

ETUDE DE DANGERS

Projet éolien de la Chênaie d'Eole - Février 2025

Commune de Parvillers-le-Quesnoy (Département de la Somme - 80)



Groupe VALECO
188, rue Maurice Béjart
34184 Montpellier Cedex

www.groupevaleco.com



Parvillers-le-Quesnoy



ENVOL Environnement
144 Allée Hélène Boucher
59118 Wambrechies

www.envol-environnement.fr

Fiche contrôle qualité

Destinataire du rapport :	VALECO
Site :	Commune de Parvillers-le-Quesnoy
Interlocuteur :	Manon HERBET
Adresse :	6 rue Colbert - bâtiment D - 80000 Amiens
Email :	manonherbet@groupevaleco.com
Téléphone :	07.84.39.28.96
Intitulé du rapport :	Etude de dangers du projet éolien de la Chênaie d'Eole (80)
N° du rapport / version / date :	Version V05 du 13/02/2025
Rédacteur :	Lucie Recouvreur - Chargée de missions réglementaires / 06.81.07.61.37
Vérificateur - Superviseur :	Justine Blond - Directrice pôle Assemblage / 06.88.82.15.19

Gestion des révisions

Version V05 du 13/02/2025
Nombre de pages : 153

Sommaire

PREAMBULE

1. OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS.....	8
2. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	9
3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES	10

INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION 12

1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS.....	13
2. LOCALISATION DU SITE.....	13
3. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE	16

DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION 17

1. ENVIRONNEMENT NATUREL	18
1.1. Contexte climatique.....	18
1.2. Risques naturels	19
1.2.1. L'aléa sismique.....	19
1.2.2. Les mouvements de terrain	20
1.2.3. L'aléa inondation	22
1.2.4. Les aléas météorologiques.....	24
1.2.5. Le risque radon.....	25
1.3. Synthèse de l'analyse de l'environnement naturel comme facteur d'agression	25
2. ENVIRONNEMENT HUMAIN	26
2.1. Zones urbanisées	26
2.2. Etablissements Recevant du Public (ERP)	27
2.2.1. Zones commerciales	27
2.2.2. Etablissements sensibles	27
2.2.3. Etablissements touristiques	27
2.3. Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base	27
2.4. Autres activités	28
2.4.1. Autres activités industrielles	28
2.4.2. Zones agricoles	29
2.5. Les actes de malveillance.....	29
2.6. Synthèse de l'analyse de l'environnement humain comme facteur d'agression	30

3. ENVIRONNEMENT MATERIEL 31

3.1. Voies de communication.....	31
3.1.1. Les voies routières	31
3.1.2. Les voies ferrées	32
3.1.3. Le réseau fluvial	32
3.1.4. Le transport de matières dangereuses	33
3.1.5. Le réseau aérien	34
3.2. Réseaux publics et privés.....	34
3.2.1. Les lignes de transport d'énergie électrique	34
3.2.2. Les canalisations de Transport de Matières Dangereuses (T.M.D.)	35
3.2.3. Les servitudes radioélectriques et de télécommunication.....	36
3.3. Autres ouvrages publics.....	37
3.4. Radars.....	38
3.4.1. Réglementation sur les distances d'éloignement et de protection par rapport au fonctionnement des radars (Article 4 de l'arrêté du 26 août 2011, tel que modifié par l'Arrêté du 22 juin 2020 et par l'Arrêté du 10 décembre 2021).....	38
3.4.2. Distances aux radars dans le cadre du projet éolien de la Chênaie d'Eole.....	40
3.5. Synthèse de l'analyse des activités environnantes comme facteur d'agression	41
4. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE.....	42

DESCRIPTION DE L'INSTALLATION 46

1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	47
1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien	47
1.1.1. Généralités	47
1.1.2. Eléments constitutifs d'un aérogénérateur	47
1.1.3. Emprise au sol.....	48
1.1.4. Chemins d'accès	49
1.2. Activités de l'installation	49
1.3. Composition de l'installation	49
2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	54
2.1. Principes de fonctionnement d'un aérogénérateur	54
2.1.1. Généralités	54

