



VOLUME 5.2 – ETUDE DE DANGERS

Parc éolien de Vallée de Moÿ

Communes de Ly-Fontaine et de Benay

Département : Aisne (02)

Mars 2020 – 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 : 06 11 92 52 66 – Mail : ludovic.toudic@ater-environnement.fr

Rédacteur : Mr Ludovic TOUDIC

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	5		
1.1.	OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS.....	5		
1.2.	CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	5		
1.3.	NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES.....	6		
2	INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION	7		
2.1.	RENSEIGNEMENT ADMINISTRATIF	7		
2.2.	LOCALISATION DU SITE	11		
2.3.	DEFINITION DU PERIMETRE DE L'ETUDE	11		
3	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	13		
3.1.	ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE.....	13		
3.2.	ENVIRONNEMENT NATUREL.....	16		
3.3.	ENVIRONNEMENT MATERIEL	21		
3.4.	CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE.....	25		
4	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	33		
4.1.	CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	33		
4.2.	FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	35		
4.3.	FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION	45		
5	IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	47		
5.1.	POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	47		
5.2.	POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	48		
5.3.	REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE	48		
6	ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	51		
6.1.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	51		
6.2.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL.....	54		
6.3.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT	54		
6.4.	SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	55		
6.5.	LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE	55		
7	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	57		
7.1.	OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	57		
7.2.	RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES	57		
7.3.	RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES.....	57		
7.4.	SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	58		
7.5.	EFFETS DOMINOS SUR LES ICPE.....	60		
7.6.	MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	61		
7.7.	CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	64		
8	ETUDES DETAILLEES DES RISQUES	65		
8.1.	RAPPEL DES DEFINITIONS	65		
8.2.	DETERMINATION DES PARAMETRES POUR L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	68		
8.3.	SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	75		
9	CONCLUSIONS	77		
10	ANNEXES	79		
10.1.	SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	79		
10.2.	PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL	81		
10.3.	GLOSSAIRE.....	81		
10.4.	BIBLIOGRAPHIE	83		
10.5.	TABLE DES ILLUSTRATIONS	84		
10.6.	COORDONNEES WGS 84	85		
10.7.	K-BIS DE LA SOCIETE « ENERTRAG AISNE XI SCS »	86		
10.8.	INFORMATIONS SUR LA « TYPE CERTIFICATE » DE LA MACHINE GE 4,8 - 158	87		
10.9.	ATTESTATION DE LA MAIRIE DE LY-FONTAINE SUR L'UTILISATION DE LA DECHARGE	88		

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 la société « ENERTRAG Aisne XI SCS », Maître d'Ouvrage et futur exploitant du parc, pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de Vallée de Moÿ, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, et que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre, ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

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

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

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

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

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

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

(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 Vallée de Moÿ comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (120,9 m à hauteur de moyeu pour ce site) : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

Pour mémoire : De manière plus précise, le projet du parc éolien de Vallée de Moÿ est constitué de 8 éoliennes General Electric (GE 4,8 - 158) d'une puissance totale de 38,4 MW. La hauteur en bout de pale est de 199,9 m pour une puissance nominale de 4,8 MW.

Nom de la machine	Constructeur	Puissance (MW)	Hauteur au moyeu (m)	Diamètre rotor (m)	Hauteur en bout de pale (m)
GE 4,8 - 158	General Electric	4,8	120,9	158	199,9

Tableau 2 : Caractéristiques des éoliennes pour le projet (source : General Electric, 2018)

2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1. RENSEIGNEMENT ADMINISTRATIF

Le demandeur est la société « ENERTRAG Aisne XI SCS », le Maître d'Ouvrage du projet et futur exploitant du parc.

L'objectif final de la société « ENERTRAG Aisne XI SCS » est la construction du parc avec les éoliennes les plus adaptées au site, la mise en service, l'exploitation et la maintenance du parc pour le compte de la société ENERTRAG AG, Etablissement France pendant la durée de vie du parc éolien.

La société « ENERTRAG Aisne XI SCS » sollicite l'ensemble des autorisations liées à ce projet et prend l'ensemble des engagements en tant que future société exploitante du parc éolien.

Raison sociale	« ENERTRAG Aisne XI SCS »
Forme juridique	Société en commandite simple
Capital social	1 000 euros
Siège social	Cap Cergy - Bâtiment B - 4-6 rue des Chauffours 95015 CERGY-PONTOISE
N° Registre du Commerce	812 416 964 RCS PONTOISE
N° SIRET	830 076 444 00017
Code NAF	3511Z / Production d'électricité

Tableau 3 : Référence administrative de la société « ENERTRAG Aisne XI SCS » (source : ENERTRAG, 2018)

Nom	MASUREEL
Prénom	Vincent
Nationalité	Belge
Qualité	Directeur

Tableau 4 : Référence de signataire pouvant engager la société (source : ENERTRAG, 2018)

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

2.1.1. Le groupe ENERTRAG

Le groupe ENERTRAG AG Etablissement France est l'établissement français du groupe allemand ENERTRAG AG créé en 1998, qui est l'un des plus importants producteurs d'énergies propres en Europe avec environ 460 collaborateurs et des filiales dans trois pays parmi lesquelles la France est la plus importante. **Ce groupe familial allemand a déjà érigé plus de 630 éoliennes** outre-Rhin pour une puissance totale **de 1 160 MW**.

Le groupe ENERTRAG AG Etablissement France développe, finance, construit et exploite des parcs éoliens et photovoltaïques. Le groupe offre par ailleurs un large éventail de services d'exploitation et de maintenance. Parallèlement, à l'éolien, son cœur de métiers, ses activités s'étendent aux domaines de l'énergie sous forme d'hydrogène.

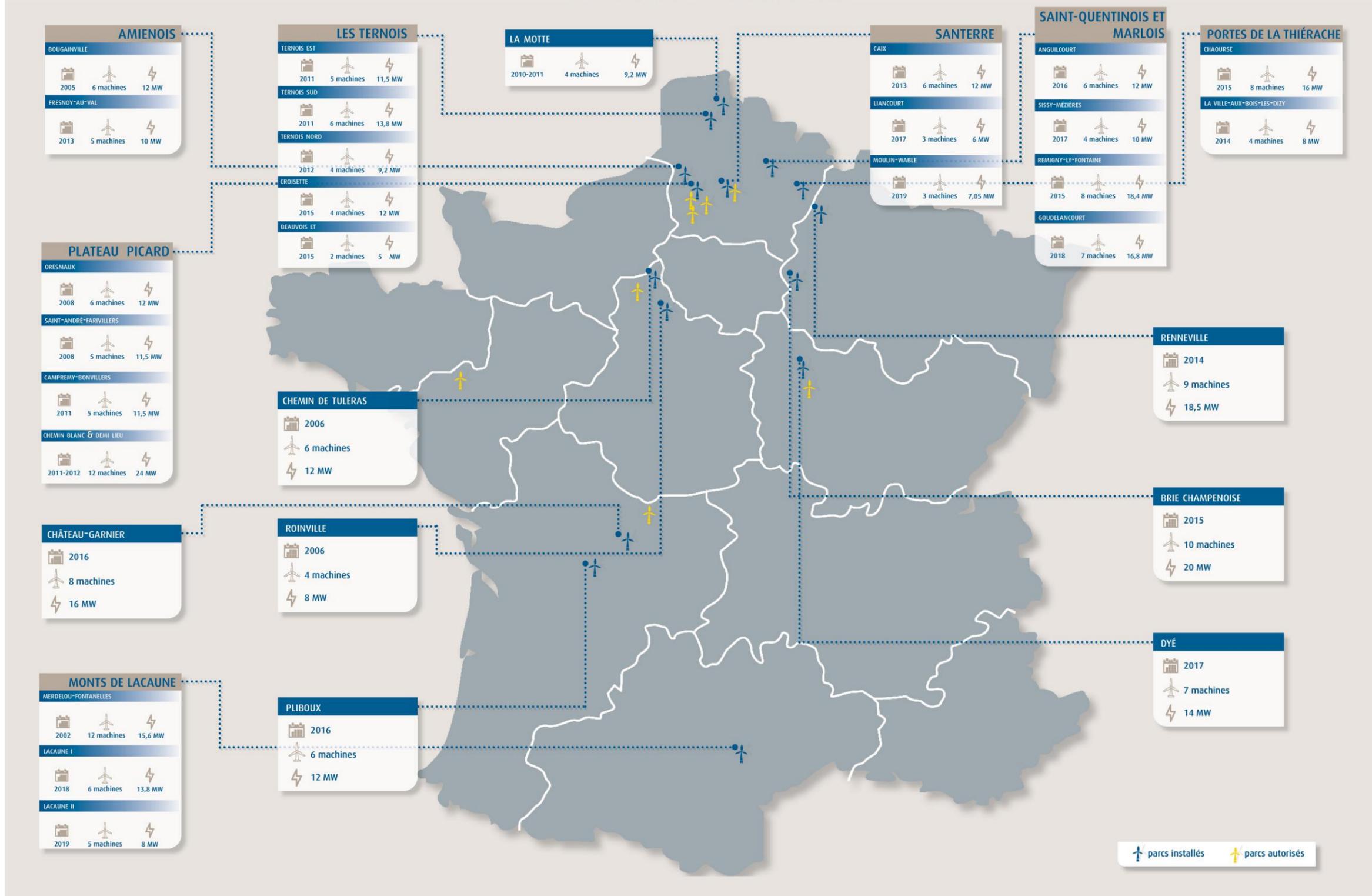


Carte 1 : Localisation des pays au sein desquels ENERTRAG développe des installations de production d'énergies renouvelables (source : ENERTRAG, 2015)

ENERTRAG en quelques chiffres (source : ENERTRAG, 2017)

- Plus de 20 ans d'expérience ;
- 460 salariés à travers l'Europe (45 en France) ;
- 667 éoliennes construites ;
- 1 400 éoliennes en exploitation pour une puissance de 2 300 MW ;
- 2,9 milliards de kWh de production annuelle ;
- 2,1 milliards d'euros d'investissement.

PARCS ÉOLIENS



Carte 2 : Localisation des parcs éoliens de la société ENERTRAG (source : ENERTRAG, 2018)

2.1.2. ENERTRAG France

Créée en 2002, ENERTRAG France SARL, basée à Cergy-Pontoise, dans le Val d'Oise (95), développe des projets sur l'ensemble de l'Hexagone. Dénommée ENERTRAG AG Etablissement France en Avril 2007, la société compte désormais 62 salariés.

La région Hauts-de-France, puis plus ponctuellement les régions Centre-Val de Loire et Occitanie, accueillent l'essentiel des parcs éoliens en production.

Le groupe fournit toutes les prestations nécessaires à la production et à la distribution d'électricité exclusivement renouvelable. ENERTRAG est maître d'ouvrage et maître d'œuvre. ENERTRAG est un développeur ensemblier, c'est-à-dire qu'il maîtrise toutes les phases du projet, de la prospection de nouveaux sites à l'exploitation des parcs, en passant par la phase de financement et celle cruciale de la maîtrise d'œuvre du chantier.

⇒ Le savoir-faire acquis par les équipes française et allemande représente un référentiel technique important pour mener à bien les projets. Il est réparti dans 4 domaines d'expertise développés dans le chapitre suivant

2.1.3. Leurs réalisations

En France

Eoliennes off-shore

En mer, les vents sont plus forts et plus réguliers. Avec 3 000 km de façades maritimes, la France possède une formidable opportunité de développement pour l'éolien marin.

La société ENERTRAG avait obtenu le premier permis de construire un parc éolien de 105 MW au large de la Côte d'Albâtre.

Eoliennes terrestres

La société ENERTRAG a développé près de 390 MW sur le territoire de la France, soit 186 machines.

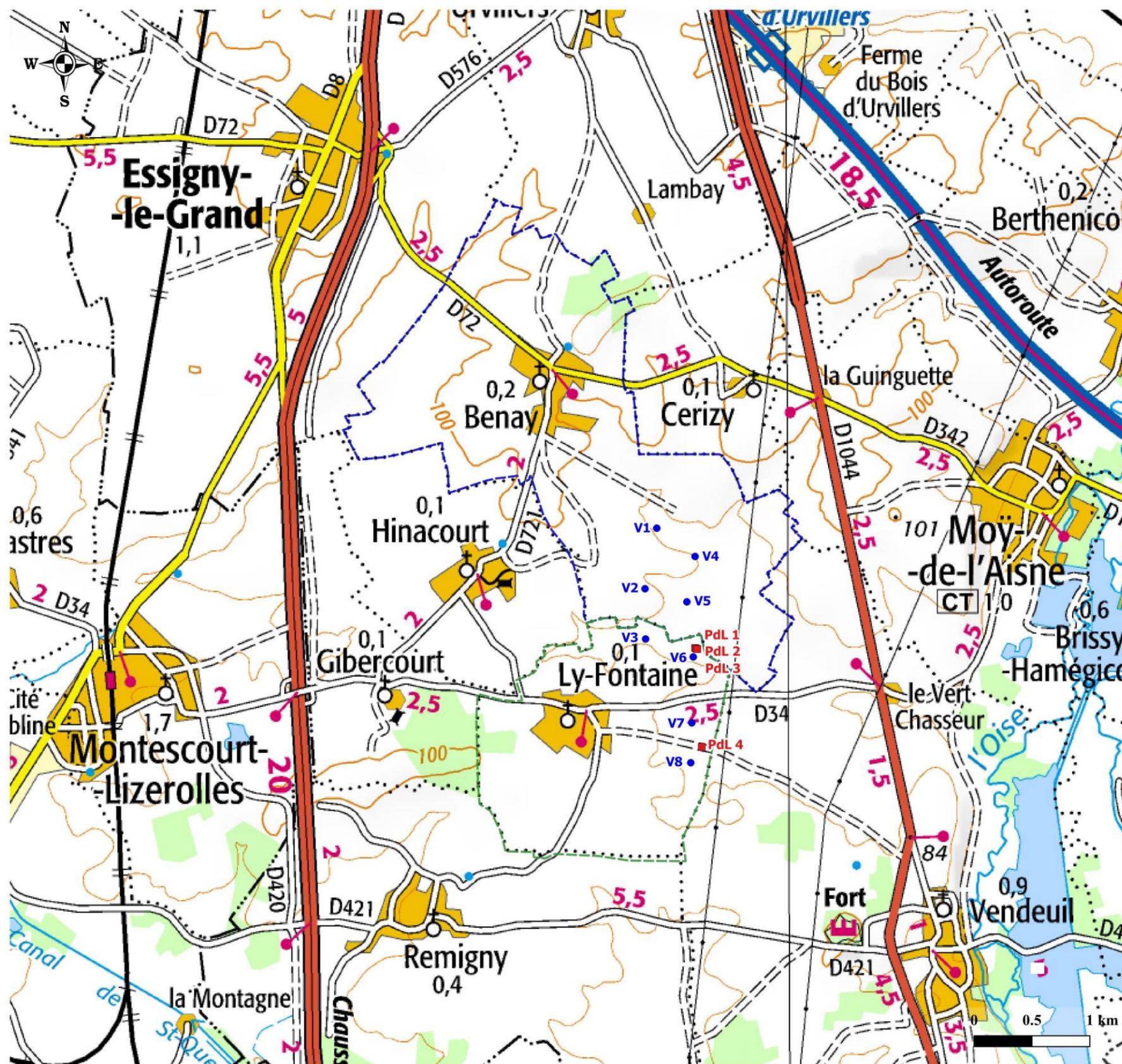
En Hauts de France

Dans la région Hauts de France, la société ENERTRAG compte 247,95 MW en exploitation, 30,75 MW autorisés ou en construction et 145,8 MW en instruction.

Dans l'Aisne, 6 parcs éoliens, d'une puissance totale de 81,2 MW sont déjà en exploitation.

Région	Parc éolien	Nombre d'éoliennes	Mise en service	Puissance (MW)
Occitanie (12)	Merdelou / Fontanelles	12	2002	15,6
Hauts-de-France (80)	Bougainville	6	2005	12,0
Centre-Val de Loire (28)	Roinville	4	2006	8,0
Centre-Val de Loire (28)	Villemeux-sur-Eure	6	2006	12,0
Hauts-de-France (80)	Oresmaux	6	2008	12
Hauts-de-France (60)	Saint-André-Farivillers	5	2008	11,5
Hauts-de-France (62)	La Motte	4	2010	9,2
Hauts-de-France (62)	Ternois Est	5	2011	11,5
Hauts-de-France (62)	Ternois Sud	6	2011	13,8
Hauts-de-France (60)	Campremy - Bonvillers	5	2011	11,5
Hauts-de-France (60)	La Demi-Lieue	6	2011	12,0
Hauts-de-France (62)	Ternois Nord	4	2012	9,2
Hauts-de-France (60)	Chemin Blanc	6	2012	12
Hauts-de-France (80)	Fresnoy-au-Val	5	2013	10
Hauts-de-France (80)	Caix	6	2013	12
Grand-Est (08)	Renneville	9	2014	18,45
Hauts-de-France (02)	La Ville-aux-Bois-lès-Dizy	4	2014	8
Hauts-de-France (02)	Remigny Ly-Fontaine	8	2015	18,4
Hauts-de-France (02)	Chaurouse	8	2015	16
Grand-Est (51)	Brie-Champenoise	10	2015	23
Hauts-de-France (62)	Croisette I	4	2015	12
Hauts-de-France (02)	Anguilcourt	6	2016	12
Nouvelle Aquitaine (79)	Pliboux	6	2016	12
Hauts-de-France (62)	Croisette II	2	2016	5
Nouvelle Aquitaine (86)	Château-Garnier	8	2016	16
Hauts-de-France (60)	Liancourt	8	2016	6
Hauts-de-France (02)	Sissy-Mézières	4	2017	10
Bourgogne-Franche-Comté (89)	Dyé	7	2017	14
Occitanie (81)	Lacaune I	6	2017	13,8
Hauts-de-France (02)	Goudelancourt	7	2018	16,8
Hauts-de-France (80)	Moulin-Wable	3	2019	7,05

Tableau 5 : Liste des parcs éoliens installés en France (source : ENERTRAG, 2020)

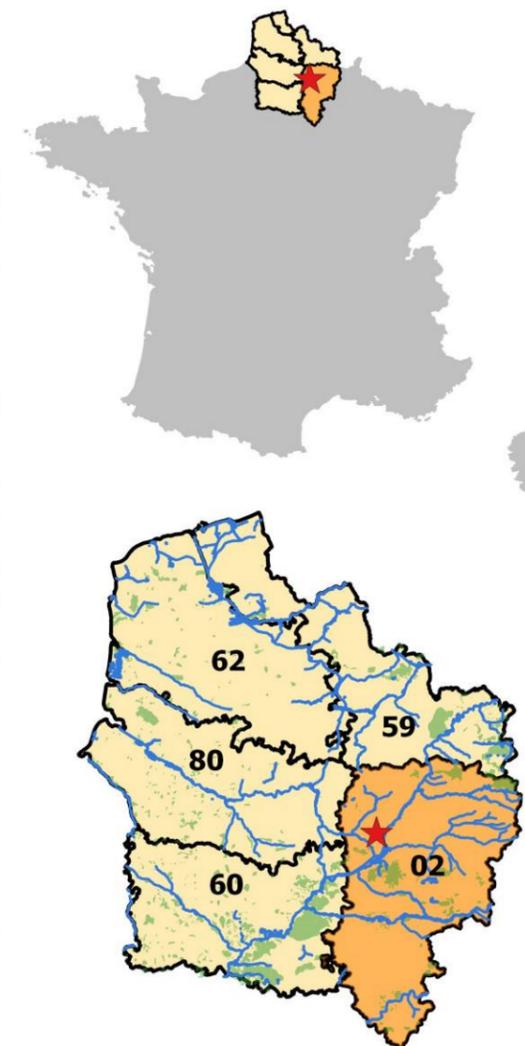


Localisation géographique

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Janvier 2020

Source : IGN Scan100®
Copie et reproduction interdites



Légende

Parc éolien de la Vallée de Moy

- Eolienne
- Postes de livraison

Limites communales

- ▭ Benay
- ▭ Ly-Fontaine
- ★ Localisation géographique

2.2. LOCALISATION DU SITE

2.2.1. Localisation générale

Le parc éolien de Vallée de Moÿ, composé de 8 aérogénérateurs, est localisé sur les territoires des communes de Benay et de Ly-Fontaine qui appartiennent à la Communauté de Communes du Val de l'Oise, dans la région Hauts de France / département de l'Aisne (voir [Carte 3](#)).

Ce site est situé à environ 10,4 km au Sud du centre-ville de Saint-Quentin, 8,4 km au Nord-Est du centre-ville de Tergnier, 14,5 km au Nord-Est du centre-ville de Chauny et 28 km au Nord-Ouest du centre-ville de Laon.

2.2.2. Identification cadastrale

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

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

Remarque : La preuve de la maîtrise foncière (attestations) se trouve en annexe du dossier intitulé « Volume 1 – Description de la demande », joint au présent dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

N° éolienne	Commune	Lieu-dit	Section	Numéro	Superficie	Propriétaires	Adresse
V1	BENAY	Les Coutures	ZE	70	25007m ²	Monsieur Jean-Pierre SPILLEBEEN	4 rue d'Hinacourt – 02440 BENAY
V2	BENAY	Caponne	ZD	57	49930m ²	Madame Agnès BOTHUYNE Monsieur Bernard BOTHUYNE	20 route d'Itancourt – 02100 NEUVILLE SAINT AMAND
V3	LY-FONTAINE	Les Carreaux	ZB	6	54580m ²	Monsieur Freddy DE VULDER Monsieur José DE VULDER	6 rue Marie de Luxembourg – 02440 LY-FONTAINE 1 rue du bois balai – 51170 MONT SUR COURVILLE
V4	BENAY	Caponne	ZD	61	54034m ²	Madame Agnès BOTHUYNE Monsieur Bernard BOTHUYNE	20 route d'Itancourt – 02100 NEUVILLE SAINT AMAND
V5	BENAY	Caponne	ZD	19	48416m ²	Madame Marceline PARINGAUX	16 Grande Rue – 02440 HINACOURT
V6	LY-FONTAINE	Le Moulin	ZB	16	122790m ²	GFA de Ly-Fontaine	19 rue Marie de Luxembourg – 02440 LY-FONTAINE
V7	LY-FONTAINE	Buisson Grand-Mère	ZC	13	38410m ²	CCAS de Ly-Fontaine	Mairie de Ly-Fontaine 02440 LY-FONTAINE
V8	LY-FONTAINE	Le Fossé Flamant	ZC	57	129435m ²	GFA de Ly-Fontaine	19 rue Marie de Luxembourg – 02440 LY-FONTAINE
PdL 1, 2 et 3	LY-FONTAINE	L'Épinette	ZB	15	42200m ²	GFA de Ly-Fontaine	19 rue Marie de Luxembourg – 02440 LY-FONTAINE
PdL 4	LY-FONTAINE	Buisson Grand-Mère	ZC	13	38410m ²	CCAS de Ly-Fontaine	Mairie de Ly-Fontaine 02440 LY-FONTAINE

[Tableau 6](#) : Identification cadastrale des éoliennes et des propriétaires engagés dans le projet – Eolienne 1 à 8 et 4 postes de livraison (source : ENERTRAG, 2018)

2.3. 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 4 structures de livraison, qui seront néanmoins représentées sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur des postes de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

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 et urbanisables

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

- **Commune de Ly-Fontaine :**
 - ✓ Centre-bourg, située à 701 m de l'éolienne V3, à 768 m de l'éolienne V7 et à 847 m de l'éolienne V8
- **Commune de Benay :**
 - ✓ Hameau « La Fontaine », situé à 1,2 km de l'éolienne V1
- **Commune de Vendeuil :**
 - ✓ Hameau « le Vert Chasseur », situé à 1,7 km des éoliennes V6 et V7 et à 1,9 km de l'éolienne V5
- **Commune de Cerizy :**
 - ✓ Centre-bourg, situé à 1,4 km de l'éolienne V1
- **Commune de Moÿ-de-l'Aisne :**
 - ✓ Hameau « la Guinguette », situé à 1,7 km de l'éolienne V4
- **Commune d'Hinacourt :**
 - ✓ Le château d'Hinacourt, situé à 1,3 km de l'éolienne V2 et à 1,4 km de l'éolienne V1

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

⇒ Dans le périmètre de la zone d'étude de dangers, aucune habitation, zone d'habitation ou zone destinée à accueillir des habitations n'est présente. La première habitation ou limite de zone destinée à l'habitation est à 701 m du parc éolien envisagé.

Focus démographique sur les communes intégrant le périmètre d'étude de dangers

Les territoires communaux intégrant le périmètre d'étude de dangers sont Benay et Ly-Fontaine, communes d'accueil de l'installation, Vendeuil et Hinacourt.

L'estimation de la population de ces communes est indiquée dans le tableau ci-après (Recensement Général de la Population, 2015).

Commune	Nb Habitant	Densité (Hab./m ²)	Nb de logement	Maisons individuelles
LY-FONTAINE	125	38,0	48	100 %
BENAY	210	31,3	90	100 %
VENDEUIL	965	63,7	409	99,3 %
HINACOURT	29	10,4	20	100 %

Tableau 7 : Quelques indicateurs de la population et leur logement (source : Insee, 2015)

Relatif aux territoires intégrant le périmètre de dangers, la commune de Vendeuil est la commune la plus peuplée. Elle compte 965 habitants en 2015 d'après les données de l'INSEE. Les autres communes ne dépassent pas les 300 habitants voire les 200 pour les communes de Benay et de Hinacourt.

Ces communes connaissent une croissance démographique relativement soutenue depuis 1999, hormis pour la commune de Hinacourt, en constante baisse démographique (-48,4% depuis 1982). Les communes de Vendeuil, Benay et Ly-Fontaine possèdent respectivement une croissance démographique de +7,5 %, +13,9 % et +71,4 %.

La densité de population estimée en 2012 à l'échelle des communes intégrant le périmètre d'étude de dangers montre que toutes les communes présentent une densité très nettement inférieure à celle du département et de la région (Aisne : 73,4 hab./km², Hauts de France : 188,2 hab./km²), **ce qui confère aux territoires d'implantation un caractère rural.**

De manière générale, l'habitat est constitué en grande majorité de maisons individuelles (en moyenne 99,5%). Notons que ces territoires comptent une ou deux zones urbanisées, localisées sur la commune de Vendeuil. **L'habitat est donc plutôt concentré.**

Document d'urbanisme

Les communes de Benay, Ly-Fontaine, Hinacourt et de Vendeuil ne disposent pas de document d'urbanisme régissant son territoire.

