	Acceptable

Tableau 57 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de morceaux de glace »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de Chaintrix-Bierges, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.





Carte 15 : 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 probabilité et la gravité.

Scenario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Risque
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition forte	D	Sérieuse C1 à C8	Très faible
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Exposition forte	C	Sérieuse C1 à C8	Faible
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée C1 à C8	Faible
Projection de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée C1 à C8	Très faible
Projection de glace	1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée C1 à C8	Très faible

Tableau 58 : 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-après, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-avant sera utilisée.

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

- Chute d'éléments des éoliennes C1 à C8 (scénarios C<sub>e1</sub> à C<sub>e8</sub>) ;
- Chute de glace des éoliennes C1 à C8 (scénarios C<sub>g1</sub> à C<sub>g8</sub>) ;
- Effondrement des éoliennes C1 à C8 (scénarios E<sub>r1</sub> à E<sub>r8</sub>) ;
- Projection de glace des éoliennes C1 à C8 (scénarios P<sub>g1</sub> à P<sub>g8</sub>) ;
- Projection de pale des éoliennes C1 à C8 (scénarios P<sub>p1</sub> à P<sub>p8</sub>).

Conséquence / Gravité	Classes de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Er1 à Er8	Ce1 à Ce8	Jaune	Rouge
Modéré	Vert	Pp1 à Pp8	Vert	Pg1 à Pg8	Cg1 à Cg8

E<sub>r</sub> : Effondrement éolienne ; C<sub>g</sub> : Chute de glace ; C<sub>e</sub> : Chute d'éléments ; P<sub>p</sub> : Projection de pales ; P<sub>g</sub> : Projection de glace

Légende de la matrice :

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

Tableau 59 : 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 à la page précédente. 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 risques d'accidents majeurs identifiés** pour le parc éolien de Chaintrix-Bierges sont ceux les plus fréquents au regard de l'accidentologie, à savoir :

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

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

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

Dans la zone de surplomb des éoliennes, là où s'observent la chute de glace et d'éléments, l'enjeu humain oscille entre 0,01 et 0,02 personne, engendrant une gravité qualifiée de modérée pour la chute de glace et de sérieuse pour la chute d'éléments. Sur cette zone, seuls des champs sont présents ainsi que quelques chemins ruraux et d'exploitation. L'enjeu humain reste inférieur à 1 personne.

Dans la zone d'effondrement de la machine (dite également zone de ruine), l'enjeu humain varie entre 0,07 et 0,09 personne. Sur cette zone, seuls sont présents des champs ainsi que quelques chemins ruraux et d'exploitation. En l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain reste nettement inférieur à 1 personne, la gravité est qualifiée de sérieuse.

Dans la zone de projection de glace, l'enjeu humain est compris entre 0,33 et 0,39 personne. Sur cette zone, seuls sont présents des champs ainsi que quelques chemins ruraux et d'exploitation. Toutefois, en l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain reste nettement inférieur à 1 personne, la gravité est qualifiée de modérée.

Enfin, sur le reste de la zone, l'enjeu humain reste modéré puisqu'il s'agit, pour l'essentiel, de champs pour lesquels il est compris entre 0,84 et 0,92 personne. Sur cette zone, seuls sont présents des champs ainsi que quelques chemins ruraux et d'exploitation. Toutefois, en l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain reste nettement inférieur à 1 personne, la gravité est qualifiée de modérée.

La SEPE Chaintrix-Bierges, de par sa démarche en amont, a réussi à limiter les risques. En effet, elle a choisi de s'éloigner des habitations et les distances aux différentes infrastructures sont suffisantes pour avoir un risque acceptable au niveau des 5 accidents majeurs identifiés.

De plus, l'installation est conforme à la réglementation en vigueur (arrêté du 26/08/2011 relatif aux ICPE) et aux normes de construction.