2.1.2. Caractéristiques de l'installation projetée	54
2.1.3. Exploitation des installations.....	61
2.2. Sécurité de l'installation	62
2.2.1. Règles de conception et système qualité.....	62
2.2.2. Conformité aux prescriptions de l'arrêté ministériel	62
2.2.3. Système de sécurité contre la survitesse	63
2.2.4. Systèmes de sécurité contre le risque électrique.....	64
2.2.5. Système de protection contre le risque foudre	64
2.2.6. Système de capteurs	64
2.2.7. Système de détection du givre.....	64
2.2.8. Moyens de prévention et lutte contre l'incendie.....	65
2.2.9. Dispositifs de sécurité	65
2.2.10. Système de surveillance des principaux paramètres	65
2.3. Opération de maintenance de l'installation.....	66
2.3.1. Définition de la maintenance	66
2.3.2. Maintenance des aérogénérateurs	67
2.3.3. Prescriptions relatives à l'arrêté du 26 août 2011	67
2.3.4. Formation des personnels	68
2.4. Stockage et flux de produits dangereux	69
3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION	69
3.1. Raccordement électrique	69
3.1.1. Le réseau inter-éolien	69
3.1.2. Le poste de livraison et le réseau électrique externe	69
3.2. Autres réseaux.....	70
IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION.....	71
1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	72
1.1. Classification des substances dangereuses	72
1.2. Produits mis en œuvre sur le site	73
1.3. Analyse des potentiels de dangers présentés par les incompatibilités entre les produits et les matériaux.....	77
2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	77
3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE	78
3.1. Principales actions préventives	78
3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles.....	79

ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE.....	80
1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	81
1.1. Analyse du rapport sur la sécurité des installations éoliennes du Conseil Général des Mines	81
1.2. Analyse de la base de données ARIA	83
1.3. Analyse de la base de données du groupe de travail de SER/FEE.....	95
2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL	97
3. INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT	99
4. SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	99
4.1. Analyse de l'évolution des accidents en France.....	99
4.2. Analyse des typologies d'accident les plus fréquents	100
4.3. Limites d'utilisation de l'accidentologie	101
ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	102
1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	103
2. RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES.....	103
3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	103
3.1. Agressions externes liées aux activités humaines.....	103
3.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels	104
4. SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	105
5. EFFETS DOMINO	109
6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE.....	109
7. FORMATIONS ET DOCUMENTS A DISPOSITION DU PERSONNEL PRESENT SUR SITE.....	114
7.1. Personnel sur site	114
7.2. Documents	114
7.2.1. Plan de prévention des risques	114
7.2.2. Registre de sécurité	114
7.2.3. Document Unique de l'évaluation des risques	114
7.2.4. Manuel de secours	115
7.2.5. Affichage des consignes	115
8. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	115

ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	116
1. RAPPEL DES DEFINITIONS	117
1.1. Cinétique.....	117
1.2. Intensité.....	117
1.3. Gravité	118
1.4. Probabilité	118
1.5. Niveau de risque	119
2. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS.....	120
2.1. Effondrement de l'éolienne	120
2.2. Chute de glace	122
2.3. Chute d'éléments de l'éolienne	124
2.4. Projection de pales ou de fragments de pales.....	125
2.5. Projection de glace	127
3. SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	129
3.1. Tableau de synthèse des scénarios étudiés	129
3.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	130
3.3. Cartographie des risques.....	130
CONCLUSION	137
GLOSSAIRE	140
ANNEXES	143