En l'absence de document d'urbanisme approuvé, le Règlement National de l'Urbanisme (RNU, Code de l'Urbanisme) s'applique.

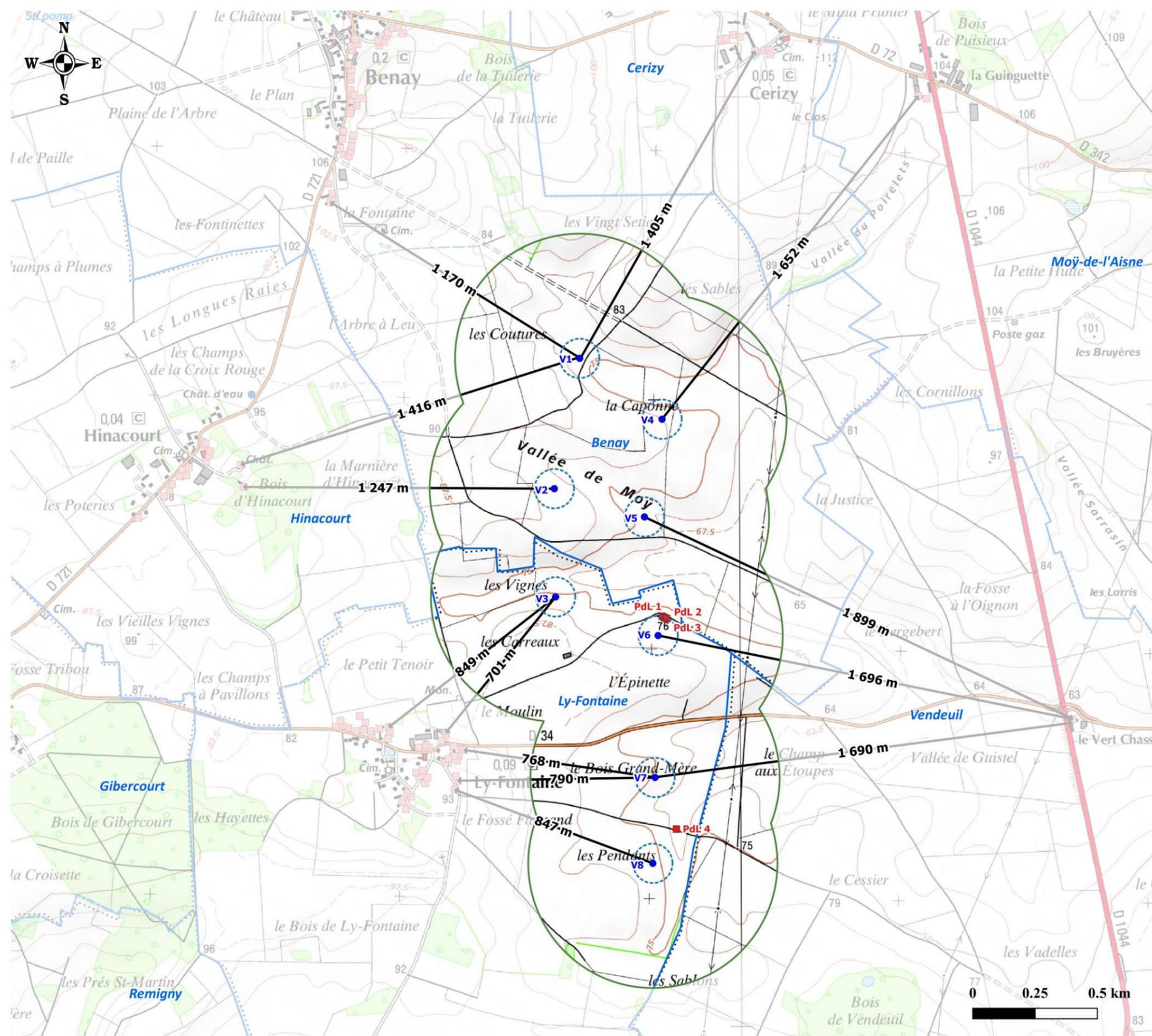
⇒ Le projet est compatible avec le Règlement National d'Urbanisme.

Distances aux habitations

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Janvier 2020

Source : IGN Scan25® et DGFIP PCI®
Copie et reproduction interdites



Légende

▭ Périmètre d'étude de dangers (500 m)

--- Limites administratives

⋯ Limites communales

● Parc éolien de la Vallée de Moy

● Eolienne

■ Postes de livraison

⋯ Zone de surplomb par les pales (79 m)

Urbanisme

■ Habitations

→ Distances aux habitations

Carte 5 : Distance aux premières zones urbanisées ou à urbaniser

Les communes inventoriées dans le périmètre de l'étude de dangers intègrent le périmètre du SCoT de la Communauté de Communes de la Vallée de l'Oise. Ce document a été approuvé le 23 décembre 2013.

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) prend en compte l'activité éolienne dans l'axe 3 : Apporter une qualité de vie spécifique à la Vallée de l'Oise. Celui-ci stipule de « *préserv*er les ressources naturelles du territoire, dans une perspective d'attractivité à long terme ». Le PADD indique également que « les plateaux du territoire sont particulièrement bien adaptés à un développement éolien [...] Cette présence potentielle de nouveaux parcs éolien sur son territoire doit conduire le SCoT à veiller à la cohérence paysagère des sites et de maîtriser l'émergence éventuelle de conflits d'usages avec l'urbanisation future ».

Le Document d'Orientation et d'Objectifs précise également de « *favoriser l'émergence de nouveaux secteurs s'appuyant sur les potentiels locaux, comme la filière des énergies renouvelables* ».

⇒ Le projet est en accord avec les orientations du SCoT de la Communauté de Communes de la Vallée de l'Oise.

3.1.2. Etablissement recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'intègre le périmètre d'étude de dangers. L'établissement le plus proche est la mairie de Ly-Fontaine, à 813 m au Sud-Ouest de l'éolienne V3.

⇒ 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

Installations nucléaires de base

Aucune centrale nucléaire ne se trouve dans les aires d'étude. La plus proche est celle de Chooz, dans le département des Ardennes, située à environ 112 km au Nord-Est de l'éolienne V4, la plus proche.

⇒ 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 du périmètre d'étude de dangers.

L'établissement « SEVESO Seuil Haut » le plus proche est un centre de prétraitement, regroupement, transit et traitement par incinération de déchets dangereux et de traitement par désorption thermique de terres ou minéraux pollués de la société ARF, sur le territoire de Vendeuil, situé à 4,3 km au Sud-Est de l'éolienne V8, la plus proche. L'établissement « SEVESO Seuil Bas (SB) » le plus proche est celui de la société NRJT, société de stockage de matières combustibles localisée sur le territoire de Tergnier, à 6,8 km au Sud-Ouest de l'éolienne V8, la plus proche.

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

Etablissement ICPE – hors éolien

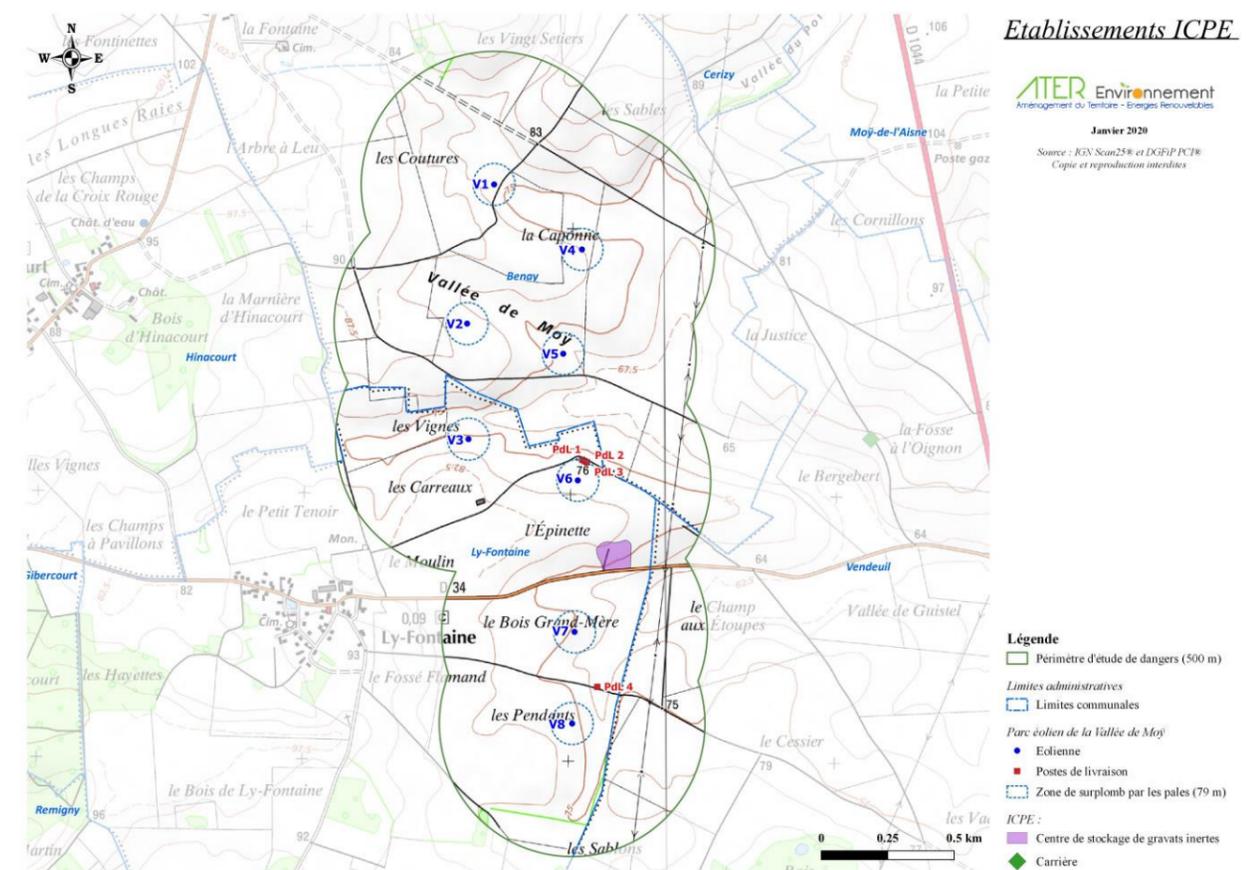
Relatif aux sites Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.), quatre établissements en fonctionnement sont inventoriés sur les territoires communaux de Ly-Fontaine, Benay et Vendeuil. Deux établissements potentiellement encore en activité (référéncé comme état d'occupation du site inconnu) sont

inventoriés, un respectivement sur la commune de Ly-Fontaine et le second sur la commune de Benay (source : Basias, 2018).

Communes	Nom de l'établissement	Activité	Distance au projet
LY-FONTAINE	RHONE-POULENC textiles	Décharge et incinération D.I.B	253 m SE de l'éolienne V6
BENAY	POIS Ets	Forge	Localisation inconnue
VENDEUIL	LV Calcaire	Exploitation de carrières	1,1 km E de l'éolienne V6
	Transports Saleine SA	Distribution de carburants	2,2 km SE de l'éolienne V8
	COHESIS SCA	Coopérative agricole de Vendeuil	3,7 km SE de l'éolienne V8
	ARF SA	Activités de recyclage et de formulation	4,3 km SE de l'éolienne V8

Tableau 8 : Liste des ICPE en activité dans les communes du projet d'étude (source : Basias et installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr, 2018)

Concernant l'ICPE inventorié sur la commune de Ly-Fontaine, son activité est uniquement un centre de stockage de gravats inertes qui n'a jamais été le lieu d'une quelconque installation d'incinération (Cf. annexe 10.9).



Carte 6 : Localisation des ICPE en activité les plus proches du périmètre d'étude de dangers (source : Basias et installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr, 2020)

⇒ Un établissement ICPE (hors éolien) intègre le périmètre de la zone d'étude de dangers. Il s'agit du centre de stockage de gravats inertes RHONE-POULENC textiles.

Etablissement ICPE éolien

Le parc éolien en exploitation le plus proche se trouve à 326 m au Sud de l'éolienne V8 la plus proche. Il s'agit du parc éolien de Remigny-Ly-Fontaine composé de 8 éoliennes.

⇒ Un parc éolien intègre le périmètre de la zone d'étude de dangers. Il s'agit du parc éolien de Remigny-Ly-Fontaine.

3.1.4. Autres activités

Le périmètre d'étude de dangers recouvre principalement des zones agricoles.

3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

3.2.1. Contexte climatique

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

Le climat de l'Aisne est **de type atlantique humide et frais**, aux vents d'Ouest dominants, et avec une forte nébulosité et un régime pluvieux régulier (plus important sur la Thiérache).

La station de référence la plus proche est celle de Moÿ-de-l'Aisne, à 2,5 km environ à l'Est du projet. Cependant, cette station a cessé de mesurer depuis 2010. Par conséquent, le choix s'est reporté sur l'autre station la plus proche du projet : celle de Saint-Quentin, localisée à l'aérodrome de Roupy, à 10 km au Nord-Ouest.

Température

L'amplitude thermique moyenne entre l'hiver et l'été ne dépasse pas les 20°C. Les températures moyennes mensuelles chutent rarement en-dessous de 0°C l'hiver, et ne dépassent pas les 20°C l'été.

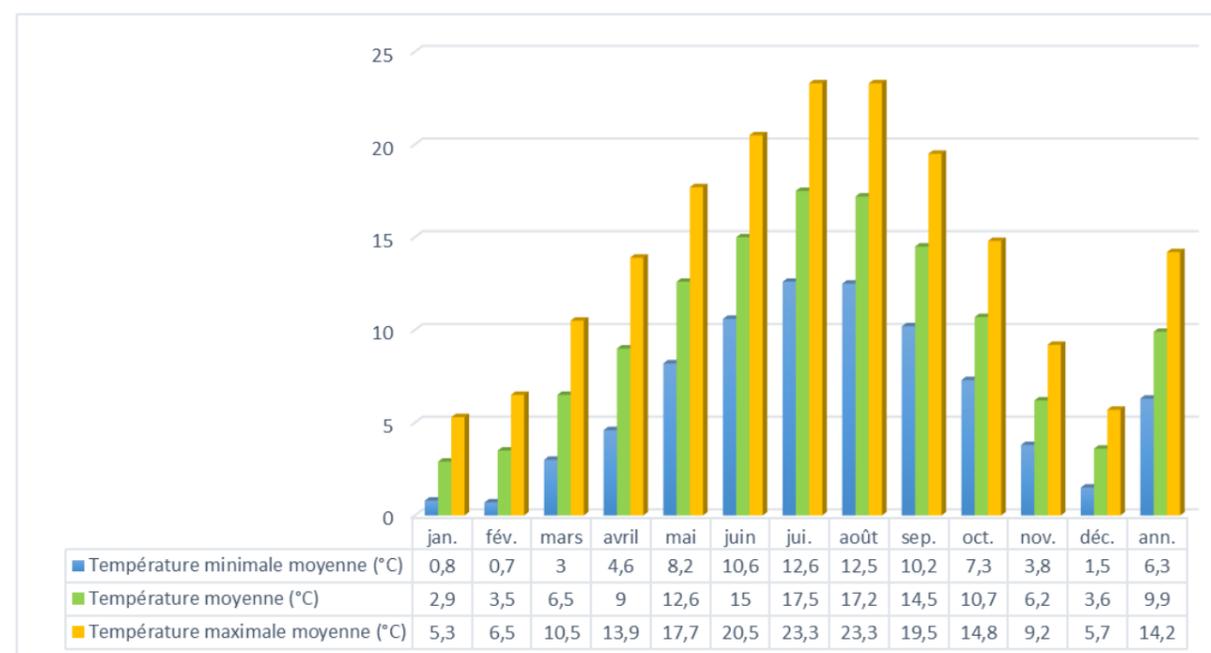


Figure 1 : Illustration des températures moyennes de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin (source : infoclimat.fr, 2017)

Pluviométrie

Les précipitations sont réparties également toute l'année, avec un pic de précipitations en février. Le total annuel des précipitations est assez élevé avec 568,7 mm annuel en moyenne à Saint-Quentin pour la période 1981-2010.

Cependant, le nombre de jours annuel de pluie (180 à Saint-Quentin contre 63 à Nice) confirme l'influence océanique sur le climat.

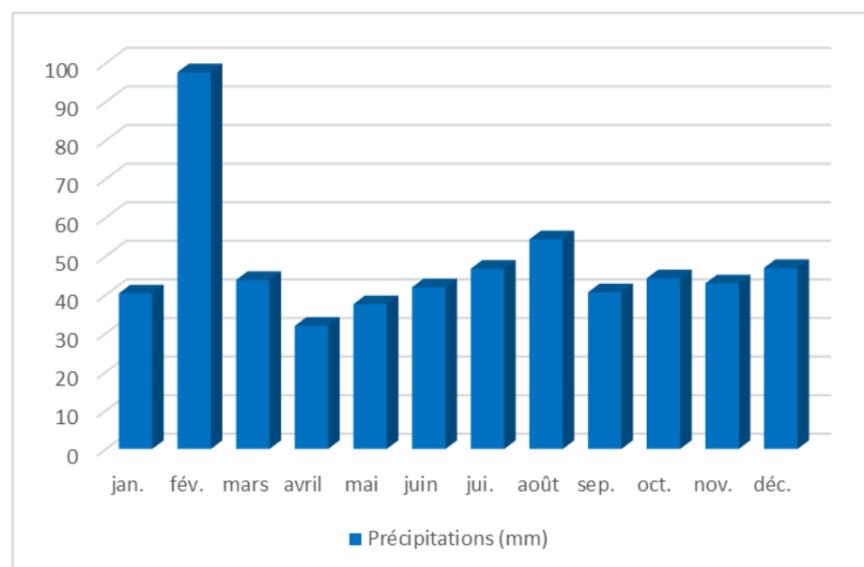


Figure 2 : Illustration des précipitations moyennes de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin (source : infoclimat.fr, 2017)

Neige / Gel

La ville de Saint-Quentin compte en moyenne 18 jours de neige par an, contre 14 jours par an pour la moyenne nationale. Elle connaît également 60 jours de gel par an, pour une moyenne nationale de 50 jours environ.

Orage, grêle, brouillard, tempête

La ville de Saint-Quentin compte 20 jours d'orage par an. Le climat est faiblement orageux avec une densité de foudroiement (15) inférieure à celle au niveau national (20). Elle connaît également 69 jours de brouillard contre 40 jours par an pour la moyenne nationale. Enfin, elle compte 2 jours de grêle par an en moyenne.

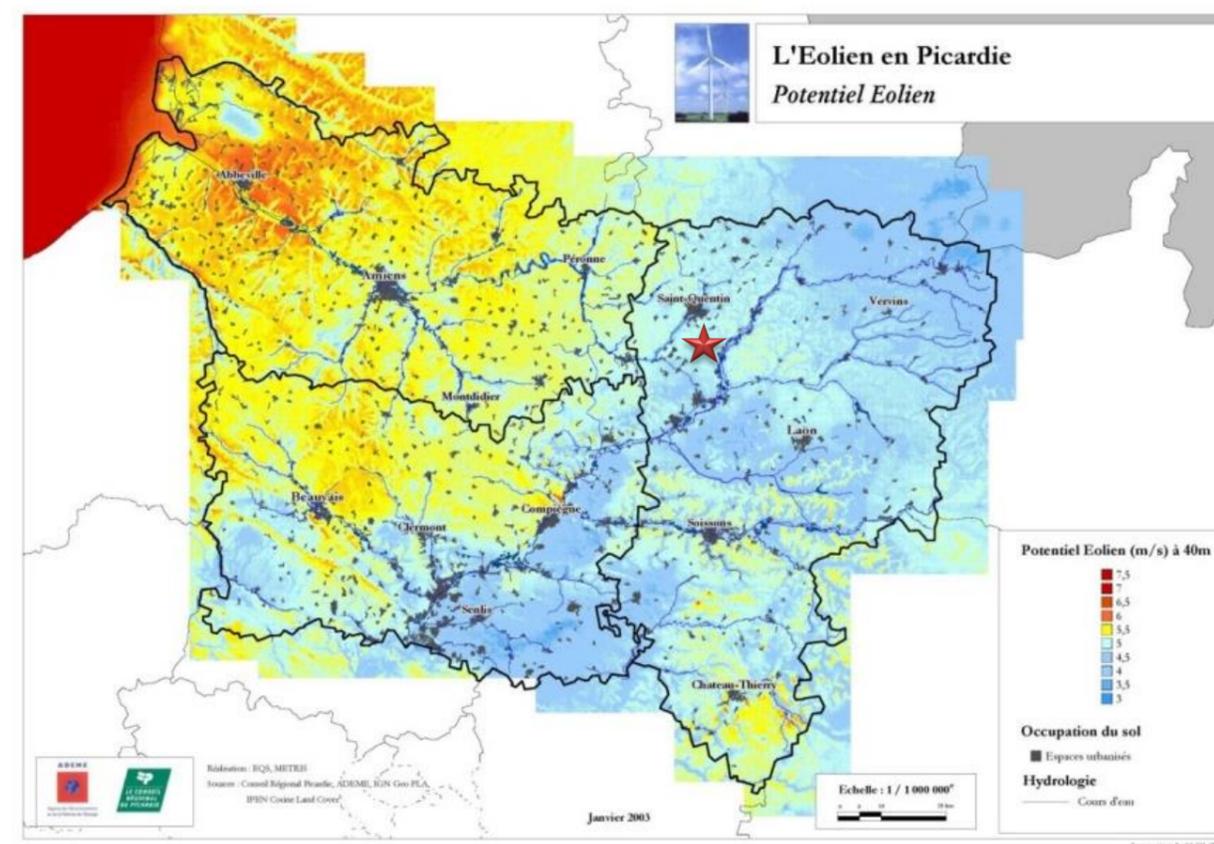
Le vent est dit fort lorsque les rafales dépassent 57 km/h. La ville de Saint-Quentin connaît en moyenne 60 jours par an de vent fort.

Ensoleillement

Le secteur d'étude bénéficie d'un ensoleillement inférieur à la moyenne nationale : 1 584 h pour la station de Saint-Quentin contre 1 973 h pour la moyenne française.

Analyse des vents

D'après le Schéma Régional Climat-Air-Energie (SRCAE) de l'ancienne région Picardie, la zone d'implantation du projet bénéficie de conditions favorables au développement de projets éoliens, puisque le potentiel éolien du secteur est estimé entre 4,0 et 5,0 m/s à 40 m d'altitude.



Carte 7 : Gisement éolien de l'ancienne région Picardie, à 40 m d'altitude – Légende : Etoile rouge – localisation du projet (source : SRCAE, 2012)

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

La pré-étude réalisée par ENERTRAG AG grâce à l'utilisation du logiciel Windpro fait état d'une **vitesse de vent supérieur à 6,7 m/s à une hauteur de 120 mètres**. Ce résultat se retrouve notamment sur la rose des vents ci-contre, qui montre également les puissances et la direction dominante de vent. La conduite de cette pré-étude a mené à l'estimation d'un productible brut annuel équivalent à 135,5 GWh.

Les vents provenant de deux directions préférentielles marquées :

- **le flux de Sud-Ouest** qui correspond au régime océanique dépressionnaire ;
- **le flux de Nord-Est** qui correspond au régime anticyclonique de brise.

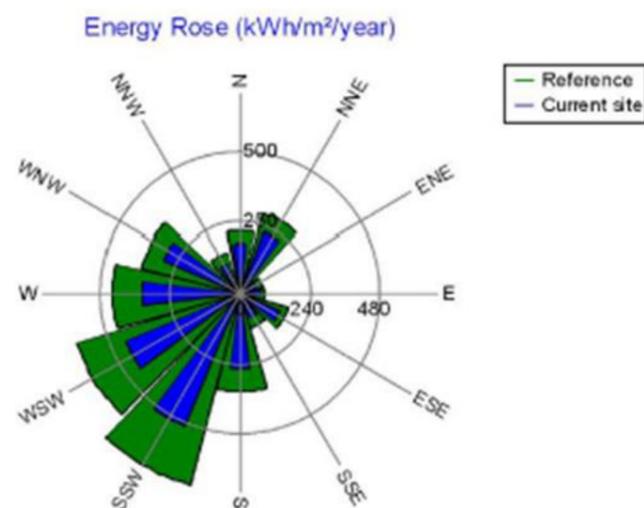


Figure 3 : Rose des vents du site d'implantation (source : ENERTRAG, 2018)

Les éoliennes retenues pour ce projet seront adaptées aux caractéristiques de vent du site.

Les hypothèses suivantes ont été retenues pour le calcul du productible net compte tenu de la configuration actuelle du parc éolien :

	Pertes	Productibles
Production Brute		135 493 MWh
Effet de sillage	13,6%	
Production AEP		116 968 MWh
Pertes de disponibilité	3,00 %	
Pertes électriques	2,00 %	
Autres pertes	1,00 %	
Production nette		110 078 MWh

Tableau 9 : Calcul du productible net du parc éolien projeté (source : ENERTRAG, 2018)

Un productible net annuel de 110 078 MWh est donc anticipé pour le parc éolien de la Vallée de Moÿ, soit 13 760 MWh net par éolienne équivalent à 2 867 heures pleine puissance, soit un facteur de charge de 32,7 %.

⇒ La vitesse des vents et la densité d'énergie observées à proximité du site définissent aujourd'hui ce dernier comme bien venté et parfaitement compatible avec l'installation d'éoliennes.

3.2.2. Risques naturels

L'information préventive sur les risques majeurs naturels et technologiques est essentielle pour 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 l'Aisne d'un dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) approuvé le 3 décembre 2001. Il a fait l'objet de plusieurs révisions. C'est sur la dernière version du 24 mars 2015 que s'appuie l'analyse suivante.

⇒ Notons que la version actualisée du DDRM de l'Aisne, approuvée en date du 24 mars 2015, fixant la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs. Elle indique que les territoires communaux de Ly-Fontaine, de Benay et de Hinacourt ne sont concernés par aucun risque majeur et que celle de Vendeuil est concernée par au moins un risque majeur (cf. tableau ci-dessous).

	PPR				RISQUES					
	I	ICB	MVT	T	S1	S2	RD	TMD	Se	Si
Vendeuil	X				1			X	X	X

Tableau 10 : Synthèse des risques majeurs sur le territoire d'implantation du parc projeté (source : DDRM 02, 2015)

PPR : « I » inondations, « ICB » inondations et coulées de boue, « MVT » mouvements de terrain, « T » technologiques.
 RISQUES : « S1 » sismicité très faible, « S2 » sismicité faible, « RD » rupture de barrage ou de digue, « TMD » transport matières dangereuses, « Se » seveso, « Si » Silo.