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

- Des barrières de prévention avec :
  - Des balisages des éoliennes ;
  - Des détecteurs de feux ;
  - Des détecteurs de survitesse ;
  - Un système anti-foudre ;
  - 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 régulière avec des vérifications étendues :
  - 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 scénarii étudiés est en zone de risques très faible à faible, 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 du parc éolien de Chaintrix-Bierges sont suffisantes pour garantir un risque acceptable pour chacun des phénomènes dangereux retenus dans l'étude détaillée.**





# 10 ANNEXES

## 10.1. SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE

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 listés ci-après reprend celle utilisée dans le tableau de l'analyse préliminaire des risques, avec un regroupement des scénarios par thématique, en fonction des typologies d'événements 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 où plusieurs conditions seraient réunies (exemple : 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 sont fournis. La méthodologie suivante pourra aider à déterminer l'ensemble des scénarios devant être analysés :

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

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

- 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 (à savoir la perte d'un élément nécessaire au fonctionnement de l'installation). 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, etc.) ;
- 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, etc.) ;
- 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 dangers. Plusieurs mesures pourront être mises en place (photographie du fond de fouille des fondations pour montrer que la nappe phréatique n'a pas été atteinte, comblement des failles karstiques par des billes d'argile, utilisation de graisses végétales pour les engins, etc.).

### Scénario F01

En cas de rupture de flexible, perçage d'un contenant, etc., il peut y avoir une fuite d'huile, graisse ou autres fluides, 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 ou autres produits. Ces produits dangereux pour l'environnement peuvent s'échapper de l'éolienne ou être renversés hors de cette dernière et infiltrer les sols environnants.

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

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

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

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

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

Les scénarios de chutes concernent les éléments d'assemblage des aérogénérateurs. Ces chutes sont déclenchées par la dégradation d'éléments (corrosion, fissures, etc.) 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, etc.

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

L'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite au 10.1.2 de la présente partie (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, etc.), conditions climatiques (averses violentes de grêle, foudre, etc.) - 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).

Facteurs aggravants : Infiltration d'eau et formation de glace dans une fissure, vents violents, emballement de l'éolienne.

### Scénario 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 E07)

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, etc.

## 10.2. PROBABILITE 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 dans laquelle 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, etc.), à un système technique (mise sous pression d'un gaz, etc.), à une disposition (élévation d'une charge, etc.), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible [pneumatique ou potentielle] qui caractérisent le danger).

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

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

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

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

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

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



**Intensité des effets d'un phénomène dangereux :** Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

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

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

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

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

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

**Réduction du risque :** Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associées 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* ;

DDRM de la Marne (2012) – 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 Champagne-Ardenne (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 ingenieuresgesellschaft, 2004 ;
- Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public;
- Interest Energy Research Program, 2006 ;
- Omega 10 : Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005 ;
- Arrêté du 26 aout 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003 ;
- 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 Tammelín 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;
- DDRM de la Marne (2012) – Dossier Départemental des Risques Majeurs ;
- INERIS/SER/FEE (2012) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens ;
- SRE Champagne-Ardenne (2012) – Schéma Régional Eolien ;
- Carte Communale de Vélye (2007)
- 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.statistiques-locales.insee.fr](http://www.statistiques-locales.insee.fr)

## 10.5. TABLE DES ILLUSTRATIONS

### 10.5.1. Liste des figures

Figure 1 : Historique du groupe SIEMENS GAMESA (source : SIEMENS GAMESA, 2017)	7
Figure 2 : Quelques chiffres (source : SIEMENS GAMESA, 2017)	8
Figure 3 : Etapes de la vie d'un parc éolien (source : SIEMENS GAMESA, 2017)	8
Figure 4 : Illustration des températures de 1930 - 2017 – Station de Reims-Champagne (source : Météo-France, 2017)	16
Figure 5 : Illustration des précipitations de 1930 à 2017 – Station de Reims-Champagne (source : Météo-France, 2017)	16
Figure 6 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale) (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	29
Figure 7 : Écorché simplifié de l'intérieur de la nacelle SIEMENS – SWT 113 (source : SIEMENS, 2015)	31
Figure 8 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –	36
Figure 9 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	40
Figure 10 : Vue en coupe des tranchées pour un câble HTA passé	41
Figure 11 : <i>Planning des travaux</i>	43
Figure 12 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	49
Figure 13 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	53