Table des figures

Figure 1 : Etapes de l'étude de dangers et objectifs	8
Figure 2 : Rayon d'affichage associé à l'enquête publique de 6 kilomètres	11
Figure 3 : Localisation du projet à l'échelle régionale et départementale	13
Figure 4 : Limites administratives du projet.....	14
Figure 5 : Plan d'implantation du parc éolien à l'échelle 1 / 12 000 ^{ème}	15
Figure 6 : Localisation de l'aire d'étude de 500 mètres autour des éoliennes	16
Figure 7 : Rose des vents horaire campagne de mesure (à gauche) - rappel de la rose des vents long terme (à droite) - directions et répartition des vitesses	18
Figure 8 : L'aléa sismicité en France et dans la région du site d'étude	19
Figure 9 : Cartographie des risques de mouvements de terrains à proximité de l'implantation	20
Figure 10 : Inventaire des cavités souterraines présentes à proximité de l'implantation du projet éolien	21
Figure 11 : Carte d'exposition de la commune de Parvillers-le-Quesnoy à l'aléa retrait-gonflement des argiles.....	22
Figure 12 : Les zones de sensibilité aux inondations par remontée de nappes phréatiques	23
Figure 13 : Niveau kéraunique en France	24
Figure 14 : Illustration du périmètre d'exclusion de 500 mètres autour des habitations les plus proches.....	26
Figure 15: Expression cartographique des ICPE relevées à proximité des éoliennes	28
Figure 16 : Le réseau de transport routier à proximité des éoliennes du projet de la Chênaie d'Eole	32
Figure 17 : Lignes électriques à proximité des éoliennes du projet	35
Figure 18 : Canalisation de gaz à proximité des éoliennes du projet éolien	36
Figure 19 : Faisceaux hertziens présents à proximité des aérogénérateurs	37
Figure 20 : Plans de situation du périmètre de protection du captage d'eau à proximité des éoliennes.....	38
Figure 21 : Les radars météorologiques en France (Juillet 2017).....	41
Figure 22 : Plan de localisation des enjeux à proximité des éoliennes.....	45
Figure 23 : Schéma descriptif d'un parc éolien terrestre (rapports d'échelle non représentatifs).....	47
Figure 24 : Schéma de la nacelle de l'éolienne	48
Figure 25 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur	48
Figure 26 : illustration des emprises au sol d'une éolienne	49
Figure 27 : plan d'implantation du parc éolien à l'échelle 1/1 500 ^{ème}	51
Figure 28 : Schéma du flux d'énergie d'une éolienne	61
Figure 29 : Raccordement électrique des installations	69
Figure 30 : Grille de compatibilité des produits dangereux	77
Figure 31 : répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011	97
Figure 32 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011	98
Figure 33 : Répartition des causes premières d'effondrement	99
Figure 34 : Répartition des causes premières de rupture de pale	99
Figure 35 : Répartition des causes premières d'incendie	99
Figure 36 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées entre 2000 et 2011.....	100
Figure 37 : Synthèse des risques associés à l'éolienne E1	131
Figure 38 : Synthèse des risques associés à l'éolienne E2	132
Figure 39 : Synthèse des risques associés à l'éolienne E3	133
Figure 40 : Synthèse des risques associés à l'éolienne E4	134
Figure 41 : Synthèse des risques associés à l'éolienne E5	135
Figure 42 : Synthèse des risques associés à l'éolienne E6	136

Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des régimes applicables aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent	10
Tableau 2 : Données climatiques extrêmes enregistrées à Rouvroy-en-Santerre	24
Tableau 3 : Densité d'arc de foudroiement (source Météorage	24
Tableau 4 : Distance des éoliennes aux premières habitations.....	26
Tableau 5 : Inventaire des ERP présents sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy*.....	27
Tableau 6 : Tableau des voies routières de circulation et trafic associé à proximité de la zone d'étude du futur parc éolien	31
Tableau 7 : Distances d'effets pour plusieurs scénarios accidentels susceptibles de survenir sur des citernes ferroviaires de TMD	33
Tableau 8 : Accidentologie du transport de produits chimiques (période 1998-2003).....	33
Tableau 9 : événements accidentels susceptibles de rejeter des gaz toxiques.	34
Tableau 10 : Distance aux radars pour les projets éoliens	40
Tableau 11 : Nombre de personne exposées sur les voies de communication structurantes en fonction du trafic routier.....	42
Tableau 12 : Récapitulatif des enjeux sous influence des effets potentiels des phénomènes dangereux dans un rayon de 500 mètres autour des aérogénérateurs	43
Tableau 13 : Nombre de personnes potentiellement impactées dans un rayon de 500 mètres autour de chaque éolienne	44
Tableau 14 : Caractéristiques techniques du gabarit étudié	49
Tableau 15 : Coordonnées des équipements du projet de parc éolien de la Chênaie d'Eole	49
Tableau 16 : Domaine de fonctionnement des éoliennes envisagées pour le parc éolien de la Chênaie d'Eole	54
Tableau 17 : Description des éléments de génie civil de l'installation	55
Tableau 18 : Description des éléments de génie électrique de l'installation.....	58
Tableau 19 : Caractéristiques des produits ou substances chimiques présents sur le site.....	74
Tableau 20 : Synthèse de potentiels de dangers liés aux équipements	77
Tableau 21 : données d'accidentologie externe de la base ARIA (mises à jour juin 2024).....	83
Tableau 22 : Accidentologie externe entre 2000 et fin 2011	95
Tableau 23 : Principaux moyens de protection et de prévention adoptés par le constructeur et/ou VALECO pour réduire les accidents.....	100
Tableau 24 : Distance des installations aux agressions externes liées aux activités humaines	104
Tableau 25 : Intensité des agressions externes liées aux phénomènes naturels à laquelle les aérogénérateurs seront soumis	104
Tableau 26 : Résultats de l'APR générique pouvant être considérée comme représentatifs des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes	106
Tableau 27 : Liste des catégories de scénarii exclus dans le cadre de l'APR.....	115
Tableau 28 : Classes d'intensité	118
Tableau 29 : Classes des seuils de gravité	118
Tableau 30 : Classes de probabilité	118
Tableau 31 : Niveau de risque et grille de criticité	119
Tableau 32 : Caractéristiques techniques des éoliennes.....	120
Tableau 33 : Synthèse des scénarios étudiés	129
Tableau 34 : Synthèse des scénarios étudiés et acceptabilité des risques associés.....	130

PREAMBULE

1. OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS
2. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE
3. NOMENCLATURES DES INSTALLATIONS CLASSEES

1. OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société VALECO pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy, dans le département de la Somme (80), en région Hauts-de-France. L'étude portera sur les risques liés à cette installation, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre, ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc éolien de la Chênaie d'Eole compte-tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés aux articles L.211.1 et L.511.1 du Code de l'environnement.