Arrêtés de catastrophes naturelles

Les communes envisagées pour l'accueil du parc éolien ont fait l'objet d'arrêtés de catastrophe naturelle (source : georisques.gouv.fr, 2018) pour cause de :

Commune	Nature de la catastrophe naturelle	Date arrêté
LY-FONTAINE	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
BENAY	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
VENDEUIL	Inondations et coulées de boue	11/01/1994
		06/02/1995
HINACOURT	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
		29/12/1999

Tableau 11 : Inventaires des arrêtés de catastrophe naturelle (source : georisques.gouv.fr, 2018)

Inondation

Définition

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

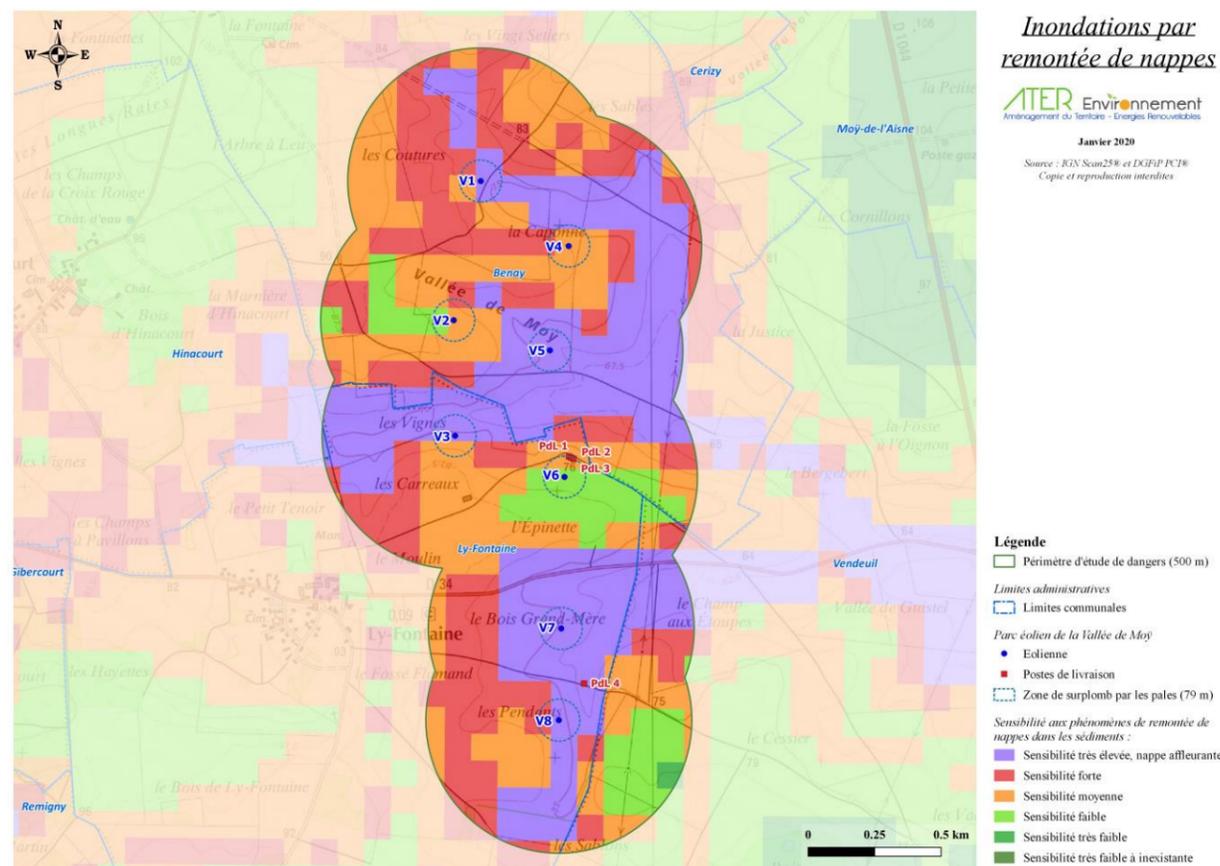
On distingue trois types d'inondations :

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

Sur le territoire d'étude

Inondation par remontée de nappes

Le périmètre de la zone d'étude de dangers a une sensibilité allant de moyenne à très élevée au phénomène d'inondation par remontées de nappes (source : inondationsnappes.fr, 2018).



Carte 8 : Sensibilité du périmètre d'étude de dangers aux phénomènes d'inondations par remontée de nappe (source : inondationsnappes.fr, 2018)

Inondation par débordement de cours d'eau

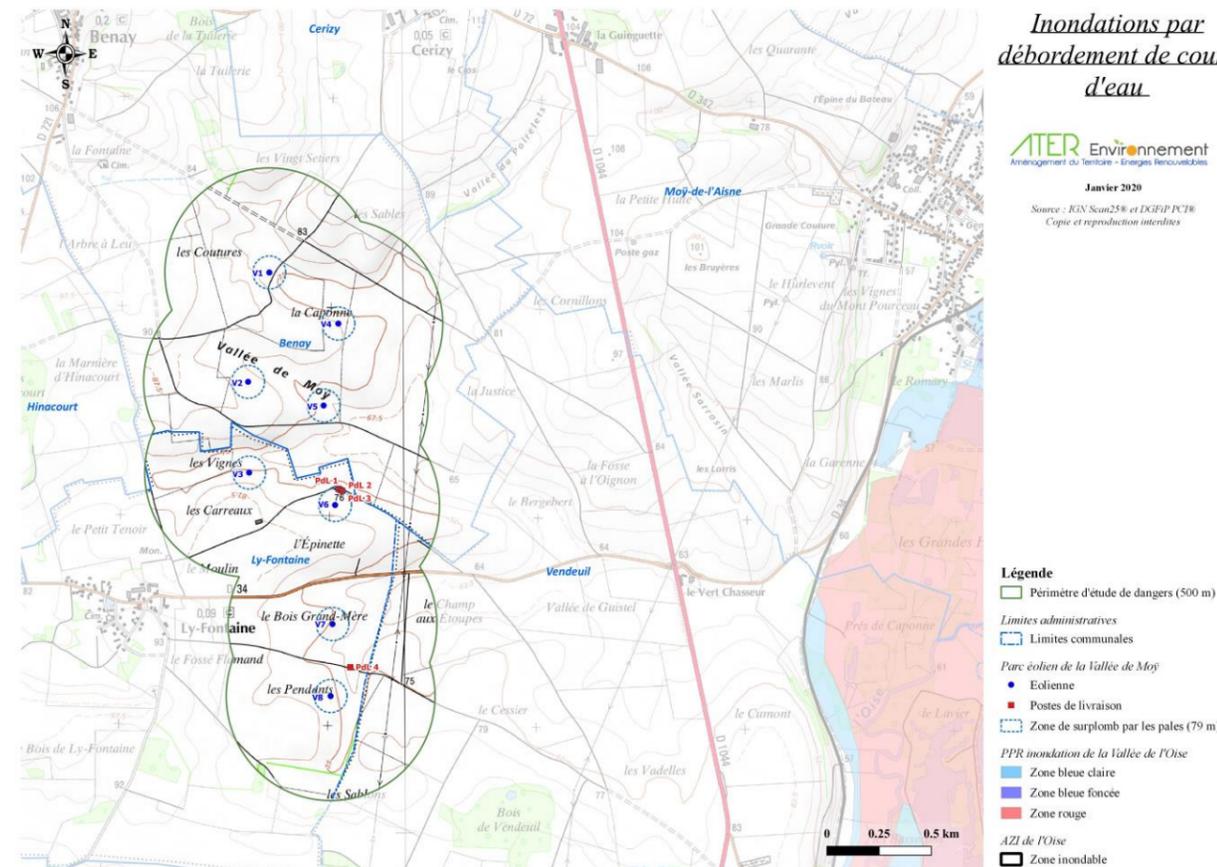
Le DDRM de l'Aisne n'identifie aucun risque d'inondation sur les communes de Ly-Fontaine et de Benay. Le territoire communal de Vendeuil est quant à lui inventorié dans l'Atlas des Zones Inondables (AZI) de l'Oise, datant du 23 mars 2003 et est également soumise à un Plan de Prévention des Risques Naturels Inondations (PPRNI) Vallée de l'Oise entre Neuville et Vendeuil, approuvé le 31 décembre 2002 et révisé le 21 décembre 2007. La commune de Hinacourt fait l'objet d'un programme de prévention des inondations (PAPI) Vallée de la Somme, datant du 9 juillet 2015. Cependant, le périmètre de l'étude de dangers se situe en dehors de tout zonage réglementaire, pour le PPRNI et pour l'AZI inventorié.

Inondations par remontée de nappes

ATER Environnement
Aménagement du territoire - Energies Renouvelables
Janvier 2020
Source : IGN Scan25® et DGPRP PCT®
Copie et reproduction interdites

Inondations par débordement de cours d'eau

ATER Environnement
Aménagement du territoire - Energies Renouvelables
Janvier 2020
Source : IGN Scan25® et DGPRP PCT®
Copie et reproduction interdites



Carte 9 : Localisation du périmètre d'étude de dangers vis-à-vis du zonage réglementaire du PPRNI Vallée de l'Oise entre Neuville et Vendeuil et de l'AZI de l'Oise (source : georisques.gouv.fr, 2018)

⇒ Le territoire de Vendeuil, inventorié dans le périmètre d'étude de dangers, intègre un Plan de Prévention des Risques Naturels Inondations (vallée de l'Oise entre Neuville et Vendeuil) ainsi qu'un Atlas des Zones Inondables de l'Oise. La commune de Hinacourt fait l'objet d'un PAPI Vallée de la Somme. Néanmoins, le projet se situe en dehors de tout zonage réglementaire et sur une position sommitale du territoire ;

⇒ Le risque d'inondation est faible.

Mouvements de terrain

Définition

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

Sur le territoire d'étude

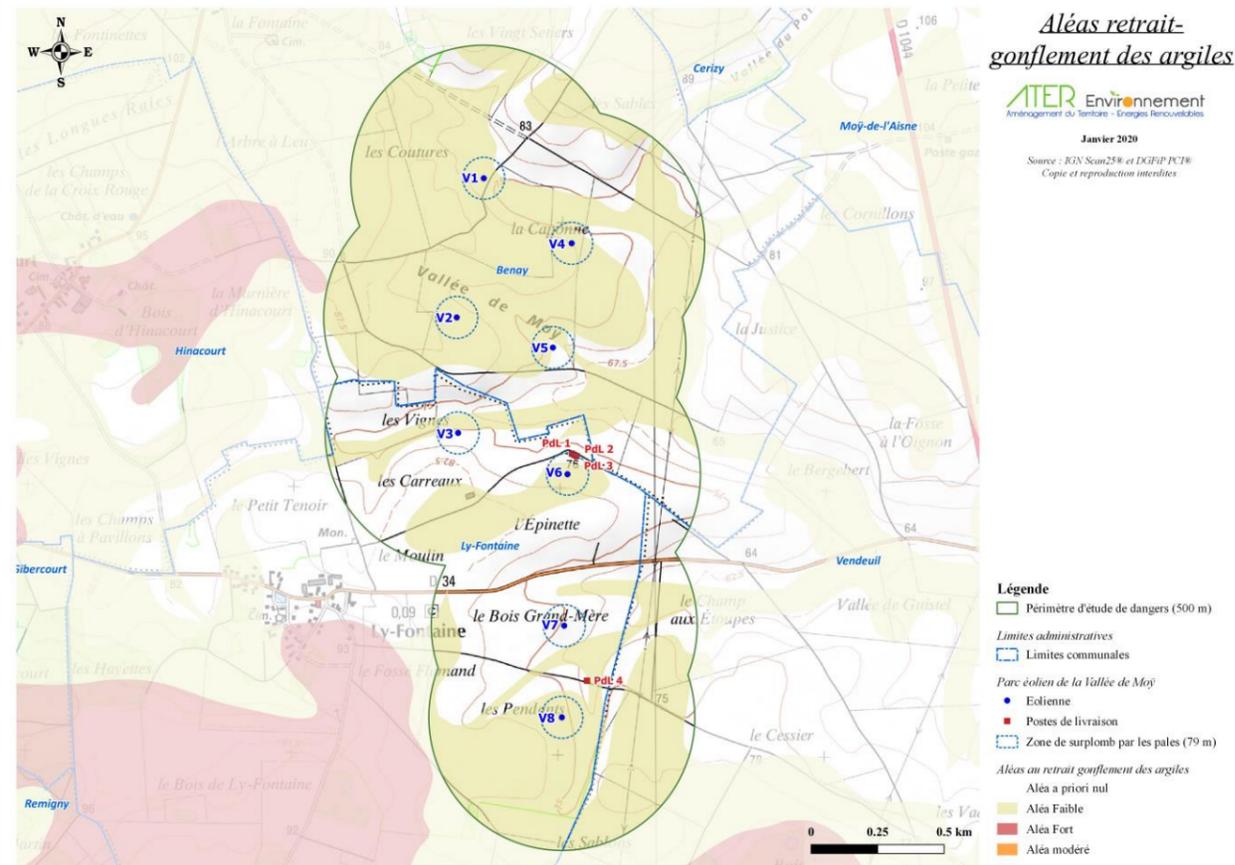
Relatif à la présence de cavité

Aucune cavité souterraine n'est présente sur les communes de Ly-Fontaine, de Benay et de Hinacourt. Une cavité de nature indéterminée est inventoriée sur la commune de Vendeuil (source : georisques.gouv.fr, 2018), à 3 km au Sud-Est de l'éolienne V8, la plus proche.

Les communes de Ly-Fontaine, de Benay, de Hinacourt et de Vendeuil ont bénéficié d'un arrêté de catastrophe naturelle pour inondations, coulées de boue et mouvements de terrain en date du 29 décembre 1999. Aucun plan de prévention des risques naturels n'a cependant été pris pour ce type de risque.

⇒ Les territoires de la zone d'étude de dangers ne sont pas identifiés comme présentant un risque de mouvement de terrain relatif aux cavités par le DDRM 02. Aucun arrêté de catastrophe naturelle n'a été pris pour ce type de risque.

Relatif à l'aléa retrait et gonflement des argiles



Carte 10 : Aléa retrait-gonflement des argiles sur le périmètre d'étude de dangers (source : www.argiles.fr, 2018)

⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un aléa allant de nul à faible aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles. Ce point sera confirmé ou infirmé par la réalisation de sondages pédologiques lors de la phase de travaux.

Risque sismique

Définition

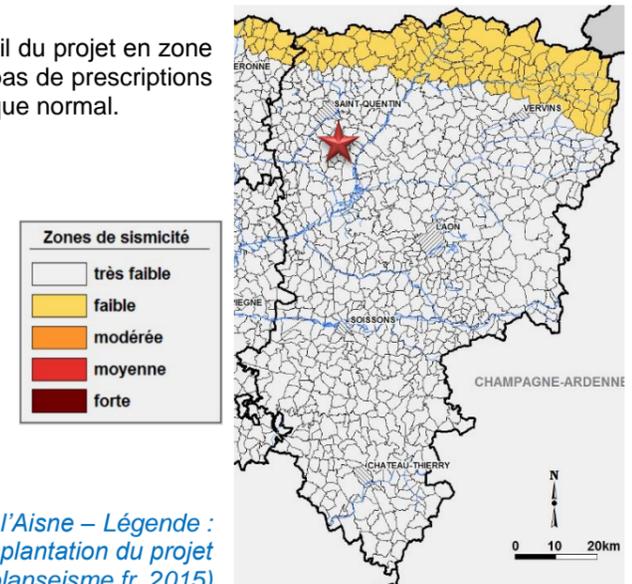
Un séisme est une fracturation brutale des roches en profondeur créant des failles dans le sol et parfois en surface, et se traduisant par des vibrations du sol transmises aux bâtiments. Les dégâts observés sont fonction de l'amplitude, de la durée et de la fréquence des vibrations.

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 le territoire d'étude

L'actuel zonage sismique classe le territoire d'accueil du projet en zone de sismicité 1 (très faible). Ce secteur ne présente pas de prescriptions parasismiques particulières pour les bâtiments à risque normal.



⇒ Les territoires intégrant la zone d'étude de dangers sont donc soumis à un risque sismique 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...

Sur le territoire d'étude

Le Dossier Départemental des Risques Majeurs de l'Aisne ne qualifie pas le risque incendie de forêt. Il peut donc être considéré comme très faible.

⇒ Les territoires intégrant le périmètre d'étude de dangers sont donc soumis à un risque feux de forêt probable.

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 **dépansions** 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 territoire d'étude

En France, ce sont en moyenne chaque année quinze tempêtes qui affectent nos côtes, dont une à deux peuvent être qualifiées de " fortes " selon les critères utilisés par Météo-France. Bien que le risque tempête intéresse plus spécialement le quart Nord-Ouest du territoire métropolitain et la façade atlantique dans sa totalité, les tempêtes survenues en décembre 1999 ont souligné qu'aucune partie du territoire n'est à l'abri du phénomène. Le Dossier Départemental des Risques Majeurs de l'Aisne ne qualifie pas le risque de tempête ; cependant le risque peut être considéré comme faible.

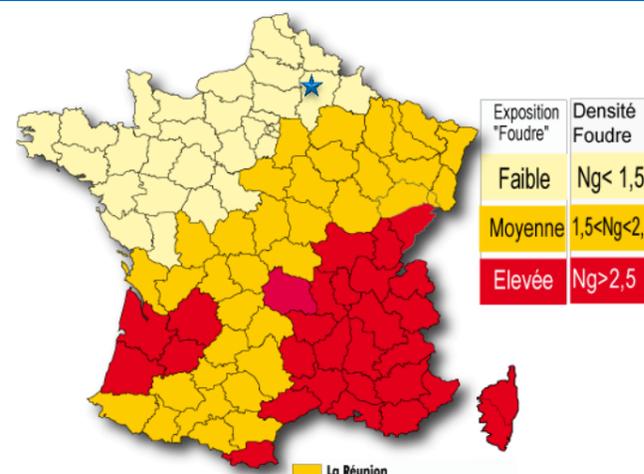
Foudre

Définition

Pour définir l'activité orageuse d'un secteur, il est fait référence à la densité de foudroiement qui correspond au nombre d'impact foudre par an et par km² dans une région.

Sur le territoire d'étude

Le climat global du département est faiblement orageux (densité de foudroiement de 1,5 nettement inférieur à la moyenne nationale de 2,0).



Carte 12 : Densité de foudroiement / Légende :
Etoile bleue – localisation du site
(source : citel, 2015)

⇒ Les communes de Ly-Fontaine, Benay, Hinacourt et Vendeuil sont donc soumises à risque foudre faible.

3.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL

3.3.1. Voies de communication

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

Infrastructure aéronautique

Relatif à la **Zone aérienne de Défense Nord** :

Dans un courrier en date du 9 décembre 2016, la sous-direction régionale de la circulation aérienne militaire Nord (SDRCAM Nord) indique que le projet ne fait l'objet d'aucune prescription locale.

Relatif à la **Direction générale de l'aviation civile** :

Une demande sur la présence éventuelle de contrainte aéronautique a été réalisée en date du 25 avril 2017 par le bureau d'étude ATER Environnement. A la date de dépôt du présent dossier, aucune réponse de la part de la Direction générale de l'aviation civile n'a été réceptionnée.

⇒ Le périmètre d'étude de dangers ne fait l'objet d'aucune prescription locale de la part de la zone aérienne de Défense Nord. Le courrier de servitude adressé à l'aviation civile est resté sans réponse à la date de rédaction de la présente étude.

Infrastructure ferroviaire

Dans un courrier en date du 02 mai 2017, SNCF Immobilier indique qu'elle n'a pas d'observation à formuler vis-à-vis du projet.

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

Infrastructure routière

Le domaine routier est confié au Conseil Départemental de l'Aisne.

Pour mémoire, même si les infrastructures routières nationales sont éloignées du projet, il est noté les éléments suivants :

- **L'autoroute A26**, aussi appelée l'autoroute des Anglais, de direction Nord-Ouest / Sud-Est, est une autoroute qui part de Calais, passe à proximité d'Arras, de Cambrai et de Reims et se termine au Sud-Est de Troyes à son embranchement avec l'A5. Elle fait partie des infrastructures du Grand contournement de Paris. Elle est localisée à 3,3 km au Nord-Est de l'éolienne V4, la plus proche ;
- **L'autoroute A29** de direction Est-Ouest, permet de relier Saint-Quentin à l'autoroute A13 (appelée l'autoroute de l'Ouest). Elle est localisée à 12,3 km au Nord-Ouest de l'éolienne V1, la plus proche.

Les départementales principales viennent connecter les grandes agglomérations et villes entre elles, avec notamment :

- La **RD 1044**, reliant Laon à Cambrai et localisée au plus près à 1,3 km à l'Est de l'éolienne V4, la plus proche ;
- La **RD 1**, reliant Coucy-le-Château-Auffrique à l'embranchement avec la RD 1029 et située au plus près à 3,0 km à l'Ouest de l'éolienne V3, la plus proche ;
- La **RD 937**, reliant la RD 1032 à Matigny et localisée au plus près à 8,0 km au Sud-Ouest de l'éolienne V8, la plus proche ;
- La **RD 1029**, reliant Villers-Carbonnel à Guise et située au plus près à 8,3 km au Nord de l'éolienne V1, la plus proche ;
- La **RD 1032**, reliant Marest-Dampcourt à l'A26 et située au plus près à 9,5 km au Sud de l'éolienne V8, la plus proche ;

- La **RD 930**, reliant Eppeville à l'embranchement avec la RD 1029 et localisée au plus près à 10,1 km au Nord-Ouest de l'éolienne V1, la plus proche ;
- La **RD 8**, reliant l'embranchement avec la RD 1044 à Fresnoy-le-Grand et située au plus près à 10,8 km au Nord de l'éolienne V1, la plus proche ;
- La **RD 932**, reliant l'embranchement avec les RD 930 et RD 937 à Guiscard et localisée au plus près à 17,8 km à l'Ouest de l'éolienne V3, la plus proche.

Infrastructure routière présente sur le périmètre d'étude

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

- Une départementale non structurante : D34 ;
- Des voies communales, notées Vc sur la carte ;
- Des chemins ruraux, identifiés Cr sur la carte ;
- Un chemin d'exploitation pour les éoliennes construites, noté Ce sur la carte.

Définition du trafic

Dans un courrier en date du 9 juin 2017, le Département de l'Aisne indique que la route départementale 34 comptabilise 681 véhicules/jour dont 7% de poids lourds (données 2017). Comptabilisant moins de 2000 véhicules/jour, cette route départementale est donc non structurante.

Le Département de l'Aisne indique également des distances de recul préconisées par la charte départementale pour le développement des éoliennes dans l'Aisne, à savoir :

- Un périmètre immédiat, égal à la hauteur maximale des éoliennes (soit ici 200 m), à l'intérieur duquel aucune personne ni aucun bien ne peut être exposé ;
- Un périmètre rapproché, égal à deux fois la hauteur maximale de l'éolienne (soit ici 400 m) à l'intérieur duquel sont interdites les infrastructures de transport supportant plus de 2 000 véhicules/jour.

Ces distances se comptent à partir de la limite du domaine public routier départemental et non de l'axe de la chaussée.

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

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

Numéro de l'éolienne	RD 34	Voie communale	Chemin rural	Chemin d'exploitation pour les éoliennes construites
V1	/	209 m de Vc1	19 m de Cr1 70 m de Cr28 230 m de Cr5 220 m de Cr2 262 m de Cr7 262 m de Cr9 289 m de Cr29 344 m de Cr13 376 m de Cr8 401 m de Cr3 410 m de Cr10 422 m de Cr11	/
V2	/	472 m de Vc2	90 m de Cr13 198 m de Cr12 211 m de Cr30 228 m de Cr29 281 m de Cr1 281 m de Cr7 340 m de Cr14 393 m de Cr9 384 m de Cr15 443 m de Cr10	/

Numéro de l'éolienne	RD 34	Voie communale	Chemin rural	Chemin d'exploitation pour les éoliennes construites
V3	/	/	87 m de Cr15 171 m de Cr30 224 m de Cr12 238 m de Cr17 316 m de Cr13 475 m de Cr16 494 m de Cr10	/
V4	/	/	40 m de Cr10 77 m de Cr9 127 m de Cr29 175 m de Cr28 262 m de Cr2 338 m de Cr1 441 m de Cr3 449 m de Cr6 449 m de Cr4 473 m de Cr12	/
V5	/	/	80 m de Cr10 82 m de Cr12 264 m de Cr29 265 m de Cr9 265 m de Cr30 387 m de Cr17 389 m de Cr19 469 m de Cr13 482 m de Cr15	/
V6	354 m	/	81 m de Cr17 92 m de Cr30 180 m de Cr19 282 m de Cr18 473 m de Cr31 395 m de Cr12 395 m de Cr10 479 m de Cr21	/
V7	200 m	/	185 m de Cr20 258 m de Cr18 346 m de Cr23 346 m de Cr21 422 m de Cr22	/
V8	/	/	151 m de Cr20 169 m de Cr23 251 m de Cr24 342 m de Cr21 355 m de Cr22 462 m de Cr27 467 m de Cr26 491 m de Cr25	366 m de Ce1

Tableau 12 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières

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

Chemins de randonnée

Dans un mail en date du 9 mai 2017, le Département de l'Aisne indique que plusieurs chemins de randonnées inscrits au Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée (PDIPR) sont inventoriés sur les communes de Benay et de Ly-Fontaine. Le chemin inscrit au PDIPR le plus proche (chemin rural de Ly-Fontaine à Vendeuil) est localisé à 148 m de l'éolienne V8, la plus proche. Un autre chemin de randonnée inscrit aussi au PDIPR du département de l'Aisne, est également inventorié à proximité du parc : chemin rural de Ly-Fontaine à Benay, localisé à 475 m de l'éolienne V3, la plus proche.

- ⇒ Deux chemins de randonnées traversent le périmètre d'étude de dangers ;
- ⇒ Ils sont localisés au plus près à 148 m de l'éolienne V8 (pour le chemin rural de Ly-Fontaine à Vendeuil) et à 475 m de l'éolienne V3 (pour le chemin rural de Ly-Fontaine à Benay).

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.

- ⇒ Selon le DDRM de l'Aisne, les communes de Ly-Fontaine, Benay et Hinacourt ne présentent pas de risque de transport de matière dangereuse, au contraire de Vendeuil.