### 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 : Principales caractéristiques des machines (source : SIEMENS GAMESA, 2017)	6
Tableau 3 : Référence administrative de la société SEPE Chaintrix-Bierges (source : SIEMENS GAMESA, 2017)	7
Tableau 4 : Référence de signataire pouvant engager la société (source : SIEMENS GAMESA, 2017)	7
Tableau 5 : Identification des parcelles cadastrales (source : SIEMENS GAMESA, 2019)	9
Tableau 6 : Quelques indicateurs de la population et leur logement (INSEE, 2012)	13
Tableau 7 : Liste des établissements ICPE présents sur les communes de Chaintrix-Bierges et Vélye (source : Basias et Installationsclassées, 2017)	15
Tableau 8 : Synthèse des risques majeurs sur les communes de Chaintrix-Bierges, Trécon et Vélye (source : Arrêté préfectoral du 07 janvier 2016, 2016)	17
Tableau 9 : Inventaires des arrêtés de catastrophe naturelle (source : prim.net, 2017)	17
Tableau 10 : Cavité recensée sur la commune de Vélye (source : géorisques.gouv.fr, 2017)	18
Tableau 11 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières intégrant le périmètre d'étude de dangers (source : cadastre.gouv.fr, IGN 25 et Orthophotographie, 2019)	21
Tableau 12 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non urbanisés	24
Tableau 13 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C1	24
Tableau 14 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C2	24
Tableau 15 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C3	25
Tableau 16 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C4	25
Tableau 17 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C5	25
Tableau 18 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C6	25
Tableau 19 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C7	25
Tableau 20 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne C8	26
Tableau 21 : Récapitulatif des enjeux humains	27
Tableau 22 : Coordonnées géographiques du parc éolien (source : SIEMENS GAMESA, 2019)	30
Tableau 23 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012	33
Tableau 24 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE	39
Tableau 25 : Produits sortants de l'installation	45

Tableau 26 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)	46
Tableau 27 : Quantification du développement éolien envisagé à l'horizon 2020 (source : SRE, 2012)	46
Tableau 28 : Liste des incidents intervenus en France (source : Base de données ARIA, mise à jour 29/01/2019)	51
Tableau 29 : Liste des accidents humains inventoriés	51
Tableau 30 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	51
Tableau 31 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	52
Tableau 32 : Distances des éoliennes aux routes situées à moins de 200 m et pouvant constituer une agression externe (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	55
Tableau 33 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	56
Tableau 34 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	58
Tableau 35 : Ensemble des fonctions de sécurité (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	62
Tableau 36 : Scénarios exclus (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	62
Tableau 37 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	63
Tableau 38 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)	64
Tableau 39 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)	64
Tableau 40 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	65
Tableau 41 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne	65
Tableau 42 : Evaluation de la gravité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne	66
Tableau 43 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	66
Tableau 44 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « effondrement de l'éolienne »	66
Tableau 45 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace	67
Tableau 46 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute de glace »	67
Tableau 47 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »	67
Tableau 48 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute d'éléments	68
Tableau 49 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »	68
Tableau 50 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »	68
Tableau 51 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pales ou de fragments de pales »	69
Tableau 52 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	69
Tableau 53 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	69
Tableau 54 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pales ou de fragments de pales »	70
Tableau 55 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de glace »	70
Tableau 56 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de morceaux de glace »	71
Tableau 57 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de morceaux de glace »	71
Tableau 58 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc	73
Tableau 59 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	73
Tableau 60 : Altitudes et coordonnées en WGS 84 (source : SIEMENS GAMESA, 2019)	83



### 10.5.3. Liste des cartes

Carte 1 : Implantation de SIEMENS GAMESA en France (source : SIEMENS GAMESA, 2017)	8
Carte 2 : Localisation géographique de l'installation	10
Carte 3 : Périmètre d'étude de dangers	12
Carte 4 : Distance des éoliennes par rapport aux habitations	14
Carte 5 : Gisement éolien de l'ancienne région Champagne-Ardenne à 50 m d'altitude – Légende : Etoile rouge / Localisation de la zone d'implantation du projet (source : Schéma Régional Eolien, 2012)	17
Carte 6 : Sensibilité de la zone d'étude de dangers aux phénomènes d'inondations par remontée de nappe	18
Carte 7 : Mouvements de terrain	18
Carte 8 : Zonage sismique dans l'ancienne région Champagne-Ardenne– Légende : Etoile bleue / localisation du périmètre d'étude de dangers (source : planseisme.fr, 2015)	19
Carte 9 : Densité de foudroiement / Légende : Etoile rouge – Localisation de la zone d'implantation (source : Météo France, 2015)	19
Carte 10 : Chemins d'exploitation de Chaintrix-Bierges et Vélye	21
Carte 11 : Enjeux matériels dans le périmètre d'étude de dangers	22
Carte 12 : Enjeux humains dans le périmètre d'étude de dangers	28
Carte 13 : Hypothèse de raccordement interne du parc éolien de Chaintrix-Bierges	42
Carte 14 : Carte des territoires favorables au développement éolien – Etoile rouge : Localisation du projet (source : SRE, 2012)	47
Carte 15 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers	72