L'article L.181-3 du Code de l'environnement prévoit que l'autorisation environnementale ne peut être accordée que si les mesures qu'elle comporte assurent la prévention des dangers ou inconvénients pour les intérêts mentionnés aux articles L.211-1 et L.511-1, selon les cas.

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 a été rédigée à partir du guide technique de l'INERIS (mai 2012) dont l'objectif s'inscrit dans la double démarche de vérifier la maîtrise des risques par l'exploitant et d'améliorer en continu les mesures de maîtrise des risques.

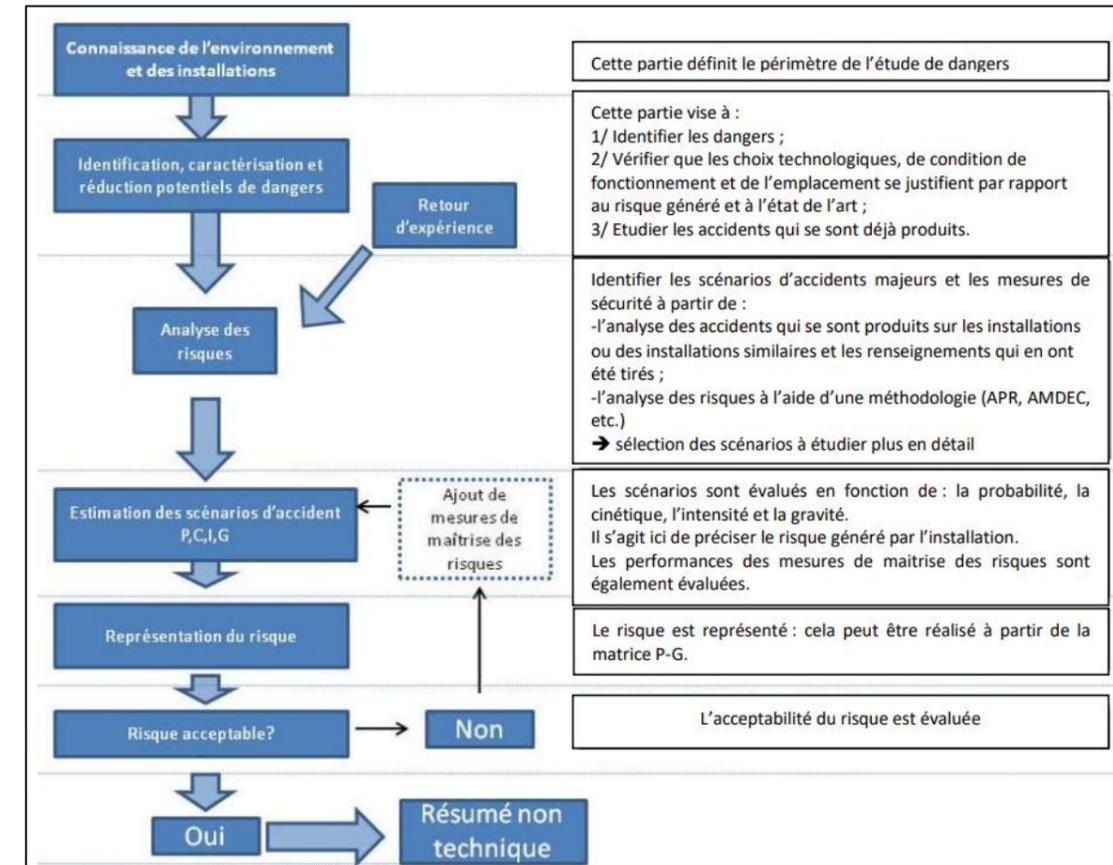
Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le futur parc éolien, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant. Ainsi, cette étude permet une approche rationnelle et objective des risques encourus 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.

Elle porte sur l'ensemble des phénomènes dangereux susceptibles de se produire, dès lors qu'ils sont physiquement possibles. Les phénomènes même de probabilité très faible sont étudiés.