3.3.2. Réseaux publics et privés

Canalisation de gaz

Dans un courrier en date du 19 mai 2017, GRT gaz indique qu'un ouvrage de gaz haute pression est inventorié à proximité de la zone d'implantation du projet. De ce fait, GRT gaz précise une distance minimale à respecter entre l'ouvrage inventorié et les éoliennes devant être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur (longueur d'une pale ajoutée à la hauteur de la tour), soit ici 399,8 m. L'entreprise précise cependant que « la zone d'implantation respecte la distance préconisée ci-dessus ». Cette distance réglementaire est respectée, l'éolienne V8 (la plus proche) étant située à 1,2 km de cette canalisation de gaz.

- ⇒ La canalisation de gaz énoncée par le gestionnaire de réseau GRT gaz est située en dehors du périmètre d'étude de dangers.

Faisceaux hertziens

Selon l'Agence Nationale des Fréquences (source : servitudes.anfr.fr, 2017), une servitude hertzienne est inventoriée sur la commune de Benay. Il s'agit d'une servitude de type PT2LH : servitudes de protection contre les obstacles pour une liaison hertzienne. Il s'agit d'une servitude d'Orange (anciennement France Télécom).

Dans un courrier en date du 9 mai 2017, le gestionnaire Orange indique qu'il n'y a « pas de faisceau hertzien en fonctionnement » au niveau du projet. Orange indique également qu'« aucune précaution particulière n'est à prendre en compte ».

- ⇒ Aucun faisceau hertzien n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

Réseau électrique

Par courrier en date du 15 mai 2017, le gestionnaire de réseau RTE indique une ligne électrique Haute Tension situé à environ 160 m du projet. Il s'agit de la ligne 225 000 Volts BEAUTOR-SETIER.

RTE précise également une distance minimum à respecter pour cette ligne, à savoir la hauteur totale de l'éolienne (hauteur au mât + ½ rotor), soit ici 199,9 m. L'éolienne la plus proche (V8) étant située à 278 m de cette ligne électrique, la distance réglementaire énoncée par RTE est respectée.

- ⇒ La ligne électrique 225 kV énoncée par le gestionnaire de réseau RTE n'intègre pas le périmètre d'étude de dangers.

Captage AEP

Dans un courrier en date du 03 mai 2017, l'Agence Régionale de Santé (ARS) des Hauts-de-France indique qu'aucun captage n'est présent sur la commune de Ly-Fontaine. En revanche, deux captages sont présents sur la commune de Benay ainsi qu'un autre captage sur la commune voisine d'Hinacourt. Cependant, le périmètre d'étude de dangers n'intègre aucun périmètre de protection de ces captages, l'éolienne la plus proche (V2) étant située à 1,2 km du périmètre de protection rapprochée du captage d'eau potable de la commune d'Hinacourt (le plus proche du projet).

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

Autres réseaux publics

Aucun autre réseau public n'est présent dans le périmètre d'étude de dangers.

3.3.3. Autres ouvrages publics

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

3.3.4. Patrimoine historique et culturel

Monument historique

Aucun monument historique ne se trouve à l'intérieur du périmètre de l'étude de dangers. Le plus proche se situe à 4,8 km au Nord-Ouest de l'éolienne V1. Il s'agit d'un monument inscrit, la ferme d'Essigny-le-Grand.

Archéologie

Les vestiges archéologiques ne sont en général découverts que lors des travaux. Et seules des opérations de diagnostic permettent de juger du réel potentiel archéologique d'une zone. La contrainte archéologique est donc difficilement identifiable à ce stade de l'étude.

Il convient de conserver à l'esprit qu'il y a toujours « présomption de » et que seul le porté à connaissance des positionnements précis des aménagements permettra de lever les doutes sur les risques d'impact d'un projet éolien vis-à-vis des éléments du patrimoine archéologique.

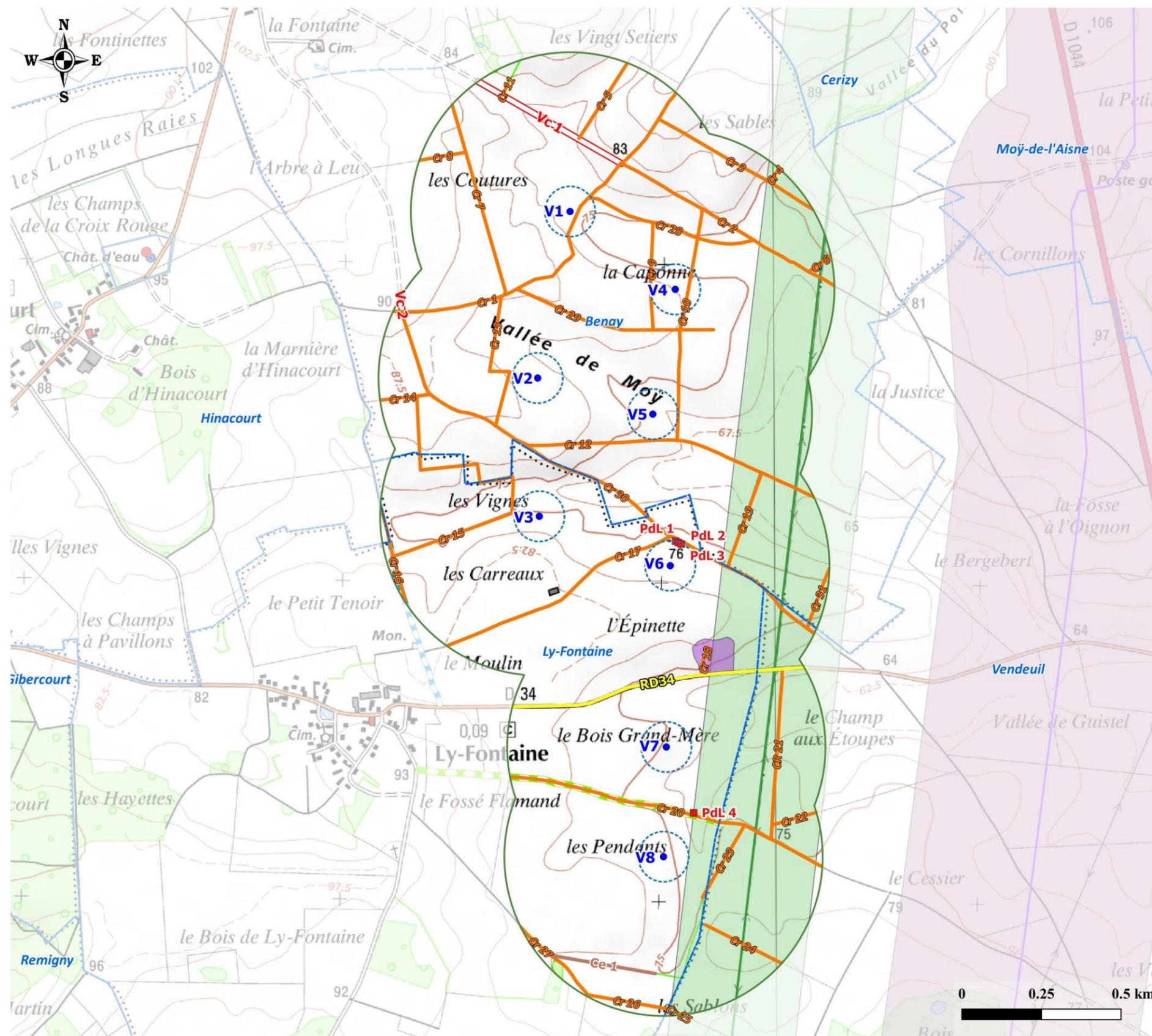
Conformément aux dispositions du Code du Patrimoine, notamment du livre V, le service régional de l'archéologie de la DRAC « pourra être amené à prescrire, lors de l'instruction du dossier, une opération de diagnostic archéologique visant à détecter tout élément du patrimoine archéologique qui se trouverait dans l'emprise des travaux projetés ».

Enjeux matériels

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Janvier 2020

Source : IGN Scan25® et DGFIP PCI®
Copie et reproduction interdites



Légende

□ Périmètre d'étude de dangers (500 m)

Limites administratives

□ Limites communales

Parc éolien de la Vallée de Moy

● Eolienne

■ Postes de livraison

□ Zone de surplomb par les pales (79 m)

Chemin de randonnée inscrit au PDIPR

□ Chemin rural de Ly-Fontaine à Benay

□ Chemin rural de Ly-Fontaine à Vendeuil

Protection de la ressource en eau

● Captage AEP d'Hinacourt

□ Périmètre de protection rapprochée

□ Périmètre de protection éloignée

Infrastructures routières

□ Chemin rural

□ Chemin d'exploitation

□ Voie communale

□ Route départementale

Transport de matière dangereuse

□ Canalisation de gaz GRTgaz

■ Distance d'éloignement minimale de 400 m

Infrastructure électrique

□ Ligne électrique 225 KV (RTE)

■ Distance d'éloignement minimale de 200 m

ICPE

■ Centre de stockage de gravats inertes



Carte 13 : Enjeux matériels sur l'aire d'étude de dangers

3.4. CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

En conclusion de ce chapitre, une cartographie de synthèse permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans le périmètre d'étude de dangers. Les différents périmètres d'étude (zone de surplomb, d'effondrement, de projection de glace ou de pale) correspondent aux différents scénarii de risques développés dans le chapitre 8.

3.4.1. Définitions des périmètres d'étude

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

- **Zone de surplomb** (0 – 79 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** (0 – 199,9 m) : aussi appelée zone de ruine de machine, elle correspond à la zone où l'éolienne peut tomber au sol, soit une zone de rayon de 199,9 m, qui correspond à la hauteur totale maximale des éoliennes General Electric GE 4,8 - 158. La surface au sol potentiellement impactée par l'effondrement de la machine est définie par la formule suivante :

$$\text{Hauteur moyen} \times \text{diamètre base mât} + 3 \times \text{rayon rotor} \times \text{diamètre base pale} / 2$$

Selon les caractéristiques de la machine étudiée, la surface impactée par l'effondrement de la machine est de 899,07 m² pour la General Electric GE 4,8 - 158.

- **Zone de projection de glace** (0 – 418,4 m) : elle correspond à la zone où des morceaux de glace, généralement formés sur les pales, peuvent être projetés lors de la mise en route de la machine. Ce périmètre est défini selon la formule suivante :

$$1,5 \times (\text{hauteur au moyeu} + \text{diamètre du rotor})$$

Ce rayon de projection de glace est défini selon les caractéristiques de la machine envisagée (General Electric GE 4,8 - 158), à savoir une hauteur au moyeu de 120,9 m et un diamètre rotor de 158 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.

Le détail des précédents calculs se trouve en page 68 de la présente étude de dangers.

3.4.2. Les enjeux humains

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présent dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Relatif aux ICPE

Une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) est inventoriée à 253 m de l'éolienne V6, la plus proche. Il s'agit d'un centre de stockage de gravats inertes dont l'état d'occupation est inconnu. Au vu de la surface de l'installation relativement restreinte (1,3 ha) et en l'absence de donnée, la fréquentation est estimée à **moins de 10 personnes** (chiffre majorant).

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...), il faut compter 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
Rayon (m)	79	199,9	418,4	500
Superficie (ha)	1,96	12,55	54,98	78,54
Nombre de personnes concernées	0,02	0,13	0,55	0,79

Tableau 13 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non urbanisés pour une éolienne

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 (anciennement) Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, 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 au terrain non bâti aménagés mais peu fréquentés.

Aucune infrastructure routière structurante ne passe sur le périmètre d'étude de dangers.

Relatif aux infrastructures routières non structurantes – terrains aménagés peu fréquentés

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, jardins et zones horticoles, vignes, zones de pêche, gares de triage, etc.) 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, sont considérés comme terrains aménagés mais peu fréquentés, les voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules par jour).

Les tableaux suivants comptabilisent le nombre de personnes impactées par éolienne par zone d'effet des risques identifiés. Pour les calculs de surface impactée, on considère une largeur d'infrastructure de 5 m pour les chemins d'exploitation et le chemin d'exploitation pour les éoliennes construites, de 10 m pour les voies communales et de 15 m pour la route départementale 34.

Eolienne V1				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Vc1	Zone de projection de glace	509	0,51	0,06
	Zone de projection de pale	596	0,60	0,06
Cr1	Zone de surplomb	147	0,07	0,01
	Zone de ruine	411	0,21	0,03
	Zone de projection de glace	909	0,45	0,05
	Zone de projection de pale	1085	0,54	0,06
Cr28	Zone de surplomb	11	0,01	0,01
	Zone de ruine	158	0,08	0,01
	Zone de projection de glace	380	0,19	0,02
	Zone de projection de pale	462	0,23	0,03
Cr5	Zone de projection de glace	197	0,10	0,01
	Zone de projection de pale	281	0,14	0,02
Cr2	Zone de projection de glace	297	0,15	0,02
	Zone de projection de pale	390	0,20	0,02
Cr7	Zone de projection de glace	520	0,26	0,03
	Zone de projection de pale	620	0,31	0,04
Cr9	Zone de projection de glace	293	0,15	0,02
	Zone de projection de pale	336	0,17	0,02
Cr29	Zone de projection de glace	383	0,19	0,02
	Zone de projection de pale	527	0,26	0,03
Cr13	Zone de projection de glace	84	0,04	0,01
	Zone de projection de pale	172	0,09	0,01
Cr8	Zone de projection de glace	52	0,03	0,01
	Zone de projection de pale	147	0,07	0,01
Cr3	Zone de projection de glace	53	0,03	0,01
	Zone de projection de pale	217	0,11	0,02
Cr10	Zone de projection de glace	165	0,08	0,01
	Zone de projection de pale	310	0,16	0,02
Cr11	Zone de projection de glace	41	0,02	0,01

Tableau 14 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V1

Eolienne V2				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Vc2	Zone de projection de pale	48	0,05	0,01
Cr1	Zone de projection de glace	632	0,32	0,04
	Zone de projection de pale	721	0,36	0,04
Cr7	Zone de projection de glace	138	0,07	0,01
	Zone de projection de pale	221	0,11	0,02
Cr9	Zone de projection de glace	65	0,03	0,01
	Zone de projection de pale	199	0,10	0,01
Cr12	Zone de ruine	56	0,03	0,01
	Zone de projection de glace	938	0,47	0,05
	Zone de projection de pale	1117	0,56	0,06
Cr10	Zone de projection de pale	396	0,20	0,02
Cr13	Zone de ruine	370	0,19	0,02
	Zone de projection de glace	475	0,24	0,03
	Zone de projection de pale	475	0,24	0,03
Cr14	Zone de projection de glace	78	0,04	0,01
	Zone de projection de pale	160	0,08	0,01
Cr15	Zone de projection de glace	516	0,26	0,03
	Zone de projection de pale	803	0,40	0,05
Cr29	Zone de projection de glace	480	0,24	0,03
	Zone de projection de pale	568	0,28	0,03
Cr30	Zone de projection de glace	313	0,16	0,02
	Zone de projection de pale	399	0,20	0,02

Tableau 15 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V2

Eolienne V3				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Cr15	Zone de ruine	319	0,16	0,02
	Zone de projection de glace	835	0,42	0,05
	Zone de projection de pale	1032	0,52	0,06
Cr12	Zone de projection de glace	629	0,31	0,04
	Zone de projection de pale	812	0,41	0,05
Cr13	Zone de projection de glace	124	0,06	0,01
	Zone de projection de pale	260	0,13	0,02
Cr17	Zone de projection de glace	693	0,35	0,04
	Zone de projection de pale	881	0,44	0,05
Cr16	Zone de projection de pale	318	0,16	0,02
Cr10	Zone de projection de pale	10	0,01	0,01
Cr30	Zone de ruine	181	0,09	0,01
	Zone de projection de glace	548	0,27	0,03
	Zone de projection de pale	548	0,27	0,03

Tableau 16 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V3

Eolienne V4				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Vc1	Zone de projection de pale	85	0,09	0,01
Cr10	Zone de surplomb	136	0,07	0,01
	Zone de ruine	389	0,19	0,02
	Zone de projection de glace	679	0,34	0,04
	Zone de projection de pale	735	0,37	0,04
Cr2	Zone de projection de glace	660	0,33	0,04
	Zone de projection de pale	775	0,39	0,04
Cr3	Zone de projection de pale	491	0,25	0,03
Cr4	Zone de projection de pale	52	0,03	0,01
Cr6	Zone de projection de pale	86	0,04	0,01
Cr1	Zone de projection de glace	447	0,22	0,03
	Zone de projection de pale	703	0,35	0,04
Cr9	Zone de surplomb	32	0,02	0,01
	Zone de ruine	314	0,16	0,02
	Zone de projection de glace	339	0,17	0,02
	Zone de projection de pale	339	0,17	0,02
Cr28	Zone de ruine	161	0,08	0,01
	Zone de projection de glace	552	0,28	0,03
	Zone de projection de pale	552	0,28	0,03
Cr29	Zone de ruine	279	0,14	0,02
	Zone de projection de glace	555	0,28	0,03
	Zone de projection de pale	644	0,32	0,04
Cr12	Zone de projection de pale	230	0,12	0,02

Tableau 17 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V4

Eolienne V5				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Cr10	Zone de ruine	263	0,13	0,02
	Zone de projection de glace	488	0,24	0,03
	Zone de projection de pale	570	0,29	0,03
Cr12	Zone de ruine	352	0,18	0,02
	Zone de projection de glace	803	0,40	0,05
	Zone de projection de pale	994	0,50	0,05
Cr17	Zone de projection de glace	132	0,07	0,01
	Zone de projection de pale	402	0,20	0,03
Cr9	Zone de projection de glace	154	0,08	0,01
	Zone de projection de pale	236	0,12	0,02
Cr13	Zone de projection de pale	208	0,10	0,02
Cr15	Zone de projection de pale	60	0,03	0,01
Cr30	Zone de projection de glace	548	0,27	0,03
	Zone de projection de pale	548	0,27	0,03
Cr29	Zone de projection de glace	469	0,23	0,03
	Zone de projection de pale	558	0,28	0,03
Cr19	Zone de projection de glace	109	0,05	0,01
	Zone de projection de pale	264	0,13	0,02

Tableau 18 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V5

Eolienne V6				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
RD34	Zone de projection de glace	414	0,62	0,07
	Zone de projection de pale	649	0,97	0,10
Cr17	Zone de ruine	441	0,22	0,03
	Zone de projection de glace	933	0,47	0,05
	Zone de projection de pale	1099	0,55	0,06
Cr12	Zone de projection de glace	492	0,25	0,03
	Zone de projection de pale	812	0,41	0,05
Cr18	Zone de projection de glace	90	0,05	0,01
	Zone de projection de pale	90	0,05	0,01
Cr10	Zone de projection de glace	24	0,01	0,01
	Zone de projection de pale	106	0,05	0,01
Cr19	Zone de ruine	47	0,02	0,01
	Zone de projection de glace	315	0,16	0,02
	Zone de projection de pale	315	0,16	0,02
Cr21	Zone de projection de pale	32	0,02	0,01
Cr30	Zone de ruine	126	0,06	0,01
	Zone de projection de glace	362	0,18	0,02
	Zone de projection de pale	450	0,23	0,03
Cr31	Zone de projection de pale	201	0,10	0,02

Tableau 19 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V6

Eolienne V7				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
RD34	Zone de projection de glace	753	1,13	0,12
	Zone de projection de pale	932	1,40	0,14
Cr18	Zone de projection de glace	84	0,04	0,01
	Zone de projection de pale	84	0,04	0,01
Cr21	Zone de projection de glace	464	0,23	0,03
	Zone de projection de pale	535	0,27	0,03
Cr20	Zone de ruine	123	0,06	0,01
	Zone de projection de glace	743	0,37	0,04
	Zone de projection de pale	911	0,46	0,05
Cr23	Zone de projection de glace	161	0,08	0,01
	Zone de projection de pale	262	0,13	0,02
Cr22	Zone de projection de glace	8	0,00	0,01
	Zone de projection de pale	125	0,06	0,01

Tableau 20 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V7

Eolienne V8				
Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Cr20	Zone de ruine	279	0,14	0,02
	Zone de projection de glace	803	0,40	0,05
	Zone de projection de pale	986	0,49	0,05
Cr23	Zone de ruine	154	0,08	0,01
	Zone de projection de glace	263	0,13	0,02
	Zone de projection de pale	262	0,13	0,02
Cr21	Zone de projection de glace	176	0,09	0,01
	Zone de projection de pale	295	0,15	0,02
Cr22	Zone de projection de glace	64	0,03	0,01
	Zone de projection de pale	145	0,07	0,01
Cr24	Zone de projection de glace	183	0,09	0,01
	Zone de projection de pale	270	0,14	0,02
Cr25	Zone de projection de pale	15	0,01	0,01
Cr26	Zone de projection de pale	256	0,13	0,02
Cr27	Zone de projection de pale	304	0,15	0,02
Ce1	Zone de projection de glace	241	0,12	0,02
	Zone de projection de pale	331	0,17	0,02

Tableau 21 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V8

Relatif aux chemins de randonnées

Pour les chemins de promenade, de randonnée, la circulaire du 10 mai 2010 nous indique de compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne. Or, malgré l'absence de données plus récentes et de relevés spécifiques aux chemins locaux, nous pouvons confirmer, de par la connaissance du site et les retours des élus des communes, que la fréquentation de ce chemin de randonnée est en moyenne de l'ordre de 10 personnes par jour maximum.

Deux chemins de randonnée ont été recensés au sein du périmètre d'étude de dangers (cf.3.3.1). Ainsi, ces personnes sont incluses dans la catégorie « terrains aménagés mais peu fréquentés », détaillés précédemment.

Enjeux matériels et humains

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Janvier 2020

Source : IGN Scan25® et DGFIP PCI®
Copie et reproduction interdites

Légende

Limites administratives

Limites communales

Parc éolien de la Vallée de Moy

Eolienne

Postes de livraison

Chemin de randonnée inscrit au PDIPR

Chemin rural de Ly-Fontaine à Benay

Chemin rural de Ly-Fontaine à Vendeuil

Protection de la ressource en eau

Captage AEP d'Hinacourt

Périmètre de protection rapprochée

Périmètre de protection éloignée

Infrastructures routières

Chemin rural

Chemin d'exploitation

Voie communale

Route départementale

Transport de matière dangereuse

Canalisation de gaz GRTgaz

Distance d'éloignement minimale de 400 m

Infrastructure électrique

Ligne électrique 225 KV (RTE)

Distance d'éloignement minimale de 200 m

ICPE

Centre de stockage de gravats inertes

Scénarii étudiés

Risque de chute de glace 79m

Risque d'effondrement (199,9 m)

Risque de projection de glace (418,4 m)

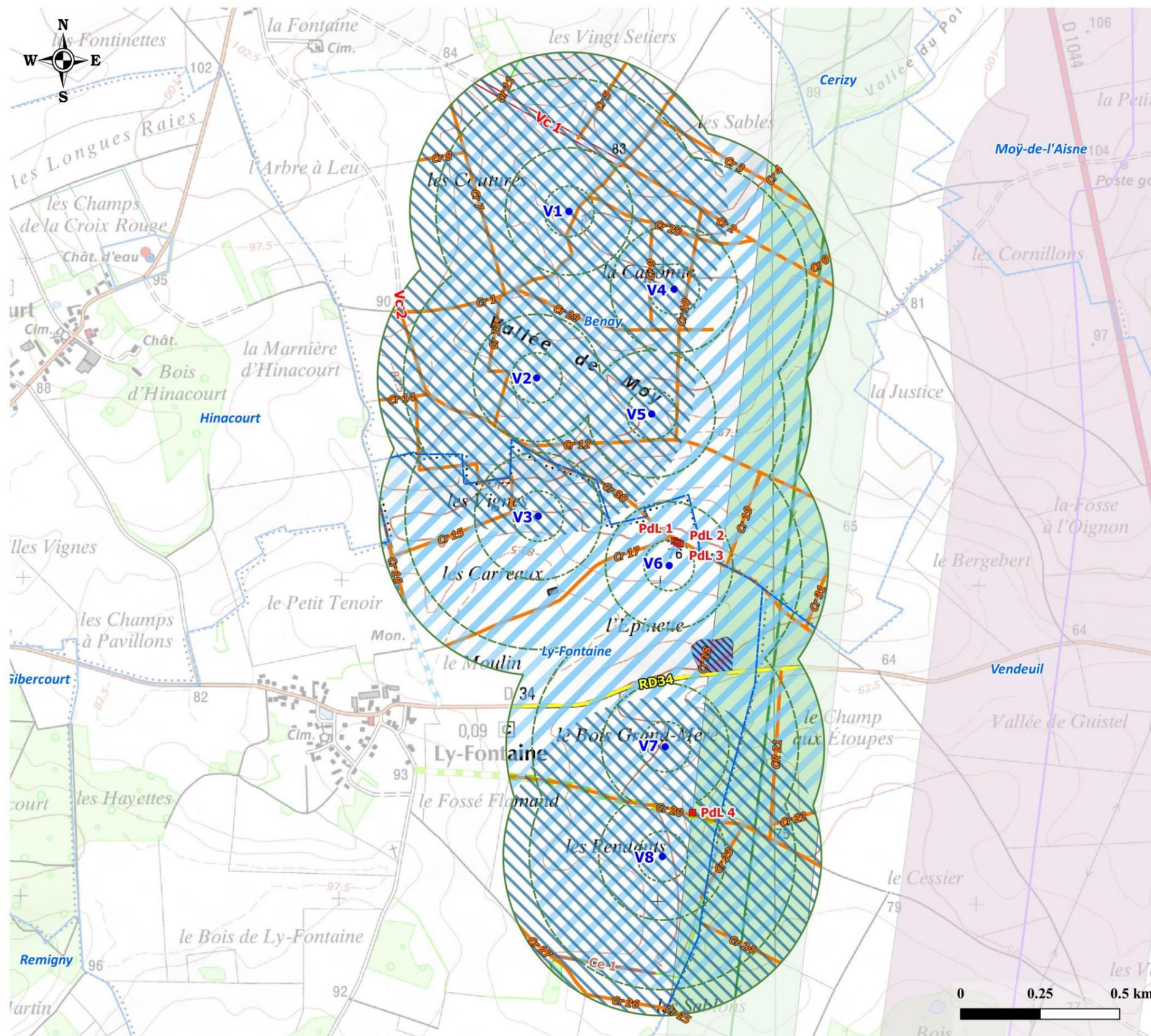
Risque de projection de pale (500 m)

Enjeux humains

Moins de 1 personne

Entre 1 et 10 personnes

Entre 10 et 100 personnes



Carte 14 : Enjeux humains et matériels sur l'aire d'étude de dangers

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	Superficie exposée (ha)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
Zone de surplomb					
V1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,88	2 pers / 100 ha	0,02	0,03
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,08	2 pers / 10 ha	0,01	
V2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,96	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
V3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,96	0 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	0 pers / 10 ha	0,00	
V4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,88	1 pers / 100 ha	0,02	0,03
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,08	1 pers / 10 ha	0,01	
V5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,96	2 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	2 pers / 10 ha	0,00	
V6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,96	3 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	3 pers / 10 ha	0,00	
V7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,96	4 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	4 pers / 10 ha	0,00	
V8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,96	5 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	5 pers / 10 ha	0,00	
Zone de ruine					
V1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	12,27	1 pers / 100 ha	0,13	0,16
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,28	1 pers / 10 ha	0,03	
V2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	12,34	1 pers / 100 ha	0,13	0,16
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,21	1 pers / 10 ha	0,03	
V3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	12,30	1 pers / 100 ha	0,13	0,16
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,25	1 pers / 10 ha	0,03	
V4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	11,98	1 pers / 100 ha	0,12	0,18
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,57	1 pers / 10 ha	0,06	
V5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	12,25	1 pers / 100 ha	0,13	0,17
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,31	1 pers / 10 ha	0,04	
V6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	12,25	1 pers / 100 ha	0,13	0,17
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,31	1 pers / 10 ha	0,04	
V7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	12,49	1 pers / 100 ha	0,13	0,14
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,06	1 pers / 10 ha	0,01	
V8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	12,34	1 pers / 100 ha	0,13	0,16
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,22	1 pers / 10 ha	0,03	
Zone de projection de glace					
V1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	52,79	1 pers / 100 ha	0,53	0,75
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,20	1 pers / 10 ha	0,22	
V2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	53,17	1 pers / 100 ha	0,54	0,73
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,82	1 pers / 10 ha	0,19	

Eolienne	Ensemble homogène	Superficie exposée (ha)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
V3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	53,57	1 pers / 100 ha	0,54	0,69
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,41	1 pers / 10 ha	0,15	
V4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	53,37	1 pers / 100 ha	0,54	0,71
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,62	1 pers / 10 ha	0,17	
V5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	53,63	1 pers / 100 ha	0,54	0,68
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,35	1 pers / 10 ha	0,14	
V6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	53,25	1 pers / 100 ha	0,54	9,72
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,73	1 pers / 10 ha	0,18	
	ICPE (centre de stockage de déchets inertes)	-	-	9,00	
V7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	53,12	1 pers / 100 ha	0,54	9,73
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,86	1 pers / 10 ha	0,19	
	ICPE (centre de stockage de déchets inertes)	-	-	9,00	
V8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	54,12	1 pers / 100 ha	0,55	0,64
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,87	1 pers / 10 ha	0,09	
Zone de projection de pale					
V1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	75,67	1 pers / 100 ha	0,76	1,05
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,87	1 pers / 10 ha	0,29	
V2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	75,96	1 pers / 100 ha	0,76	1,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,58	1 pers / 10 ha	0,26	
V3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,61	1 pers / 100 ha	0,77	0,97
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,93	1 pers / 10 ha	0,20	
V4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,15	1 pers / 100 ha	0,77	1,01
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,39	1 pers / 10 ha	0,24	
V5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,62	1 pers / 100 ha	0,77	0,97
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,92	1 pers / 10 ha	0,20	
V6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,01	1 pers / 100 ha	0,77	10,03
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,53	1 pers / 10 ha	0,26	
	ICPE (centre de stockage de déchets inertes)	-	-	9,00	
V7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,18	1 pers / 100 ha	0,77	10,01
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,36	1 pers / 10 ha	0,24	
	ICPE (centre de stockage de déchets inertes)	-	-	9,00	
V8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,11	1 pers / 100 ha	0,78	0,93
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,43	1 pers / 10 ha	0,15	

Tableau 22 : 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...