### 10.6. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES EOLIENNES

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

Eolienne	Altitude au sol (m-NGF)	Hauteur maximale de l'éolienne (m)	Altitude sommitale (m-NGF)	Longitude	Latitude
C1	103	149	252	4° 5' 21,9768" E	48° 53' 15,2772" N
C2	101,8	149	250,8	4° 5' 35,3076" E	48° 53' 4,8372" N
C3	106,3	149	255,3	4° 5' 56,724" E	48° 52' 49,1556" N
C4	116	149	265	4° 6' 12,6972" E	48° 52' 38,4528" N
C5	112	149	261	4° 6' 45,6552" E	48° 52' 46,3368" N
C6	107,4	149	256,4	4° 6' 29,8188" E	48° 52' 56,5212" N
C7	101,5	149	250,5	4° 6' 13,7844" E	48° 53' 6,5796" N
C8	100,3	149	249,3	4° 5' 46,788" E	48° 53' 22,8876" N

Tableau 60 : Altitudes et coordonnées en WGS 84 (source : SIEMENS GAMESA, 2019)

## 10.7. K-BIS DE LA SEPE CHAINTRIX-BIERGES

Greffe du Tribunal de Commerce de Lyon  
14 RUE DE BONNEL  
69433 LYON CEDEX 03

Code de vérification : kZ3sf8mMa  
<https://www.infogreffe.fr/controla>

N° de gestion 2016B07515



Extrait Kbis

### EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIETES à jour au 17 décembre 2017

#### IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE

Immatriculation au RCS, numéro	824 437 701 R.C.S. Lyon
Date d'immatriculation	19/12/2016
Dénomination ou raison sociale	<b>SOCIETE D'EXPLOITATION DU PARC EOLIEN DE CHAINTRIX BIERGES</b>
Forme juridique	Société à responsabilité limitée (Société à associé unique)
Capital social	1,00 Euros
Adresse du siège	97 Allée Alexandre Borodine Immeuble Cèdre 3 69800 Saint-Priest
Activités principales	La promotion et la commercialisation d'installations électriques à partir d'énergies renouvelables et notamment au travers de parcs éoliens ; la gestion des dites installations ; la promotion et la gestion d'infrastructures électriques nécessaires aux dites centrales de génération à énergies renouvelables.
Durée de la personne morale	Jusqu'au 19/12/2115
Date de clôture de l'exercice social	30 septembre

#### GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTROLE, ASSOCIES OU MEMBRES

##### Gérant

Nom, prénoms	ARRIZABALAGA ALBERDI Javier
Date et lieu de naissance	Le 12/09/1974 à San Sebastian (Espagne)
Nationalité	Espagnole
Domicile personnel	Rio Urbi 181 31620 Gorraiz (Espagne)

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

Adresse de l'établissement	97 Allée Alexandre Borodine Immeuble Cèdre 3 69800 Saint-Priest
Nom commercial	SEPE DE CHAINTRIX BIERGES
Activité(s) exercée(s)	La promotion et la commercialisation d'installations électriques à partir d'énergies renouvelables et notamment au travers de parcs éoliens ; la gestion des dites installations ; la promotion et la gestion d'infrastructures électriques nécessaires aux dites centrales de génération à énergies renouvelables.
Date de commencement d'activité	14/12/2016
Origine du fonds ou de l'activité	Création
Mode d'exploitation	Exploitation directe

Le Greffier



FIN DE L'EXTRAIT