3.4.3. Enjeux matériels

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

- Les infrastructures routières (notamment la route départementale 34),
- Les deux chemins de randonnée inscrits au PDIPR du Département de l'Aisne.

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 § 4.3.1) :

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

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

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

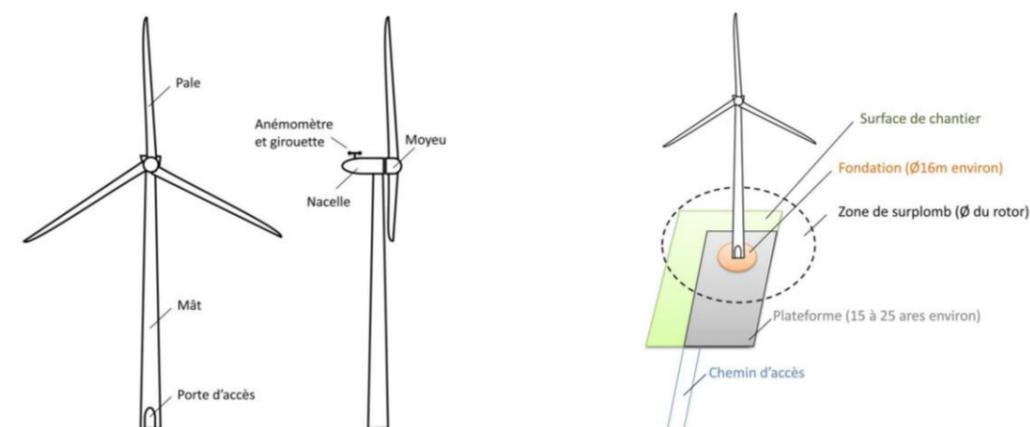


Figure 4 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale) (source : Guide technique (INERIS/SER/FEE, 2012))

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 constitutifs des éoliennes et de leurs annexes.

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

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 Vallée de Moÿ est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur de moyeu de 120,9 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 Vallée de Moÿ est composé de 8 aérogénérateurs et de 4 postes de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 120,9 mètres et un diamètre de rotor de 158 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 199,9 mètres.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison dans le système de coordonnées NTF Lambert 93. Ces coordonnées sont données à titre indicatif puisque les plans architecturaux fournis dans le dossier architectural de la demande d'autorisation environnementale font foi.

Eolienne	Coordonnées NTF Lambert 93		Altitude (NGF - m)	
	Longitude Est	Latitude Nord	Au sol	Bout de pale
V1	722912.100	6961165.422	76	275,9
V2	722810.475	6960642.283	81	280,9
V3	722815.586	6960208.281	76	275,9
V4	723242.695	6960920.822	80	279,9
V5	723172.184	6960528.998	72	271,9
V6	723227.007	6960053.271	79	278,9
V7	723214.411	6959494.302	74	273,9
V8	723205.722	6959139.753	76	275,9
PdL 1	723243.74	6960130.15	77	/
PdL 2	723252.82	6960125.69	77	/
PdL 3	723261.66	6960120.83	77	/
PdL 4	723300.13	6959277.46	69	/

Tableau 23 : Coordonnées géographiques du parc éolien

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 mètre et en degré, minute, seconde.

4.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

4.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique que l'éolienne produit de l'électricité dès 3 m/s (environ 10 km/h). Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 43,2 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur de 4,8 MW par exemple, la puissance atteint 4 800 kWh dès que le vent atteint environ 43 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Les éoliennes s'arrêtent automatiquement lorsque la vitesse du vent atteint 40 m/s (144 km/h), via le système régulation tempête.

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

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

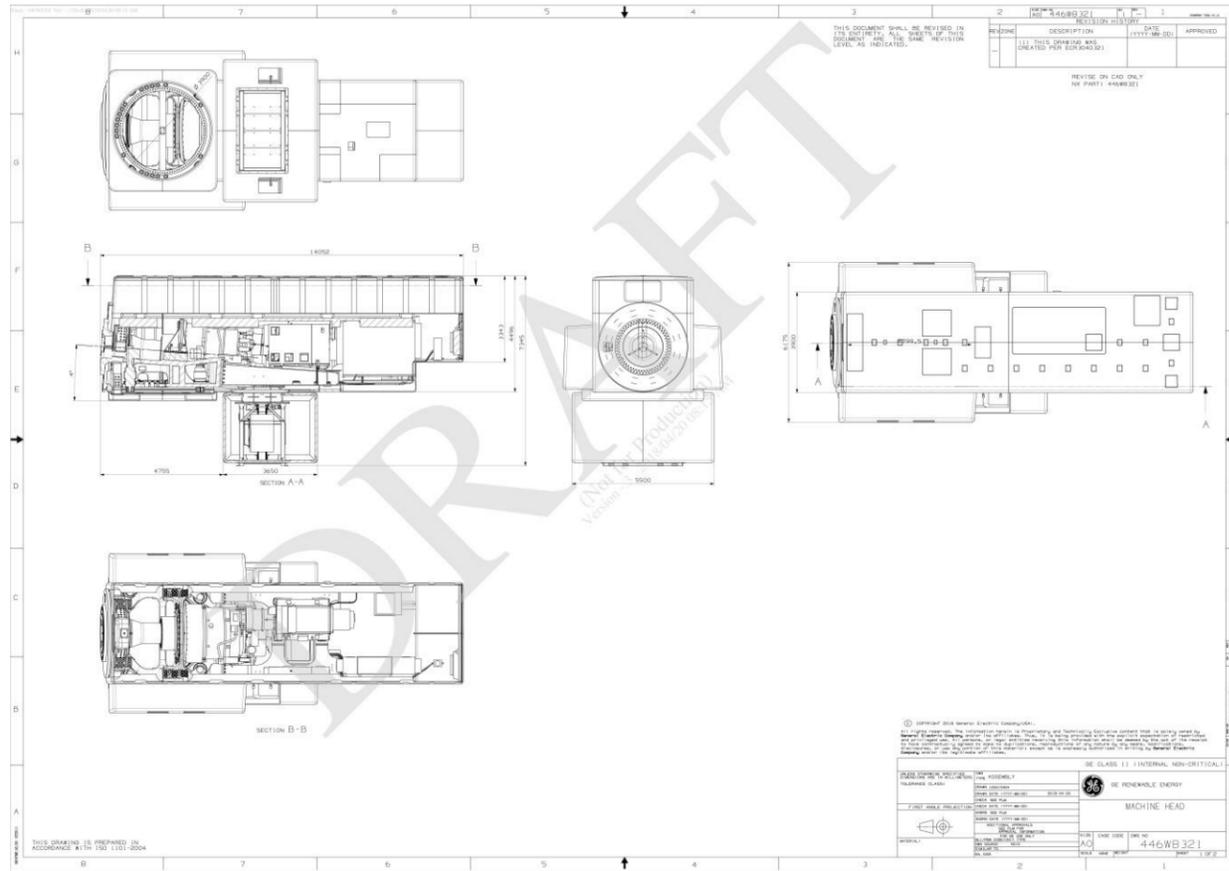


Figure 5 : Ecorché simplifié de l'intérieur de la nacelle de la GE 4,8 – 158 (1/2)
(source : General Electric, 2018)

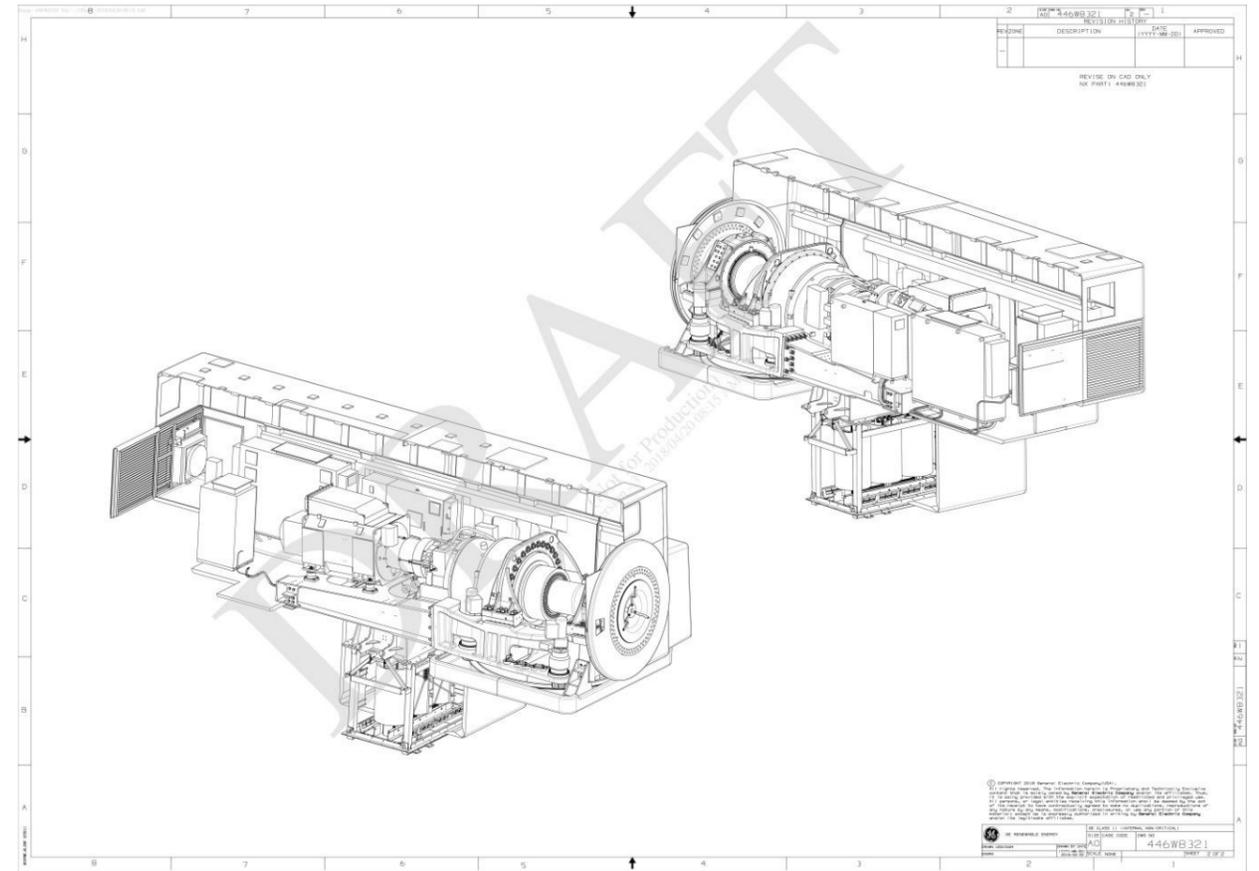


Figure 6 : Ecorché simplifié de l'intérieur de la nacelle de la GE 4,8 – 158 (2/2)
(source : General Electric, 2018)

Découpage fonctionnel de l'installation :

▪ **Fondations**

Fonction	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol
Description	Le massif de fondation est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2. Les fondations ont 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 : <ul style="list-style-type: none"> • Le type d'éolienne ; • La nature des sols ; • Les conditions météorologiques extrêmes ; • Les conditions de fatigue.

▪ **Tour / mât**

Fonction	Supporter la nacelle et le rotor
Description	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. 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. 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 : <ul style="list-style-type: none"> • Une échelle d'accès à la nacelle ; • Un élévateur de personnes ; • Une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas) ; • Les cellules de protection électriques.
Tension dans les câbles présents dans la tour	Jusqu'à 650 V

▪ **Nacelle**

Fonctions	<ul style="list-style-type: none"> • Supporter le rotor • Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité
Description	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 suivante). 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. Le système de refroidissement assure le refroidissement des principaux éléments de l'éolienne et sert également de support pour les balisages lumineux et les capteurs de vent. Ces capteurs à ultrasons mesurent en permanence la vitesse et la direction du vent. Une sonde de température extérieure est placée sous la nacelle et reliée au contrôle commande. 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). 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.

	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.
Tension dans les armoires électriques	Entre 0 et 1 200 V.

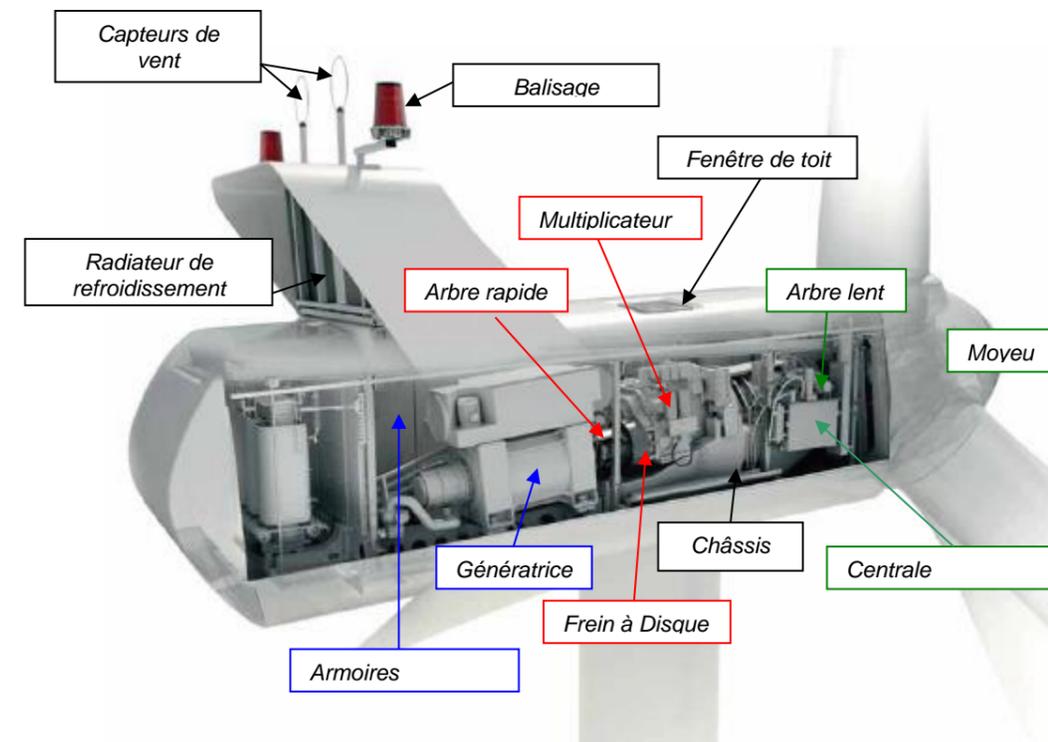


Figure 7 : Composants d'une nacelle

▪ **Rotor**

Fonction	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice
Description	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. 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, appelé « Pitch System ». Ainsi, les variations de vitesse de vents sont constamment compensées par l'ajustement de l'angle d'inclinaison des pales. Le « Pitch System » est conçu pour optimiser au maximum la production de l'éolienne. 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 « Pitch System » 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. 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 : <ul style="list-style-type: none"> • La longueur, fonction de la puissance désirée ;

	<ul style="list-style-type: none"> La corde (largeur maximale), fonction du couple nécessaire au démarrage et de celui désiré en fonctionnement ; Les matériaux, fonction de la résistance souhaitée. <p>La géométrie de la pale est légèrement vrillée autour de son axe longitudinal pour un meilleur rendement.</p>
--	--

▪ **Multiplicateur (Gearbox)**

Fonction	Multiplier la vitesse de rotation issue de l'arbre lent
Description	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 1500 tours par minute. 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. 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.

▪ **Générateur et transformateur**

Fonction	<ul style="list-style-type: none"> Produire de l'énergie électrique à partir d'énergie mécanique Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau
Description	Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante). 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 650 V. 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 ₆) 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, ...). Le refroidissement du générateur et du dispositif de conversion est effectué par une boucle d'eau.

▪ **Connexion au réseau électrique public**

Fonction	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public
Description	Les éoliennes d'un même champ éolien sont ensuite raccordées au réseau électrique de distribution (Enedis 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. 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. Les liaisons électriques entre éoliennes et poste(s) de livraison sont assurées par des câbles souterrains.
Tension dans les câbles souterrains	20 000 V
Tensions dans les postes de livraison	20 000 V

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	<ul style="list-style-type: none"> En béton armé, de forme octogonale, Dimension: design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction. En standard, 30 m de diamètre à leur base et se resserre jusqu'à 8,5 m de diamètre. <i>Les dimensions exactes des fondations seront définies suite à l'étude de sol, prévue suite à l'obtention de l'autorisation environnementale. 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.</i> Profondeur: en standard, 3 m.
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	<ul style="list-style-type: none"> Tubulaire en acier, Hauteur de 118,9 m Composé de 3 à 4 pièces, Revêtement multicouche résine époxy, Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation, Accès : porte verrouillable au pied du mât, échelle d'accès à la nacelle, élévateur de personnes.
Nacelle	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"> Un arbre en rotation, entraîné par les pales, Le multiplicateur, à engrenage planétaire à plusieurs étages + étage à roue dentée droite ou entraînement différentiel – Tension nulle, La génératrice annulaire, asynchrone, à double alimentation, qui fabrique l'électricité – Tension de 690 V, Poids de la nacelle: 182,3 tonnes Composition: structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, fenêtres de toit permettant d'accéder à l'intérieur
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	<ul style="list-style-type: none"> Orientation active des pales face au vent, Sens de rotation : sens horaire 3 par machine, Surface balayée de 19 607 m², Longueur : 79 m, Poids : environ 23 tonnes Contrôle de vitesse variable via microprocesseur, Contrôle de survitesse : Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale, 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 Vitesse de rotation théorique
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	<ul style="list-style-type: none"> Tension de 20 kV à la sortie Localisation : pièce fermée à l'arrière de la nacelle
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	<ul style="list-style-type: none"> Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV Habillage : Enduit RAL 8012.

Tableau 24 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs Général Electric GE 4,8 - 158 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.

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

Balisage des éoliennes

Le balisage des éoliennes est défini par l'arrêté du 13 Novembre 2009 et du 7 Décembre 2010. **Les éoliennes General Electric GE 4,8 - 158 sont conformes à cet arrêté.**

La couleur des éoliennes est une nuance RAL 7035. Toutes les éoliennes constituant le parc éolien sont dotées d'un balisage lumineux d'obstacle moyenne intensité au niveau de la nacelle. Celui-ci doit assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

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

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

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

Balisage lumineux de jour

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

Balisage lumineux de nuit

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

Le passage du balisage lumineux de jour au balisage de nuit est assuré par un détecteur crépusculaire. Le jour est caractérisé par une luminance de fond supérieure à 500 cd/m², le crépuscule est caractérisé par une luminance de fond comprise entre 50 cd/m² et 500 cd/m², et la nuit est caractérisée par une luminance de fond inférieure à 50 cd/m². 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/m².

Protection contre le risque incendie

Système de lutte incendie

Système de détection et d'alarme

Un système d'alarme est couplé avec un système de détection qui informe l'exploitant à tout moment d'un départ de feux 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.

L'exploitant est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant la détection de l'incendie. Il doit être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Système de lutte contre l'incendie

Les éoliennes retenues disposent de plusieurs extincteurs localisés dans la nacelle et le mât. Les extincteurs sont positionnés de façon bien visible et facilement accessible. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Ils font l'objet d'un contrôle régulier par un organisme agréé.

Procédure d'urgence en cas d'incendie

Un plan d'évacuation permet au personnel d'évacuer l'éolienne en cas d'incendie. Le personnel dispose également d'une procédure d'urgence pour donner l'alerte vers les services de secours en cas d'incendie et est formé pour le faire.

Protection contre le risque foudre

La fonction principale du système de protection contre la foudre (Lightning Protection System - LPS) 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 dommage ou sans perturbation des systèmes.

Les éoliennes retenues seront équipées du système de protection contre la foudre afin de minimiser les dommages sur les composants mécaniques, les systèmes électriques et les systèmes de contrôle. Le système de protection contre la foudre est basé sur des solutions de protection interne et externe.

Le système de protection externe est conçu pour gérer un coup de foudre direct sur l'éolienne et pour conduire le courant de foudre à la terre au bas de l'éolienne.

La protection interne est conçue pour minimiser les dégâts et les interférences sur les équipements électriques et les composants électroniques à l'intérieur de l'éolienne grâce à une ligne équipotentielle, à une protection contre les surtensions et les perturbations électromagnétiques.

Le système de protection contre la foudre a été conçu pour atteindre un niveau de protection I selon la norme CEI 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.

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

Protection contre la survitesse

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

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

Ce dernier est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Il doit être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Protection contre l'échauffement

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

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

Tout phénomène anormal est ainsi 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 3s.

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 (multiplicateur). 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.

Le système de protection se base sur trois méthodes redondantes :

- Comparaison des mesures de vent par deux anémomètres sur la nacelle, l'un étant chauffé, l'autre non, associé à des paramètres climatiques additionnels (notamment critère de température) ;
- Analyse de données de fonctionnement de l'éolienne, le dépôt de givre modifiant le profil aérodynamique de la pale et impactant par conséquent la production électrique de la machine ;
- Système de mesure des oscillations et des vibrations qui sont causées par le balourd provoqué par la formation de glace sur les pales qui peuvent, en cas extrême, déclencher un arrêt d'urgence (intégré dans la chaîne de sécurité de l'éolienne).

La détection de glace génère une alarme sur le système de surveillance à distance de l'éolienne (SCADA) et informe l'exploitant de l'événement. Celui-ci stoppe l'éolienne et ne peut la redémarrer que sur place après un contrôle visuel des pales et de la nacelle permettant d'évaluer l'importance de la formation de glace (redémarrage à distance impossible).

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

Protection contre le risque électrique

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

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

vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs 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 de 1000 L, 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.

A noter que dans le cas d'une machine sans multiplicateur, le potentiel de risque de fuite de liquide est donc moins élevé (voire inexistant).

Sécurité positive de l'éolienne – redondance des capteurs

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

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

Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes (SCADA)

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

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

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

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

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

Dans le cas où le système SCADA est défectueux

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

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

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

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

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

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

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

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

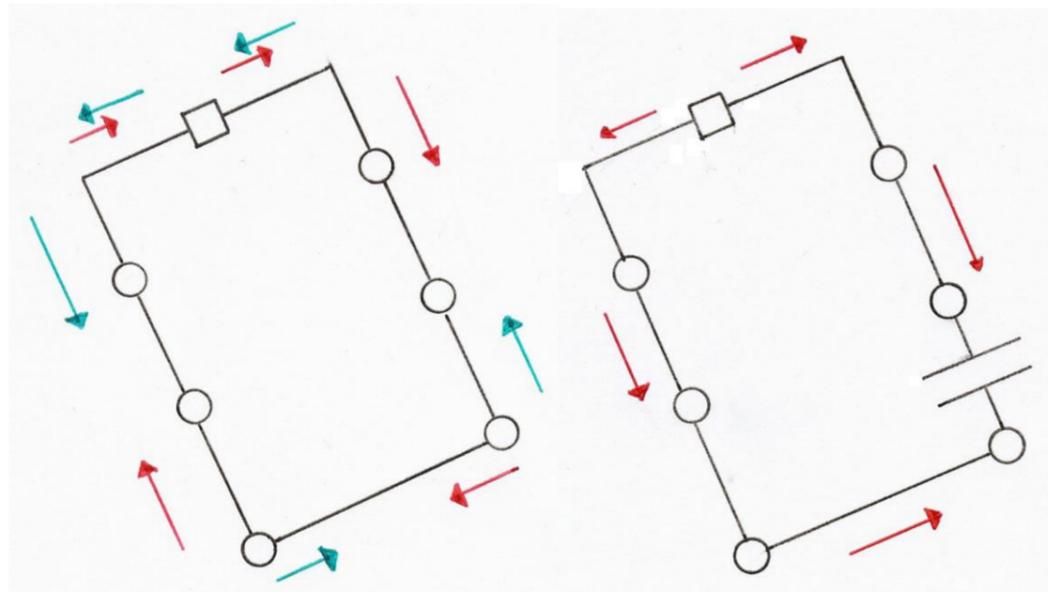


Figure 8 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –
Légende : ○ Eolienne □ SCADA → Circulation de l'information

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 (juin 2006) ou CEI 61400-1 (version 2005) 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 société « ENERTRAG Aisne XI SCS » tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

Les informations sur la « type certificate » du modèle d'éolienne choisi (General Electric GE 4,8 – 158) sont fournis en annexe.

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 SEVESO	-	Habitation la plus proche à 701 m de V3. Site industriel le plus proche : ICPE à 253 m au Sud-Est de l'éolienne V6.	OUI
4	Distance d'éloignement des radars Aucune gêne du fonctionnement des équipements militaires	-	Le radar météorologique d'Avesnes est localisé à plus de 60 km.	OUI
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 General Electric voir Annexe 10.8	Les distances d'éloignement par rapport aux habitations permettent d'affirmer que le champ magnétique n'aura aucun impact potentiel sur les personnes (voir Chapitre E-5-1d de l'étude d'impact)	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 ruraux qui seront renforcés et pour lesquels la société « ENERTRAG Aisne XI SCS » 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 General Electric voir Annexe 10.8		OUI
9	Mise à la terre de l'installation Conformité à la norme IEC 61 400-24 (version de avril 2015) Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre lors de la maintenance	Type Certificate General Electric voir Annexe 10.8		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 General Electric voir Annexe 10.8		OUI
11	Balisage approprié	Type Certificate General Electric voir Annexe 10.8	Balisage 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 Vallée de Moÿ 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	-	<p>Accès à l'intérieur des éoliennes impossible et interdit aux personnes ne faisant pas partie du personnel d'exploitation.</p> <p>La porte est sans verrouillage depuis l'intérieur pour ne pas rester coincé dans l'éolienne.</p> <p>Les portes des éoliennes sont équipées de contact de porte envoyant également une alarme sur le système de supervision en cas d'ouverture.</p>	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.	-	<p>Présence et affichage clair des consignes de sécurité aux abords de l'entrée des chemins d'exploitation et au niveau des plateformes.</p> <p>Affichage, sur le parc éolien, du plan de secours et des coordonnées des moyens de secours en cas d'accident ou d'incident.</p>	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.	<p>Réalisation des tests lors des opérations de maintenance préventive (dont la périodicité n'excède pas 1 an).</p> <p>L'exploitant s'engage à remettre un rapport de test lors de la réception validant ces éléments.</p> <p>L'exploitant s'engagera à remettre au moins annuellement un rapport de contrôle et de bon fonctionnement conformément aux procédures du fabricant des aérogénérateurs.</p>	OUI
16	Interdiction d'entreposer des matériaux combustibles ou inflammables à l'intérieur des éoliennes.	-	<p>Les maintenances comprennent une phase finale de nettoyage de l'éolienne afin de maintenir propre les installations et ne laisser aucun déchet.</p> <p>Le manuel de sécurité indique l'interdiction d'entreposage de matériaux dangereux.</p>	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	-	<p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Travail en hauteur ; - Habilitation électrique BT/HT ; - Sauveteur secouriste du travail ; - Certificat d'aptitude par la médecine du travail. <p>Les habilitations de l'ensemble des techniciens sont mises à disposition d'ENERTRAG et de la société « ENERTRAG Aisne XI SCS »</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).	General Electric fournira 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.	General Electric fournira 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.	<p>La société « ENERTRAG Aisne XI SCS » dispose des rapports de service et des rapports mensuels indiquant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les interventions réalisées sur site ; - Le descriptif des actions correctives réalisées ; - Les arrêts mensuels par éolienne. <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 bordereaux de suivi des déchets sont ensuite transmis à l'exploitant.	<p>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.</p> <p>ENERTRAG, qui assistera la société « ENERTRAG Aisne XI SCS » dans le chantier, utilise une charte de suivi de chantier afin de prévenir la gestion des déchets tout au long de cette phase. De plus, en conformité avec ses procédures qualité internes, et en accord avec les statuts de la FEE (France Energie Eolienne), le Maître d'Ouvrage mettra en œuvre sa charte "chantier propre" avec l'ensemble de ses prestataires".</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 General Electric. 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.	General Electric fournissent 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	<p>General Electric et la société « ENERTRAG Aisne XI SCS » s'engagent à former son personnel sur les consignes de sécurité du site.</p> <p>Un plan de prévention annuel comprenant une analyse des risques et les moyens mis en œuvre pour les éviter est également lu au personnel.</p> <p>Un plan d'évacuation est affiché en pied d'éolienne (intérieur).</p>	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	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.	OUI

	danger. Les communications et en particulier les signaux d'alarme sont assurés en cas d'urgence.	ENERTRAG, qui assistera la société « ENERTRAG Aisne XI SCS » 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.	
24	Moyens de lutte contre l'incendie à disposition dans chaque aérogénérateur (système d'alarme et deux extincteurs)	-	<p>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, ...</p> <p>Sur site, le personnel dispose d'au minimum 2 extincteurs visibles et facilement accessibles (1 situé en bas du mât et 1 situé dans la nacelle) adaptés aux risques à combattre, et d'une trousse de premiers secours.</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"> - Les noms et numéros des services secours à contacter ; - Les procédures à mettre en place (périmètre de sécurité, moyens de lutte incendie externe pouvant être mis en œuvre, ...) ; - La réalisation régulière d'exercices d'entraînement. <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 (sui 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.
26-27-28	Emergence contrôlée du bruit, limitation sonore des engins de chantier et suivi des mesures	General Electric fournira à ENERTRAG et à la société « ENERTRAG Aisne XI SCS » la courbe de bruit des éoliennes	L'adéquation en termes d'urgence 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.

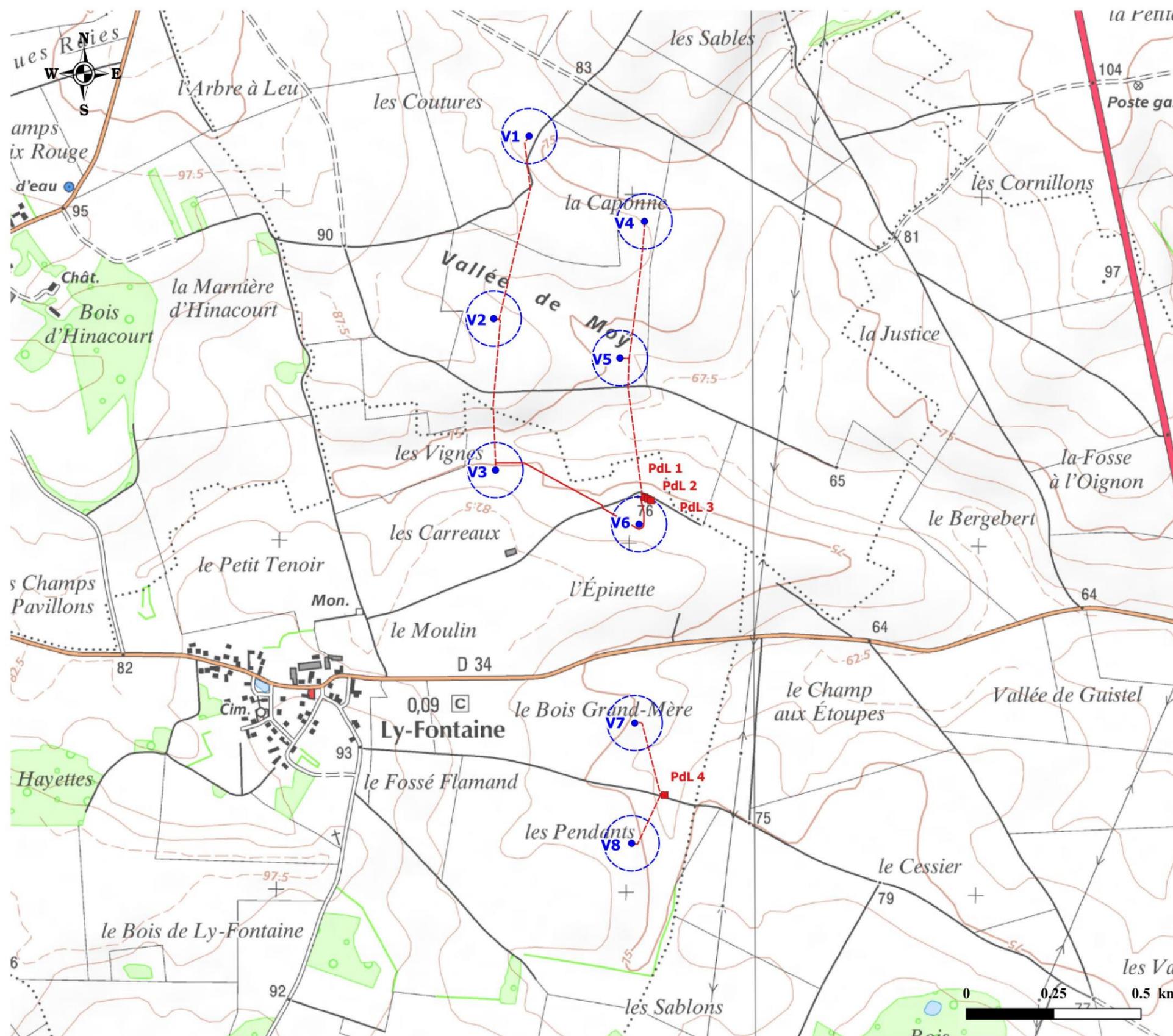
Tableau 25 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE

Réseau électrique interne

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Janvier 2020

Source : IGN Scan25®
Copie et reproduction interdites



Légende

Parc éolien de la Vallée de Moy

- Eolienne
- Zone de surplomb par les pales (79 m)
- Poste de livraison
- Liaison électrique inter-éolienne

Carte 16 : Réseaux électriques internes à l'installation

4.2.3. Opération de maintenance de l'installation

La maintenance de l'installation sera réalisée par General Electric pour le compte de la société « ENERTRAG Aisne XI SCS ».

Personnel qualifié et formation continue

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

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

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

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

Planification de la maintenance

Préventive

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

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

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

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, la société « ENERTRAG Aisne XI SCS » procède également à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.

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

Curative

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

4.2.4. Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériau combustible ou inflammable ne sera stocké dans les éoliennes du parc éolien de Vallée de Moÿ.

4.3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

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

Le raccordement électrique inter-éolien ainsi qu'en liaison jusqu'aux structures 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, et passeront à travers champs ou longeront les chemins d'accès. 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.

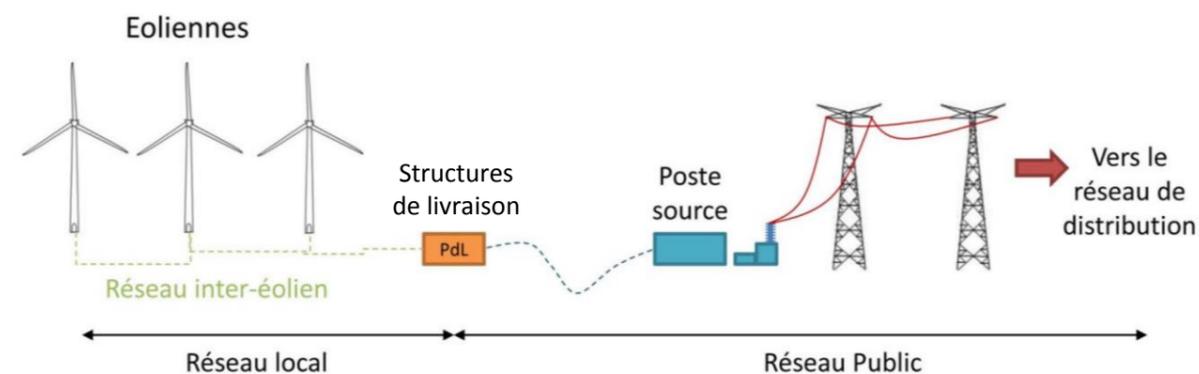


Figure 9 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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. La structure de livraison et les câbles y raccordant les éoliennes constituent le réseau interne de la centrale éolienne, soumis à approbation de construction et de l'exploitation des ouvrages de transport et de distribution d'électricité (article L323-11 du Code de l'Énergie).

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.

Caractéristique du câble électrique

Ces réseaux de raccordement électrique ou téléphonique (surveillance) entre les éoliennes et la structure de raccordement électrique 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 pouvant varier de 3x150 mm² à 3x240 mm² suivant le nombre d'éoliennes raccordées sur ceux-ci.

Caractéristique des tranchées

Pour le raccordement inter-éolien, les caractéristiques des tranchées sont en moyenne d'une largeur de 45 cm et d'une profondeur de 1 m. Des illustrations de coupe type sont présentées ci-après.

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.

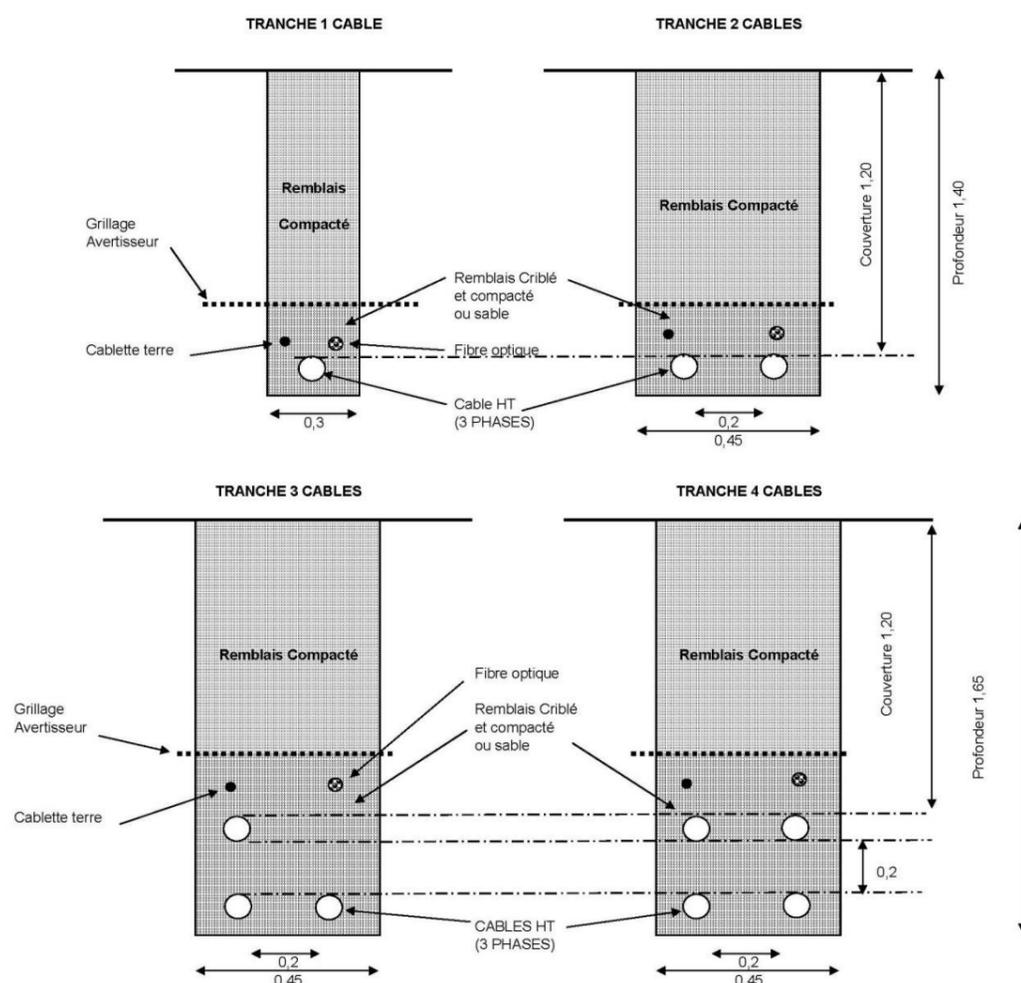


Figure 10 : Vue en coupe des tranchées selon le nombre de câbles passés (source : ATER Environnement, 2014)

Aucun apport ou retrait de matériaux du site n'est nécessaire. L'ouverture de tranchées, la mise en place de câbles et la fermeture des tranchées seront opérées en continu, à l'avancement, sans aucune rotation d'engins de chantier.

Postes de livraison

Les quatre postes de livraison sont compris dans un local préfabriqué de 9,2 m de longueur et 2,68 m de largeur avec le débord du toit et 2,6 m de hauteur, soit une emprise au sol de 24,7 m² répondant aux spécifications du guide technique EDF B81, normes NF C13-100, C13-200 et C15-100, la fabrication est réalisée suivant un système qualité certifié AFAQ ISO9002.

Les postes de livraison sont placés de manière à optimiser le raccordement au réseau électrique en direction du poste source. Ils comprennent : un compteur électrique, des cellules de protection, des sectionneurs, des filtres électriques. La tension limitée de cet équipement (20 000 Volts, ce qui correspond à la tension des lignes électriques sur pylônes EDF bétonnés standards des réseaux communs de distribution de l'énergie) n'entraîne pas de risque électromagnétique important. Son impact est donc globalement limité à son emprise au sol : perte de terrain, aspect esthétique.

Nature des sols

Le site d'étude est localisé à la périphérie Nord-Est du Bassin Parisien, présentant des roches (ou faciès) datant du Crétacé supérieur et du Tertiaire et repose essentiellement sur des dépôts crayeux et des dépôts sableux et argileux, tous deux recouverts par des limons (colluvions de dépression et de fond de vallée).

Les sols du plateau sont constitués essentiellement d'argiles et de limons. Il s'agit de sols riches et fertiles sur lesquels se développent des grandes cultures céréalières et betteravières.

Le site d'implantation du projet n'intègre aucun périmètre de protection de captage.

Démarches préalables à la réalisation de l'ouvrage

Une première consultation des exploitants de réseaux a été effectuée. Avant la phase travaux, une consultation à travers le portail DICT sera réalisée.

Le pétitionnaire a obtenu les accords avec les propriétaires et exploitants concernés pour les passages en domaine privé. Des conventions de voiries seront, elles, conclues avec les différents gestionnaires de voiries avant la phase chantier.

La société « ENERTRAG Aisne XI SCS » s'engage à :

- diligenter un contrôle technique des travaux en application de l'article R. 323-30 du Code de l'Energie ;
- transmettre au gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité les informations permettant à ce dernier d'enregistrer la présence du réseau inter-éolien dans son SIG des ouvrages, conformément à l'article R. 323-29 du Code de l'Energie.

Réseau électrique externe (ou réseau public)

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

Dans le cas du parc éolien de Vallée de Moÿ, le poste source du réseau électrique public sur lequel le raccordement du parc éolien paraît actuellement le plus probable serait un nouveau poste créé dans le cadre du nouveau S3RenR des Hauts-de-France (dont l'approbation est prévue au second semestre 2018). Ce nouveau poste serait situé à proximité de Nouvion, le long de la ligne électrique de 225 kV.

4.3.2. Autres réseaux

Le parc éolien de Vallée de Moÿ 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
Terrassement (voies d'accès, plateformes de montage)	3 mois
Fondations et installations des câbles électriques	2 mois
Montages, mise en service et tests des éoliennes	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 fonctionnements, etc...

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

5.1. POTENTIELS DE DANGERS 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 Vallée de Moÿ sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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

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

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

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

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

Tableau 26 : 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 Vallée de Moÿ 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
Système de transmission	Transmission de l'énergie mécanique	Survitesse	Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique
Pale	Prise au vent	Bris de pale ou chute de pale	Energie cinétique d'éléments de pales
Aérogénérateur	Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne	Effondrement	Energie cinétique de chute
Poste de livraison, intérieur de l'aérogénérateur	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d'éléments	Energie cinétique de projection
Rotor	Transfère l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute de nacelle	Energie cinétique de chute

Tableau 27 : 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 (2012)

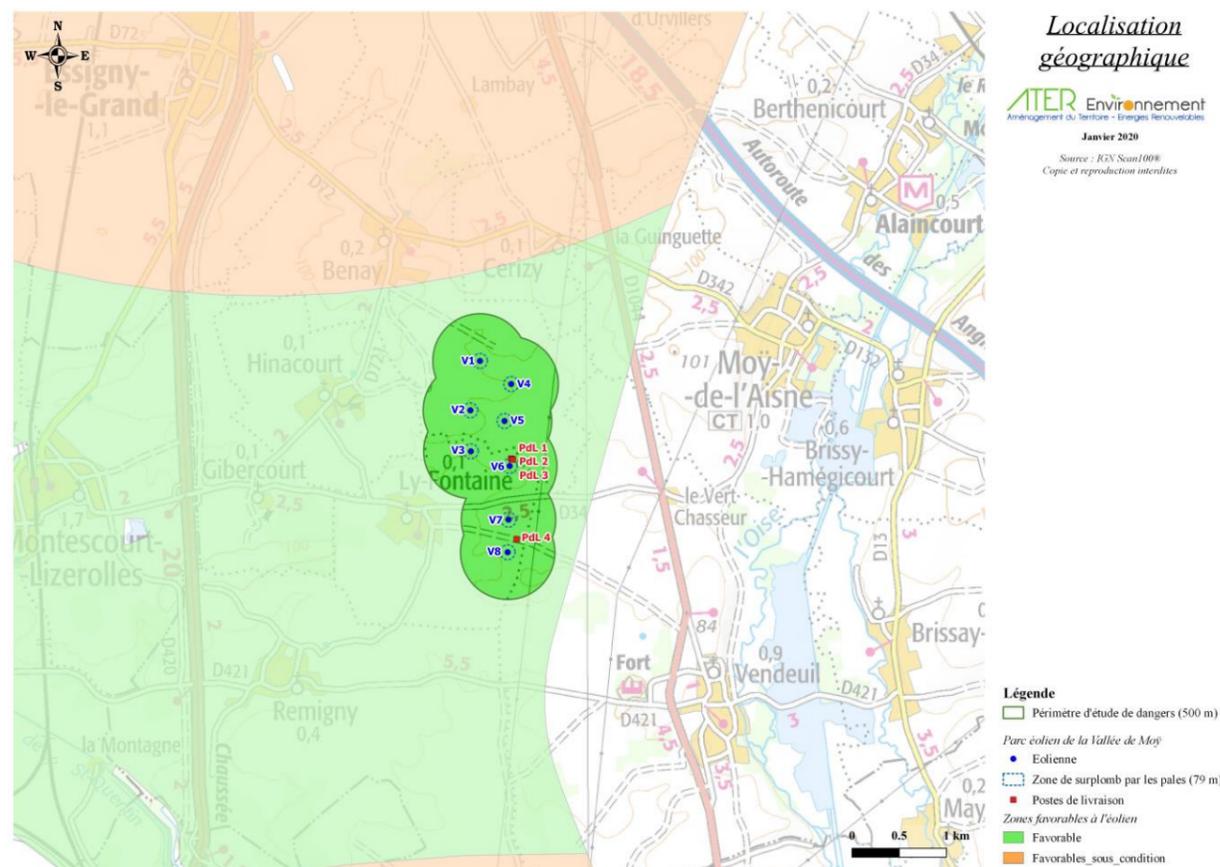
Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement fixé par les lois Grenelle, l'ancienne région Picardie a élaboré son Schéma régional climat air énergie (SRCAE) validé par arrêté préfectoral du 14 Juin 2012. L'un des volets de ce schéma très général est constitué par un Schéma régional éolien (SRE), qui détermine quelles sont les zones favorables à l'accueil des parcs et quelles puissances pourront y être installées en vue de remplir l'objectif régional d'ici à 2020.

L'arrêté approuvant le Schéma Régional Eolien a été annulé par la Cour Administrative d'Appel de Douai en date du 16 Juin 2016, suite à de nombreuses oppositions et à l'absence d'analyse des enjeux liés aux paysages et à l'environnement préalablement à son adoption. Toutefois, et en application de l'article L.553-1 du code de l'environnement :

- L'instauration d'un SRE n'est pas une condition préalable à l'octroi d'une autorisation ;
- L'annulation du SRE de Picardie est sans effet sur les procédures d'autorisation de construire et d'exploiter les parcs éoliens déjà accordés ou à venir.

Bien que n'ayant plus de valeur réglementaire à la date de rédaction du présent dossier, le SRE a été pris en compte avant son annulation dans le choix du site du projet.

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



Carte 17 : Zones favorables à l'éolien dans la partie Aisne-Nord (source : Schéma Régional Eolien, 2012)

⇒ Le site envisagé pour l'implantation des éoliennes se situe sur les communes de Benay et de Ly-Fontaine, territoires intégrés à une zone favorable de développement éolien.

La Zone d'implantation du projet envisagée pour l'implantation des éoliennes est incluse dans **le secteur C / Aisne - Nord**. Elle appartient à une zone verte, c'est-à-dire favorable à l'éolien. Le Schéma Régional Eolien indique que la stratégie du secteur Aisne-Nord est que « *les nouvelles éoliennes devront être harmonisées avec les projets existants qu'elles viendront compléter (hauteur, rythme, type de machine, etc.)* ».

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

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

Ce travail itératif doit également tenir compte du foncier, des pratiques agricoles/forestières 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.

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

L'implantation de ce projet se situe en dehors des zones de contraintes techniques, paysagères et environnementales identifiées dans les états initiaux de l'environnement.

Les éoliennes sont implantées sur une ligne et à distance des habitations et des zones à urbaniser afin d'assurer la cohérence paysagère et préserver le cadre de vie.

5.3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles

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

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

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

6 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

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

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'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 Vallée de Moÿ. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mai 2012).

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

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

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

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

6.1.2. Bilan accidentologie matériel

Selon la base ARIA recensant les accidents technologiques, un total de 88 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2019 (voir [Tableau 28](#)). 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, etc.) 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. Elle est représentée 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. Elle est représentée 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.

Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011

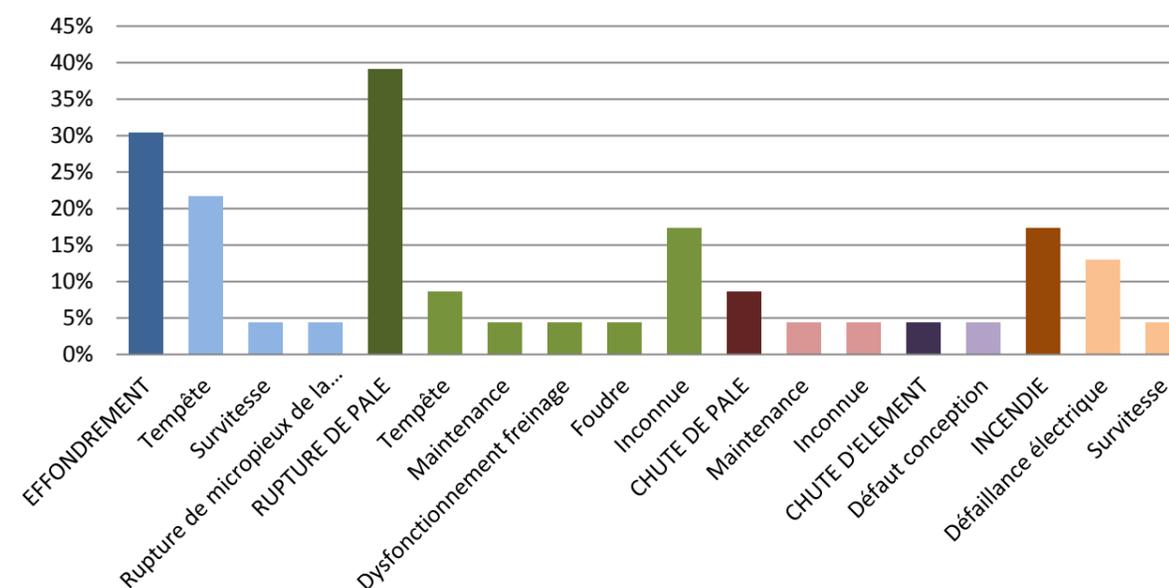


Figure 12 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)

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 (Nord)	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 ² 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 (Hérault)	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 ²
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
06/02/2015	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	Conilhac-Corbières (Aude)	Chute de l'aéofrein d'une pale
08/02/2016	Dinéault (Finistère)	Chute d'une pale et déchirement d'une autre lors d'une tempête
07/03/2016	Calanhel (Côtes-d'Armor)	Chute d'une pale
28/05/2016	Janville (Eure-et-Loir)	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
02/08/2018	Izenave (Ain)	Incendie d'une éolienne
06/11/2018	Guigneville (Loiret)	Chute d'une éolienne
19/11/2018	Sommette-Eaucourt, Ollezy et Cugny (Aisne)	Chute d'une pale
02/01/2019	La Limouzinière (Loire-Atlantique)	Feu dans la nacelle d'une éolienne
17/01/2019	Bambiderstroff (Moselle)	Chute d'un morceau de pale
23/01/2019	Boutavent (Oise)	Le mât d'une éolienne se plie
30/01/2019	Roquetaillade et Conilhac-de-la-Montagne (Aude)	Chute d'une pale
18/06/2019	Quesnoy-sur-Airaines (Somme)	Incendie sur une éolienne
27/06/2019	Charly-sur-Marle (Aisne)	Chute d'un bout de pale d'une éolienne
25/06/2019	Ambon (Morbihan)	Feu dans la nacelle d'une éolienne
09/12/2019	Forêt-de-Tessé (Charente)	Bris d'une pale

Tableau 28 : Liste des incidents intervenus en France (source : Base de données ARIA, mise à jour 17/01/2018)

6.1.3. Bilan accidentologie humaine

Le bilan de l'accidentologie humaine indique que depuis 18 ans environ, en France :

- Aucun tiers, extérieur au parc, n'a été blessé ou tué ;
- Les personnes blessées sont toutes du personnel de maintenance. Neuf accidents sont à déplorer conduisant à huit blessés et trois décès.

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

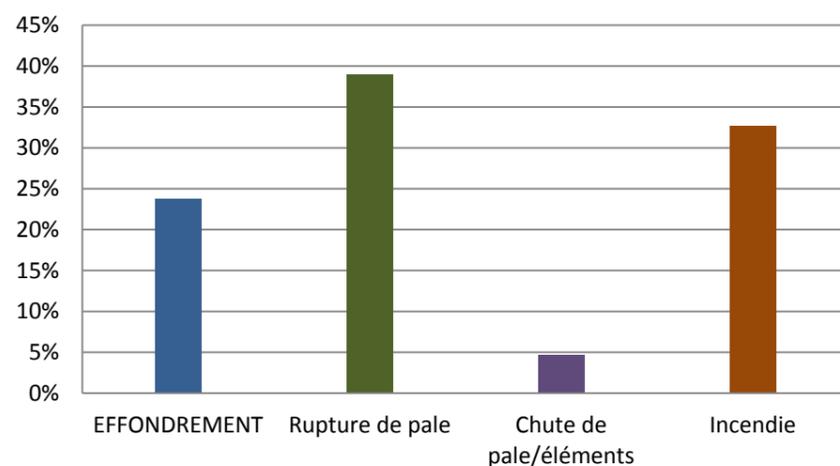
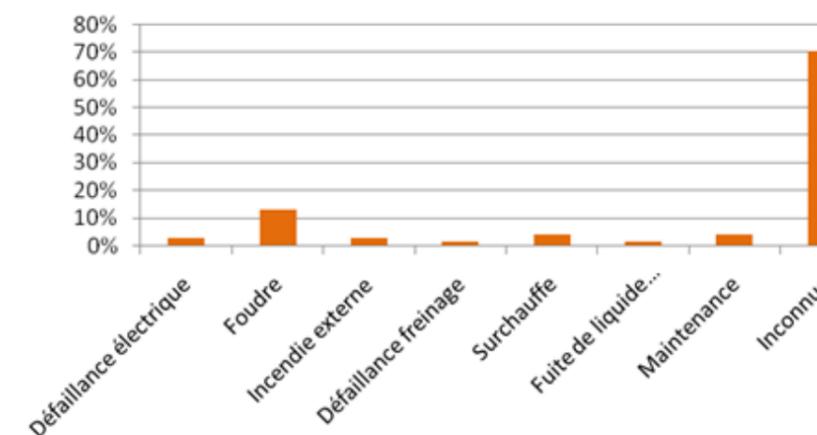
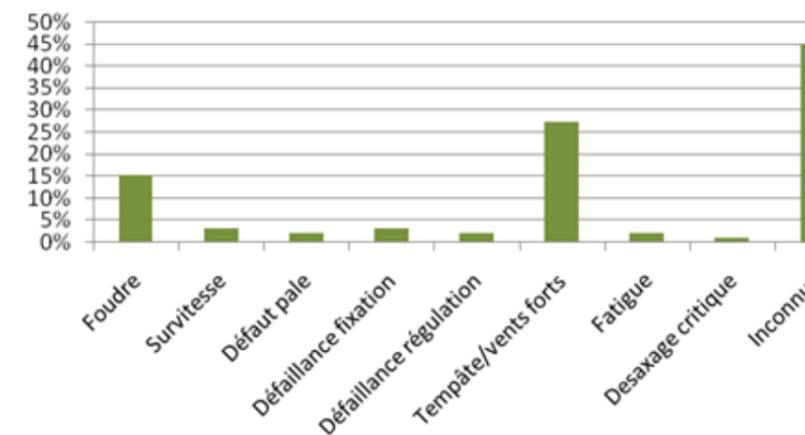
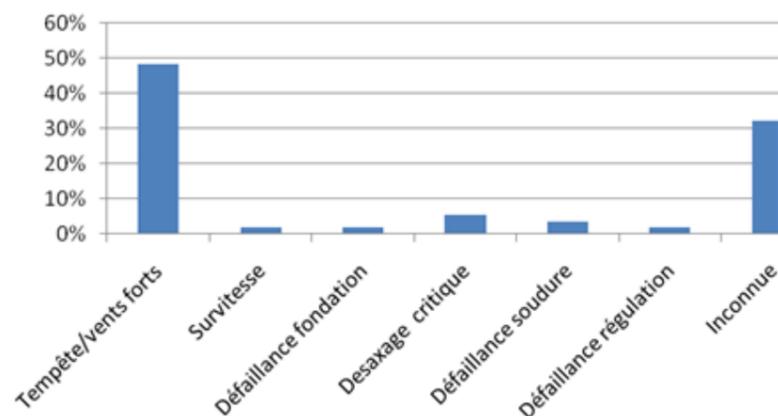


Tableau 30 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)



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)

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

A la date de rédaction de la présente étude, seul un incident est survenu sur l'un des sites exploités par la société ENERTRAG (source : ENERTRAG, 2018). Il s'agissait d'une coupure à un doigt d'un technicien de Siemens intervenant sur un parc le 16 mars 2018, qui a engendré un point de suture et 5 jours d'arrêt.

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

6.4.1. Analyse de l'évolution des accidents en France

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

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

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

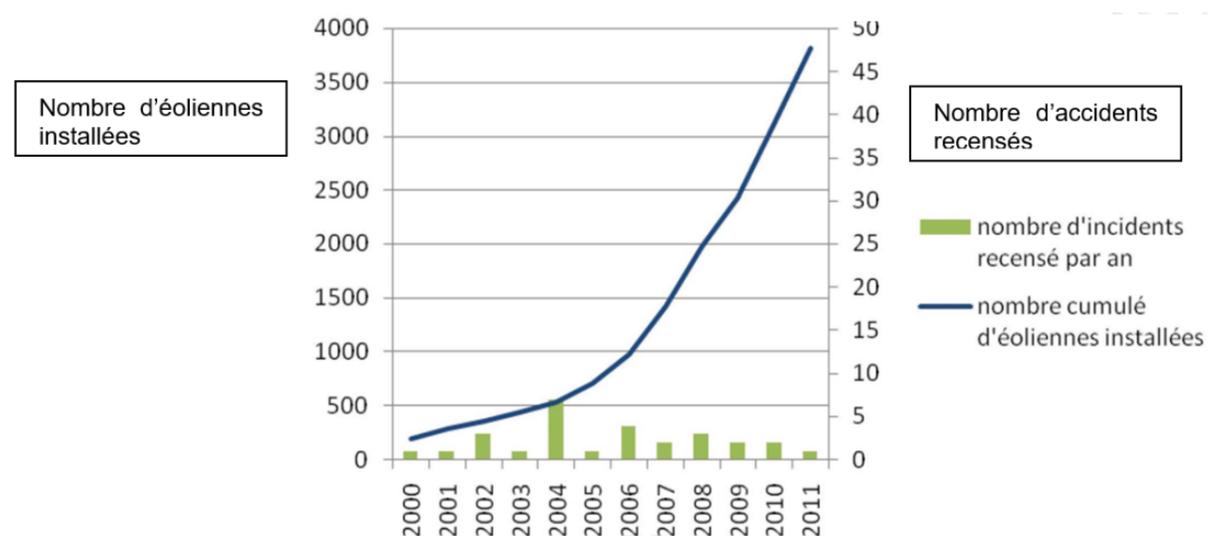


Figure 13 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

6.4.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

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

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

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

6.5. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

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

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

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

7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'objectif de ce chapitre de l'étude de dangers est de présenter les différentes agressions externes pouvant survenir au cours de l'exploitation du parc éolien ainsi que les différents scénarios associés et les mesures de sécurité mises en place.

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) basé sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

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

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

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

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

7.3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

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

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

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

7.3.1. Agression externe liées aux activités humaines

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

Remarque : Aucun aéroport n'est présent dans un rayon de 2 km. Aucune ligne électrique Très Haute Tension (THT) aérienne n'est présente à moins de 200 m des éoliennes projetées.

Infrastructure	Voies de circulation	Aéroport	Ligne THT	Autres aérogénérateurs
Fonction	Transport	Transport aérien	Transport d'électricité	Production d'électricité
Evénement redouté	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Chute d'aéronef	Rupture de câble	Accident générant des projections d'éléments
Danger potentiel	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	Arc électrique, surtensions	Energie cinétique des éléments projetés
Périmètre	200 m	2 000 m	200 m	500 m
Distance par rapport au mât des éoliennes	V1	19 m de Cr1 70 m de Cr28		
	V2	90 m de Cr13 198 m de Cr12		
	V3	87 m de Cr15 171 m de Cr30		
	V4	40 m de Cr10 77 m de Cr9 127 m de Cr29 175 m de Cr28	-	-
	V5	80 m de Cr10 82 m de Cr12		
	V6	81 m de Cr17 92 m de Cr30 180 m de Cr19		
	V7	200 m de RD34		

Infrastructure		Voies de circulation	Aérodrome	Ligne THT	Autres aérogénérateurs
Distance par rapport au mât des éoliennes	V8	151 m de Cr20 169 m de Cr23	-	-	322 m (parc éolien de Remigny-Ly-Fontaine)

Tableau 32 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

7.3.2. Agression externe liées aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	<ul style="list-style-type: none"> Risque non quantifié par le DDRM de l'Aisne ; Absence de cyclone recensé sur cette zone.
Foudre	<ul style="list-style-type: none"> Densité de foudroiement : 15 contre 20 en moyenne nationale Respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) et EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)
Glissement de sols / affaissement miniers	<ul style="list-style-type: none"> « Aléa nul à faible » de retrait et gonflement des argiles ; Cavité : Absence de cavités sur les communes de Benay, Ly-Fontaine et Hinacourt, hormis pour Vendeuil (une cavité de nature indéterminée). Aucune cavité n'est recensée dans le périmètre d'étude de dangers.

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 (la tension entre les pieds d'une personne se tenant debout près d'un point d'injection du courant à la terre) n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 après.

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

7.4. SCENARIOS ETUDIÉS DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

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

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

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience 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
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2

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

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	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
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°11) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°12)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance 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
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

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

7.5. EFFETS DOMINOS SUR LES ICPE

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

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 ».

Une seule installation, hors aérogénérateurs, est recensée à proximité des éoliennes du parc éolien de Vallée de Moÿ. 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 ce poste 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-même, 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 Vallée de Moÿ ne se trouve à moins de 100 mètres d'une installation ICPE.

- ⇒ 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 mise en œuvre sur les éoliennes du parc de Vallée de Moÿ. Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement « d'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 « NA » (Non Applicable).

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

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Non. Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
Temps de réponse	Immédiat (L'alarme est déclenchée dès que le capteur est gelé ou détecte de la neige.)		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	Vérification des capteurs du système de détection de givre lors des maintenances préventives annuelles.		

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

Fonction de sécurité		Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice			
Description	/			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	NA			
Efficacité	100 %			
Tests	A préciser si possible			
Maintenance	Maintenance préventive semestrielle de la génératrice et de son système de refroidissement, ainsi que du multiplicateur (y compris le système de refroidissement de l'huile du multiplicateur). Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.			

Fonction de sécurité		Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.			
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Parafoudres sur la nacelle + récepteurs de foudre sur les 2 faces des pales Mise à la terre (nacelle/mât, sections de mât, mât/fondation) Parasurtenseurs sur les circuits électriques			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif			
Efficacité	100 %			
Tests	Mesure de terre lors des vérifications réglementaires des installations électriques			
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. Contrôle de l'état de l'installation de mise à la terre dans le mât à chaque maintenance préventive.			

Fonction de sécurité		Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage. Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2) et EN 954-1			
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	15 à 60s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté) 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	Maintenance préventive annuelle de l'éolienne avec notamment contrôle 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		Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours			
Description	DéTECTEURS de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est, quant à lui, dépendant de la zone géographique.			
Efficacité	100 %			
Tests	Vérification de la plausibilité des mesures de température			
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		Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.			
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde			
Efficacité	100 %			
Tests	/			
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.			

Fonction de sécurité		Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération Procédure d'urgence Kit antipollution			
Description	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) - de récupérer les déchets absorbés. <p>Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.</p>			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite			
Efficacité	100 %			
Tests	/			
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an			

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	Surveillance des vibrations Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)			
Description	<p>La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. 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 équipées de capteurs de vibration, qui entraînent l'arrêt en cas de dépassement des seuils définis. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223 (peinture et revêtement anti-corrosion).</p>			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	15 à 60s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté)			
Efficacité	100 %			
Tests	Déclenchement manuel des capteurs de vibration et vérification de la réponse du système			
Maintenance	<p>Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Inspection visuelle du mât et, si besoin, nettoyage lors des maintenances préventives annuelles.</p>			

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

Fonction de sécurité		Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite			
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.			
Indépendance	Oui			
Temps de réponse	15 à 60 s suivant le programme de freinage			
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	Test des programmes de freinage lors de la mise en service de l'éolienne. Test automatique du système de freinage mécanique et du fonctionnement de chaque système pitch (freinage aérodynamique) lors de la séquence de démarrage de l'éolienne.			
Maintenance	Maintenance préventive du système pitch (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment vérification du câblage et du système de lubrification automatique, graissage des roulements de pitch. Maintenance préventive du frein mécanique (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment inspection visuelle, vérification de l'épaisseur des plaquettes de frein et des capteurs du frein mécanique.			

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

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

Tableau 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 ETUDES DETAILLEES DES RISQUES

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

8.1. RAPPEL DES DEFINITIONS

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

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

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

Cette circulaire précise en son point 1.2.2 qu'à l'exception de certains explosifs pour lesquels les effets de projection présentent un comportement caractéristique à faible distance, les projections et chutes liées à des ruptures ou fragmentations ne sont pas modélisées en intensité et gravité dans les études de dangers.

Force est néanmoins de constater que ce sont les seuls phénomènes dangereux susceptibles de se produire sur des éoliennes.

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

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

8.1.1. Cinétique

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

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005, la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est 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 toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

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

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

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

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

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

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

Tableau 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 :

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

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

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

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

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

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

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

8.1.5. Matrice de criticité

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

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

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

GRAVITÉ Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Vert	Jaune	Jaune	Rouge
Moderé	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. DETERMINATION DES PARAMETRES POUR L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

8.2.1. Effondrement de l'éolienne

Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 199,9 m dans le cas des éoliennes du parc éolien de Vallée de Moÿ.

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

Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas le plus défavorable du parc éolien de Vallée de Moÿ. R est la longueur de pale (R= 79 m), H la hauteur du mât (H= 118,9 m), L la largeur du mât (L= 4,3 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB= 3,2 m).

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale – 199,9 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = (H \times L) + (3 \times R \times LB / 2)$	$Z_E = \pi \times (H + R)^2$	$d = (Z_i / Z_E) \times 100$	
899	125 538	0,716 (< 1%)	Exposition modérée

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 1000 personnes exposées ;
- Entre 100 et 1000 personnes exposées ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées ;
- Moins de 10 personnes exposées ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne ».

¹ 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.

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 :

Eolienne	Effondrement de l'éolienne				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		
V1	12,27	0,13	0,28	0,03	0,16	Modérée
V2	12,34	0,13	0,21	0,03	0,16	Modérée
V3	12,30	0,13	0,25	0,03	0,16	Modérée
V4	11,98	0,12	0,57	0,06	0,18	Modérée
V5	12,25	0,13	0,31	0,04	0,17	Modérée
V6	12,25	0,13	0,31	0,04	0,17	Modérée
V7	12,49	0,13	0,06	0,01	0,14	Modérée
V8	12,34	0,13	0,22	0,03	0,16	Modérée

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

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

Probabilité

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

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbine (Guide du risque en fonction du zonage de l'éolienne)	4,5 x 10 ⁻⁴	Retour d'expérience
Specification of minimum distances (spécification des distances minimales)	1,8 x 10 ⁻⁴ (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'expérience¹, soit une probabilité de 4,47 x 10⁻⁴ par éolienne et par an.

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

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

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place sur les machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement. Ces mesures de 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 survitesse 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 Vallée de Moÿ, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale – 199,9 m)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
V1	Modérée	Acceptable
V2	Modérée	Acceptable
V3	Modérée	Acceptable
V4	Modérée	Acceptable
V5	Modérée	Acceptable
V6	Modérée	Acceptable
V7	Modérée	Acceptable
V8	Modérée	Acceptable

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

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

8.2.2. Chute de glace

Considérations générales

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

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

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

Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mat de l'éolienne. Pour le parc éolien de Vallée de Moÿ, la zone d'effet a donc un rayon de 79 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien de Vallée de Moÿ. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est la longueur de pale ($R=79$ m), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG=1$ m²).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $1/D =$ zone de survol = 79 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
1	19 607	0,005 (<1 %)	Exposition modérée

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

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

Chute de glace						
Eolienne	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		
V1	1,88	0,02	0,08	0,01	0,03	Modérée
V2	1,96	0,02	/	/	0,02	Modérée
V3	1,96	0,02	/	/	0,02	Modérée
V4	1,88	0,02	0,08	0,01	0,03	Modérée
V5	1,96	0,02	/	/	0,02	Modérée
V6	1,96	0,02	/	/	0,02	Modérée
V7	1,96	0,02	/	/	0,02	Modérée
V8	1,96	0,02	/	/	0,02	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^{-2} .

Acceptabilité

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $1/D =$ zone de survol = 79 m)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
V1	Modérée	Acceptable
V2	Modérée	Acceptable
V3	Modérée	Acceptable
V4	Modérée	Acceptable
V5	Modérée	Acceptable
V6	Modérée	Acceptable
V7	Modérée	Acceptable
V8	Modérée	Acceptable

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

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

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

8.2.3. Chute d'éléments de l'éolienne

Zone d'effet

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

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor (79 m).

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 Vallée de Moÿ. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R = 79$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB = 3,2$ m).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $1/D =$ zone de survol = 79 m)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
126	19 607	0,645 % (< 1%)	Exposition modérée

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

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

Gravité

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

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

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

Chute d'éléments de l'éolienne						
Eolienne	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		
V1	1,88	0,02	0,08	0,01	0,03	Modérée
V2	1,96	0,02	/	/	0,02	Modérée
V3	1,96	0,02	/	/	0,02	Modérée
V4	1,88	0,02	0,08	0,01	0,03	Modérée
V5	1,96	0,02	/	/	0,02	Modérée
V6	1,96	0,02	/	/	0,02	Modérée
V7	1,96	0,02	/	/	0,02	Modérée
V8	1,96	0,02	/	/	0,02	Modérée

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 4.47×10^{-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 Vallée de Moÿ, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $1/D =$ zone de survol = 79 m)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
V1	Modérée	Acceptable
V2	Modérée	Acceptable
V3	Modérée	Acceptable
V4	Modérée	Acceptable
V5	Modérée	Acceptable
V6	Modérée	Acceptable
V7	Modérée	Acceptable
V8	Modérée	Acceptable

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

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

8.2.4. Projection de pales et de fragments de pales

Zone d'effet

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

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne. Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études présentées aux points 5 et 6 au chapitre 10.5 (bibliographie).

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

Intensité

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

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 Vallée de Moÿ. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R = 79$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB = 3,2$ m) et R_E la zone de 500 m autour de l'éolienne.

Projection de pale ou de fragment de pale Zone de 500 m autour de chaque éolienne			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R_E^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
126	785 398	0,016 % (<1%)	Exposition modérée

Tableau 51 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

Gravité

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

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

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

Projection de 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		ICPE (centre de stockage de déchets inertes) Nombre de personnes exposées	Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées			
V1	75,67	0,76	2,87	0,29	/	1,05	Sérieuse
V2	75,96	0,76	2,58	0,26	/	1,02	Sérieuse
V3	76,61	0,77	1,93	0,20	/	0,97	Modérée
V4	76,15	0,77	2,39	0,24	/	1,01	Sérieuse
V5	76,62	0,77	1,92	0,20	/	0,97	Modérée
V6	76,01	0,77	2,53	0,26	9	10,03	Importante
V7	76,18	0,77	2,36	0,24	9	10,01	Importante
V8	77,11	0,78	1,43	0,15	/	0,93	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 assesment for a wind farm project (Etude de danger spécifique au projet de parc éolien)	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990-Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbine (Guide (Guide du risque en fonction du zonage de l'éolienne)	$1,1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances (spécification des distances minimales)	$6,1 \times 10^{-4}$	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 évènements pour 15 667 années d'expérience, soit $7,66 \times 10^{-4}$ évènement par éolienne et par an).

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

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

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

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

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

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

Acceptabilité

Le tableau ci-dessous rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Vallée de Moÿ, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable).

Projection de pale ou de fragment de pale Zone de 500 m autour de chaque éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
V1	Sérieuse	Acceptable
V2	Sérieuse	Acceptable
V3	Modérée	Acceptable
V4	Sérieuse	Acceptable
V5	Modérée	Acceptable
V6	Importante	Acceptable
V7	Importante	Acceptable
V8	Modérée	Acceptable

Tableau 54 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

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

8.2.5. Projection de glace

Zone d'effet

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

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence n°15 du chapitre 10.5 propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

$$\text{Distance d'effet} = 1,5 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{diamètre de rotor}) \text{ soit } 418,4 \text{ m.}$$

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (voir référence 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 m²) 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 Vallée de Moÿ. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale (R= 79 m), H la hauteur au moyeu (H= 120,9 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace Dans un rayon RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne – 405 m			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z _I = SG	Z _E = π x (1,5 x (H+2 x R)) ²	d = (Z _I /Z _E) x 100	
1	549 831	0,0002 (<1%)	Exposition modérée

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

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

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

Projection de glace							
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés 1 personne / 100 ha		Terrains aménagés mais peu fréquentés 1 personne / 10 ha		ICPE (Centre de stockage de déchets inertes)	Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Nombre de personnes exposées		
V1	52,79	0,53	2,20	0,22	/	0,75	Modérée
V2	53,17	0,54	1,82	0,19	/	0,73	Modérée
V3	53,57	0,54	1,41	0,15	/	0,69	Modérée
V4	53,37	0,54	1,62	0,17	/	0,71	Modérée
V5	53,63	0,54	1,35	0,14	/	0,68	Modérée
V6	53,25	0,54	1,73	0,18	9	9,72	Sérieuse
V7	53,12	0,54	1,86	0,19	9	9,73	Sérieuse
V8	54,12	0,55	0,87	0,09	/	0,63	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 des éléments suivants :

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

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

Acceptabilité

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « modérée ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 1 dans la zone d'effet.

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

Projection de morceaux de glace Dans un rayon RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne – 418,4 m			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
V1	Modérée	oui	Acceptable
V2	Modérée	oui	Acceptable
V3	Modérée	oui	Acceptable
V4	Modérée	oui	Acceptable
V5	Modérée	oui	Acceptable
V6	Sérieuse	oui	Acceptable
V7	Sérieuse	oui	Acceptable
V8	Modérée	oui	Acceptable

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

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

Synthèse des risques

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Janvier 2020

Source : IGN Scan25® et DGFIP PCI®
Copie et reproduction interdites

Légende

Limites administratives

Limites communales

Parc éolien de la Vallée de Moÿ

Eolienne

Postes de livraison

Chemin de randonnée inscrit au PDIPR

Chemin rural de Ly-Fontaine à Benay

Chemin rural de Ly-Fontaine à Vendeuil

Protection de la ressource en eau

Captage AEP d'Hinacourt

Périmètre de protection rapprochée

Périmètre de protection éloignée

Infrastructures routières

Chemin rural

Chemin d'exploitation

Voie communale

Route départementale

Transport de matière dangereuse

Canalisation de gaz GRTgaz

Distance d'éloignement minimale de 400 m

Infrastructure électrique

Ligne électrique 225 KV (RTE)

Distance d'éloignement minimale de 200 m

ICPE

Centre de stockage de gravats inertes

Scénarii étudiés

Risque de chute de glace 79m

Risque d'effondrement (199,9 m)

Risque de projection de glace (418,4 m)

Risque de projection de pale (500 m)

Enjeux humains

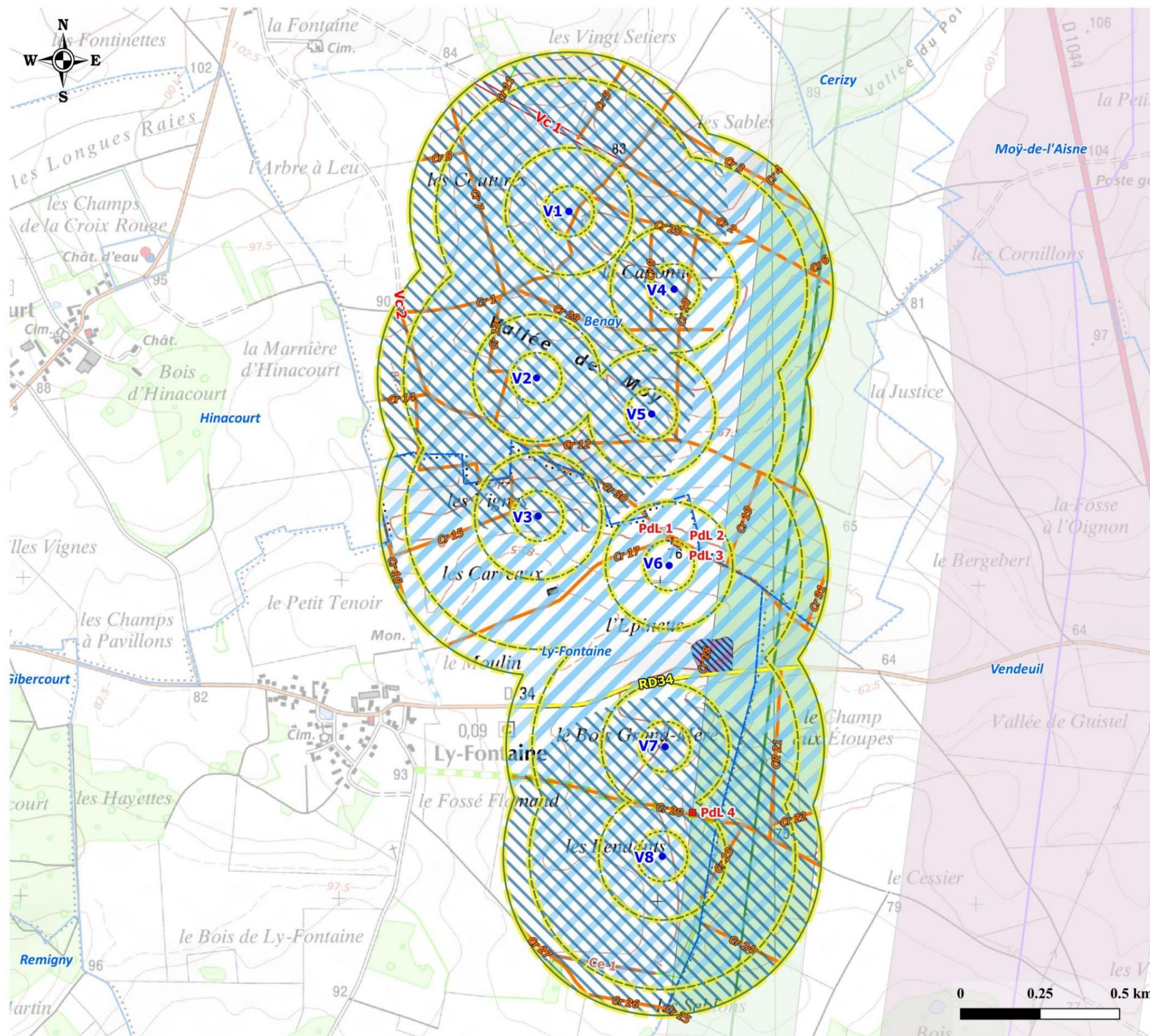
Moins de 1 personne

Entre 1 et 10 personnes

Entre 10 et 100 personnes

Intensité d'exposition

Exposition modérée



Carte 18 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers

8.3. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

8.3.1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

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

Scenario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (= 199,9 m)	Rapide	Exposition modérée	D	<u>Modérée</u> V1 à V8
Chute de glace	Zone de survol (= 79 m)	Rapide	Exposition modérée	A	<u>Modérée</u> V1 à V8
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (= 79 m)	Rapide	Exposition modérée	C	<u>Modérée</u> V1 à V8
Projection de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	<u>Modérée</u> V3, V5 et V8 <u>Sérieuse</u> V1, V2 et V4 <u>Importante</u> V6 et V7
Projection de glace	1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne (= 418,4 m)	Rapide	Exposition modérée	B	<u>Modérée</u> V1 à V5, V8 <u>Sérieuse</u> V6 et V7

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-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus sera utilisée.

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

- Effondrement des éoliennes V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 (scénario E_{r1}, E_{r2}, E_{r3}, E_{r4}, E_{r5}, E_{r6}, E_{r7}, E_{r8}) ;
- Chute de glace des éoliennes V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 (scénario C_{g1}, C_{g2}, C_{g3}, C_{g4}, C_{g5}, C_{g6}, C_{g7}, C_{g8}) (fonction de sécurité n°2 § 7.6) ;
- Chute d'éléments des éoliennes V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 (scénario C_{e1}, C_{e2}, C_{e3}, C_{e4}, C_{e5}, C_{e6}, C_{e7}, C_{e8}) ;
- Projection de pale des éoliennes V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 (scénario P_{p1}, P_{p2}, P_{p3}, P_{p4}, P_{p5}, P_{p6}, P_{p7}, P_{p8}) ;
- Projection de glace des éoliennes V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 (scénario P_{g1}, P_{g2}, P_{g3}, P_{g4}, P_{g5}, P_{g6}, P_{g7}, P_{g8}).

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Déastreux					
Catastrophique					
Important		P _{p6} et P _{p7}			
Sérieux		P _{p1} , P _{p2} et P _{p4}		P _{g6} , P _{g7}	
Modéré		E _{r1} à E _{r8} , P _{p3} , P _{p5} et P _{p8}	C _{e1} à C _{e8}	P _{g1} à P _{g5} et P _{g8}	C _{g1} à C _{g8}

Légende de la matrice :

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

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

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

9 CONCLUSIONS

Les principaux accidents majeurs identifiés du parc éolien de Vallée de Moÿ 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 la projection de glace.

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

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

Dans la zone de surplomb des éoliennes (chute de glace et d'éléments), l'enjeu humain est défini entre 0,02 et 0,03 personne. Seules sont présentes des parcelles agricoles et des chemins ruraux. L'enjeu humain reste inférieur à une personne.

Dans la zone d'effondrement de la machine (dite également zone de ruine), l'enjeu humain varie de 0,14 à 0,18 personnes. Seules sont présentes des parcelles agricoles, des chemins ruraux et un chemin de randonnée inscrit au PDIPR du Département de l'Aisne. En l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain est nettement inférieur à une personne.

Dans la zone de projection de glace, l'enjeu humain varie de 0,64 à 9,75 personnes. Sont présents des parcelles agricoles, des chemins ruraux, un chemin de randonnée inscrit au PDIPR du Département de l'Aisne, une voie communale, la route départementale 34 et le centre de stockage de gravats inertes. L'enjeu humain est inférieur à 10 personnes. Le risque associé est acceptable.

Enfin, dans la zone de projection de pale, l'enjeu humain varie de 0,97 à 10,05 personnes. Sont présents des parcelles agricoles, des chemins ruraux, deux chemins de randonnée inscrits au PDIPR du Département de l'Aisne, deux voies communales, la route départementale 34 et le centre de stockage de gravats inertes. L'enjeu humain est inférieur à 100 personnes. Le risque associé est acceptable.

La société « ENERTRAG Aisne XI SCS », 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 (ERP, ICPE, routes) 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.

Enfin, dans le but de garantir un risque acceptable sur l'installation, la société « ENERTRAG Aisne XI SCS » a mis en place des mesures de sécurité (voir tableau suivant) et a organisé une maintenance périodique (trois mois après le début de l'exploitation, puis tous les six mois).

Numéro de la fonction de sécurité	Fonction de sécurité	Mesures de sécurité
1	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	- Système de détection de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur - Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor ou en cas de givrage de l'anémomètre - Procédure adéquate de redémarrage
2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	- Signalisation en pied de machine - Éloignement des zones habitées et fréquentées
3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	- Capteurs de température des pièces mécaniques - Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarme - Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement
4	Prévenir la survitesse	Détection de survitesse du générateur et système de freinage
5	Prévenir les courts-circuits	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique
6	Prévenir les effets de foudre	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur
7	Protection et intervention incendie	- Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine - Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle - Intervention des services de secours : SDIS 02. Les équipes d'intervention et de secours peuvent partir du centre d'incendie et de secours de Guise.
8	Prévention et rétention des fuites	- Détecteurs de niveaux d'huiles - Procédure de gestion des situations d'urgence - Kits antipollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence - Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits
9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction-exploitation)	- Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides, joints, etc.) - Procédures qualités - Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
10	Prévenir les erreurs de maintenance	- Procédure maintenance
11	Prévenir la dégradation de l'état de l'équipement	- Procédure de contrôle des équipements - Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes
12	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	- Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents - Détection et prévention des vents forts et tempêtes - Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite

Tableau 60 : Mesures de sécurité

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 ;
- Une maintenance préventive régulière avec des vérifications étendues ;
- Un personnel formé ;
- Des machines certifiées.

L'ensemble des scénarios 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 Vallée de Moÿ 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 PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

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

Scénario G01

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

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

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

Scénario G02

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

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

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

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

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

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

- Découper l'installation en plusieurs parties : rotor, nacelle, mât, fondation et poste de livraison ;

- Déterminer à l'aide de mot clé les différentes causes (cause 1, cause 2) d'incendie possibles.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Scénario F01

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

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

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

Deux événements peuvent être aggravants :

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

Scénario F02

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

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

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

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Scénario P01

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

Scénario P02

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

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

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

Scénarios P03

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

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

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

- Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;

Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance :

- Formation du personnel intervenant ;
- Causes externes dues à l'environnement : séisme, ...

10.2. 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_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

10.3. GLOSSAIRE

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

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

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

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

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

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), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

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

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

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

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

Scénario d'accident (majeur) : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs

scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

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

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

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

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

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

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
SER : Syndicat des Energies Renouvelables
FEE : France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)
INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
EDD : Etude de dangers
APR : Analyse Préliminaire des Risques
ERP : Etablissement Recevant du Public
DGPR : Direction Générale de la Prévention de Risques

Braam H. (2005) – *Handboek Risicozonering Winturbines – 2^e versie. S1.*
DDT de l'Eure-et-Loir (2010) – 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 Centre (2012) – Schéma Régional Eolien ;
WECO (déc. 1998) – Wind energy production in cold climate.

Sites internet consultés :

- www.argiles.fr
- www.cartes-topographiques.fr ;
- www.inondationsnappes.fr ;
- www.planseisme.fr
- www.prim.net ;
- www.nordex.com ;
- www.statistiques-locales.insee.fr

10.4. BIBLIOGRAPHIE

- L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (réf DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011 ;
- NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006 ;
- Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum ;
- Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest ;
- Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24 ;
- Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005 ;
- Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004 ;
- Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public ;
- Interest Energy Research Program, 2006 ;
- Omega 10: Evaluation des barrières techniques de securite, INERIS, 2005 ;
- Arrêté du 26 aout 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravite des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003 ;
- Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravite des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- Alpine test site Gutsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al. ;
- Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000 ;
- Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil General des Mines - Guillet R., Leteurtrois J.-P. - juillet 2004 ;
- Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kroning J. - DEWI, avril 2003 ;
- Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005 ;
- DDT de l'Aisne (2015) – Dossier Départemental des Risques Majeurs ;
- INERIS/SER/FEE (2012) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens.

Sites internet consultés :

- www.gerenewableenergy.com
- www.argiles.fr
- www.asn.fr
- www.cartes-topographiques.fr
- www.inondationsnappes.fr
- www.planseisme.fr
- www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr
- www.georisques.gouv.fr
- www.statistiques-locales.insee.fr

10.5. TABLE DES ILLUSTRATIONS

10.5.1. Liste des figures

Figure 1 : Illustration des températures moyennes de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin (source : infoclimat.fr, 2017)	16
Figure 2 : Illustration des précipitations moyennes de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin (source : infoclimat.fr, 2017)	17
Figure 3 : Rose des vents du site d'implantation (source : ENERTRAG, 2018).....	18
Figure 4 : 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 : Guide technique (INERIS/SER/FEE, 2012)	33
Figure 5 : Ecorché simplifié de l'intérieur de la nacelle de la GE 4,8 – 158 (1/2) (source : General Electric, 2018)	36
Figure 6 : Ecorché simplifié de l'intérieur de la nacelle de la GE 4,8 – 158 (2/2) (source : General Electric, 2018)	36
Figure 7 : Composants d'une nacelle.....	37
Figure 8 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –.....	41
Figure 9 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	45
Figure 10 : Vue en coupe des tranchées selon le nombre de câbles passés (source : ATER Environnement, 2014)	46
Figure 11 : Planning des travaux.....	46
Figure 12 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011).....	51
Figure 13 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012).....	55

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 : Caractéristiques des éoliennes pour le projet (source : General Electric, 2018)	6
Tableau 3 : Référence administrative de la société « ENERTRAG Aisne XI SCS » (source : ENERTRAG, 2018)	7
Tableau 4 : Référence de signataire pouvant engager la société (source : ENERTRAG, 2018)	7
Tableau 5 : Liste des parcs éoliens installés en France (source : ENERTRAG, 2018).....	9
Tableau 6 : Identification cadastrale des éoliennes et des propriétaires engagés dans le projet – Eolienne 1 à 8 et 4 postes de livraison (source : ENERTRAG, 2018)	11
Tableau 7 : Quelques indicateurs de la population et leur logement (source : Insee, 2015).....	13
Tableau 8 : Liste des ICPE en activité dans les communes du projet d'étude (source : Basias et installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr, 2018)	15
Tableau 9 : Calcul du productible net du parc éolien projeté (source : ENERTRAG, 2018).....	18
Tableau 10 : Synthèse des risques majeurs sur le territoire d'implantation du parc projeté (source : DDRM 02, 2015).....	18
Tableau 11 : Inventaires des arrêtés de catastrophe naturelle (source : georisques.gouv.fr, 2018).....	18
Tableau 12 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières	22
Tableau 13 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non urbanisés pour une éolienne	25
Tableau 14 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V1	26
Tableau 15 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V2	26
Tableau 16 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V3	27
Tableau 17 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V4	27
Tableau 18 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V5	28
Tableau 19 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V6	28
Tableau 20 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V7	28
Tableau 21 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés – Eolienne V8	29
Tableau 22 : Récapitulatif des enjeux humains.....	31
Tableau 23 : Coordonnées géographiques du parc éolien	35

Tableau 24 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs Général Electric GE 4,8 - 158 selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012	38
Tableau 25 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE.....	43
Tableau 26 : Produits sortants de l'installation	47
Tableau 27 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)	48
Tableau 28 : Liste des incidents intervenus en France (source : Base de données ARIA, mise à jour 17/01/2018)	53
Tableau 29 : Liste des accidents humains inventoriés	53
Tableau 30 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012).....	54
Tableau 31 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012).....	54
Tableau 32 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	58
Tableau 33 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	58
Tableau 34 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	60
Tableau 35 : Ensemble des fonctions de sécurité (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	63
Tableau 36 : Scénarios exclus (source : INERIS/SER/FEE, 2012).....	64
Tableau 37 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012).....	65
Tableau 38 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)	66
Tableau 39 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)	66
Tableau 40 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012).....	67
Tableau 41 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne	68
Tableau 42 : Evaluation de la gravité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne	68
Tableau 43 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	68
Tableau 44 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « effondrement de l'éolienne »	69
Tableau 45 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace	69
Tableau 46 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute de glace »	70
Tableau 47 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »	70
Tableau 48 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace	70
Tableau 49 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »	71
Tableau 50 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »	71
Tableau 51 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	71
Tableau 52 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	72
Tableau 53 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	72
Tableau 54 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	72
Tableau 55 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de glace »	73
Tableau 56 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de morceaux de glace ».....	73
Tableau 57 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de morceaux de glace »	73
Tableau 58 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc.....	75
Tableau 59 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012).....	75
Tableau 60 : Mesures de sécurité	77

10.5.3. Liste des cartes

Carte 1 : Localisation des pays au sein desquels ENERTRAG développe des installations de production d'énergies renouvelables (source : ENERTRAG, 2015)	7
Carte 2 : Localisation des parcs éoliens de la société ENERTRAG (source : ENERTRAG, 2018)	8
Carte 3 : Localisation géographique de l'installation.....	10
Carte 4 : Définition du périmètre d'étude de dangers	12
Carte 5 : Distance aux premières zones urbanisées ou à urbaniser	14
Carte 6 : Localisation des ICPE en activité les plus proches du périmètre d'étude de dangers (source : Basias et installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr, 2020)	15
Carte 7 : Gisement éolien de l'ancienne région Picardie, à 40 m d'altitude – Légende : Etoile rouge – localisation du projet (source : SRC AE, 2012).....	17
Carte 8 : Sensibilité du périmètre d'étude de dangers aux phénomènes d'inondations par remontée de nappe (source : inondationsnappes.fr, 2018).....	19
Carte 9 : Localisation du périmètre d'étude de dangers vis-à-vis du zonage réglementaire du PPRNI Vallée de l'Oise entre Neuville et Vendeuil et de l'AZI de l'Oise (source : georisques.gouv.fr, 2018).....	19
Carte 10 : Aléa retrait-gonflement des argiles sur le périmètre d'étude de dangers (source : www.argiles.fr, 2018)	20
Carte 11 : Zonage sismique du département de l'Aisne – Légende : Etoile rouge / localisation de la zone d'implantation du projet (source : planseisme.fr, 2015)	20
Carte 12 : Densité de foudroiement / Légende : Etoile bleue – localisation du site (source : citel, 2015).....	21
Carte 13 : Enjeux matériels sur l'aire d'étude de dangers	24
Carte 14 : Enjeux humains et matériels sur l'aire d'étude de dangers.....	30
Carte 15 : Plan détaillé de l'installation (source : ENERTRAG, 2020).....	34
Carte 16 : Réseaux électriques internes à l'installation	44
Carte 17 : Zones favorables à l'éolien dans la partie Aisne-Nord (source : Schéma Régional Eolien, 2012).....	49
Carte 18 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers.....	74

10.6. COORDONNEES WGS 84

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

Eolienne	Coordonnées WGS84		Altitude (NGF - m)	
	Longitude Est	Latitude Nord	Au sol	Bout de pale
V1	E 003°19'03.7"	N 49°44'56.8"	76	276
V2	E 003°18'58.6"	N 49°44'39.6"	81	281
V3	E 003°18'58.7"	N 49°44'25.6"	76	276
V4	E 003°19'20.0"	N 49°44'49.4"	79	279
V5	E 003°19'17.1"	N 49°44'35.6"	71	271
V6	E 003°19'19.2"	N 49°44'20.8"	78	278
V7	E 003°19'18.5"	N 49°44'51.0"	74	274
V8	E 003°19'18.0"	N 49°43'51.0"	76	276
PDL 1	E 003°19'20.10"	N 49°44'23.03"	77	-
PDL 2	E 003°19'20.57"	N 49°44'22.90"	77	-
PDL 3	E 003°19'20.98"	N 49°44'22.73"	77	-
PDL 4	E 003°19'22.76"	N 49°43'55.47"	69	-

10.7. K-BIS DE LA SOCIETE « ENERTRAG AISNE XI SCS »

Greffé du Tribunal de Commerce de Pontoise

PALAIS DE JUSTICE
3 RUE VICTOR HUGO
95300 PONTOISE

Code de vérification : 36RWqE760e
<https://www.infogreffe.fr/controle>



N° de gestion 2017B02585

Extrait Kbis

EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIETES
à jour au 20 janvier 2020

IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE

Immatriculation au RCS, numéro	830 076 444 R.C.S. Pontoise
Date d'immatriculation	06/06/2017
Dénomination ou raison sociale	ENERTRAG AISNE XI
Forme juridique	Société en commandite simple
Capital social	1 000,00 Euros
Adresse du siège	4-6 Rue DES CHAUFFOURS CAP CERGY BATIMENT B 95015 Cergy Pontoise CEDEX
Durée de la personne morale	Jusqu'au 06/06/2116
Date de clôture de l'exercice social	31 mars
Date de clôture du 1er exercice social	31/03/2018

GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTROLE, ASSOCIES OU MEMBRES

Gérant - Associé commandité

Dénomination	ENERTRAG ENERGIE
Forme juridique	Société par actions simplifiée
Adresse	4-6 Rue des Chauffours Cap Cergy Bâtiment B CERGY 95015 Cergy Pontoise CEDEX
Immatriculation au RCS, numéro	451 282 719 R.C.S. Pontoise

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

Adresse de l'établissement	4-6 Rue DES CHAUFFOURS CAP CERGY BATIMENT B 95015 Cergy Pontoise CEDEX
Activité(s) exercée(s)	Développement construction exploitation technique et commerciale de centrales éoliennes destinées à la production d'électricité
Date de commencement d'activité	15/05/2017
Origine du fonds ou de l'activité	Création
Mode d'exploitation	Exploitation directe

Le Greffier



FIN DE L'EXTRAIT

10.8. INFORMATIONS SUR LA « TYPE CERTIFICATE » DE LA MACHINE GE 4,8 - 158

GE Renewable Energy
Renewable Energy

4.8-158 Wind Turbine

fact
sheet

Introduction

Coupling GE's experience from 30,000+ wind turbines with advances in multiple technologies, GE introduces the 4.8-158 wind turbine with a focus on decreasing the levelized cost of energy (LCOE) for wind plants.

The new wind turbine builds upon GE's 2MW and 3MW platform, leveraging proven performance, reliability, acoustics emissions, and efficiency, to deliver high energy yields for low wind speed applications.

Technology infusion, such as a two-piece blade, advanced wind loads management, higher voltage power electronics, results in a new platform to enable rotor growth while meeting demanding acoustic emissions.

Applicable Platforms

GE's 4.8-158 wind turbine covers the 50/60 Hz, IEC Class S and DIBt WZ (S).

Features and Benefits

- The 4.8-158 product provides leading energy yields for wind sites with lower wind speeds.
- The 4.8-158 product has many commonalities with GE's 3MW platform, bringing forward proven experience of over 2700 units. The turbine utilizes a proven doubly-fed induction generator (DFIG) electrical system.
- The 4.8-158 wind turbine is designed for serviceability thereby minimizing time of maintenance and service and increasing energy yield.
- The 4.8-158 is designed to meet acoustic emission levels by offering 104 dB performance levels and noise reduced operation modes that can deliver lower emissions for wind park integration into noise sensitive regions.
- The 4.8-158 brings forward a number of proven technologies across the rotor, mechanical, electrical

and turbine control systems to deliver lower LCOE. Key changes include a joined blade to deliver rotor growth without an increase in logistics cost, a high torque density drivetrain, higher voltage IGBTs for efficiency and low wind speed performance, improved loads management for reliability and lower foundation cost.

- The 4.8-158 electrical system addresses today's and upcoming grid integration requirements.
- The 4.8-158 brings forward GE's Predix platform to deliver a reduction in operational cost through improvements in diagnostics. The platform also incorporates a set of cybersecurity features to address needs of power generation owners.

Product Specification

GE's 4.8-158 offers the following technical options:

- 50/60 Hz
- 104 dB with optional operating modes for lower sound power levels.
- Range of steel tower configurations: 101m, 120.9m and a 161m concrete hybrid tower.
- WindSCADA, WindCONTROL and grid integration features like GE's existing 2MW and 3MW platforms.
- Power factor of 0.95, with options for 0.9 and 0.87.
- Optional cold weather extreme configuration
- Several service offerings:
 - 24h/365d remote control center (MRO)
 - Extended parts and service offering (EPSA)
 - Full-service contract (FSA)

Certifications

- German Typenprüfung DIBt WZ (S)
- Design Evaluation Conformity Statement (DECS; IEC, Ed. 3)
- Type Certification (IEC, Ed. 3)

1/1
All technical data is subject to change in line with ongoing technical development.
CONFIDENTIAL - Proprietary Information.
Copyright © 2017 General Electric Company. All rights reserved.
Fact_Sheet_4.8-DFIG-158-xxHz_EN_r01-draft.docx
(June 2017)



10.9. ATTESTATION DE LA MAIRIE DE LY-FONTAINE SUR L'UTILISATION DE LA DECHARGE



Mairie de Ly-Fontaine
02440 Ly-Fontaine
mairielyfontaine@orange.fr



Département de l'Aisne
Arrondissement de Saint-Quentin
Canton de Moy de l'Aisne
Communautés de communes du Val de l'Oise

ATTESTATION PARCELLES ZB 13 ET ZB 14

Je soussigné Jérôme VASSEUR, Maire de la commune de LY Fontaine, certifie que les parcelles ZB 13 et ZB 14, qui peuvent apparaître sur certains documents administratifs comme « Décharge et incinération », n'ont pas été le lieu de décharges de déchets ou ordures et n'ont pas eu d'activités d'incinération. La destination de ces 2 parcelles a été de recevoir des déchets inertes : gravas naturels durant quelques années, sans aucun préjudice environnemental. Actuellement, le site est utilisé comme zone de culture sylvicole.

A faire valoir ce que de droit,

Le Maire