Le présent dossier est établi au vu des méthodes et connaissances techniques et réglementaires connues à sa date d'émission.

Figure.1.: Etapes de l'étude de dangers et objectifs.



Source : Guide technique de l'Ineris (2012)

Les guides suivants ont été utilisés :

- Le guide méthodologique du MEDDTL1 (ex MEEDAT) du 28 décembre 2006 « Principes généraux pour l'élaboration et la lecture des études des dangers ».
- Le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012).

¹ Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

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. Ainsi, dans le cadre du régime de l'autorisation environnementale, **une étude de dangers** doit être fournie afin de préciser « *les risques auxquels l'installation peut exposer directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L.511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation* » (article L. 181-25 du Code de l'environnement). L'objectif de cette étude est de **démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant**.

A ce titre, les intérêts mentionnés au titre de **l'article L.511-1 du Code de l'environnement** renvoient à : « *la commodité du voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publique, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature, de l'environnement et des paysages soit pour l'utilisation rationnelle de l'énergie, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique* ».

En outre, **l'arrêté du 29 septembre 2005** (arrêté P.C.I.G².) modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 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**. Cependant, les biens, infrastructures et autres établissements peuvent constituer des enjeux à protéger par rapport à l'installation. De ce fait, ceux présents dans la zone d'étude sont pris en compte. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement (notamment le paysage), 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. **A noter que les activités soumises à autorisation qui seront réalisées sur le parc éolien ne sont pas listées à l'Annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005 modifié.**

Selon **l'article L.181-25 du Code de l'environnement et du principe de proportionnalité**, il est précisé que le « *contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation* ».

De manière plus précise l'article D.181-15-2 du code prévoit que :

- « *L'étude de dangers 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 [...]* »
- *Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre [...]*
- *L'étude comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité et la cinétique des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie agrégée par type d'effet des zones de risques significatifs [...]* »

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.

Ainsi, cette étude sera donc organisée suivant les chapitres suivants :

- Description de l'environnement et du voisinage, qui met en lumière les sources d'agressions externes et les cibles en cas d'accident majeur.
- Description des installations et de leur fonctionnement, qui présente les activités et les installations envisagées sur le site.
- Identification et caractérisation des potentiels de danger présents sur le site.
- Estimation des conséquences de la concrétisation des dangers.
- Réduction des potentiels de danger, avec l'identification des moyens mis en place dans cet objectif.
- Représentation cartographique.
- Enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs survenus dans le même secteur d'activité).

² Probabilité d'occurrence, cinétique, intensité des effets et gravité des conséquences des accidents potentiels

- L'évaluation des risques, composée de l'analyse préliminaire des risques (APR) et de l'étude détaillée de réduction des risques (EDR).
- Résumé non technique de l'étude des dangers (pièce indépendante du dossier de demande d'autorisation d'exploiter).

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 a également été pris en compte dans le cadre de cette étude de dangers. Cet arrêté prévoit notamment un certain nombre de dispositions par rapport à l'implantation, la construction, l'exploitation et la prévention des risques. Ces prescriptions nationales sont applicables à tous les nouveaux parcs éoliens et, pour partie, aux installations existantes.

Enfin, d'autres textes législatifs et réglementaires, concernant les installations classées soumises à autorisation, s'appliquent aux études de dangers, notamment en ce qui concerne les objectifs et la méthodologie à mettre en œuvre :

- Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 modifiée par ordonnance n°2010-418 du 17 avril 2010 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 modifié par l'arrêté du 14 décembre 2011, 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.

Enfin, l'étude de dangers s'intéresse aux **risques générés par les aérogénérateurs lorsqu'ils sont en phase d'exploitation**. Elle exclut donc la phase de construction. Le guide de l'étude de dangers (mai 2012) indique en effet que « dans la pratique, les principaux risques sont générés au cours de la phase d'exploitation et il est donc normale que l'étude de dangers concerne principalement cette phase d'exploitation ».

3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

Conformément à l'article R.511-9 du Code de l'environnement, les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent (parcs éoliens) sont soumises à la rubrique 2980 de la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). De plus, le décret n°2019-1096 du 28 octobre 2019 modifiant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement a apporté des clarifications à la rubrique 2980. Deux régimes sont définis pour ces machines.

Tableau 1 : Liste des régimes applicables aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent.

A. - Nomenclature des installations classées			
N°	DÉSIGNATION DE LA RUBRIQUE	A, E, D, S, C (1)	RAYON (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.....	A	6
	2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :		
	a) Supérieure ou égale à 20 MW.....	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.

Source : décret n°2019-1096 du 28 octobre 2019 modifiant la nomenclature des ICPE.

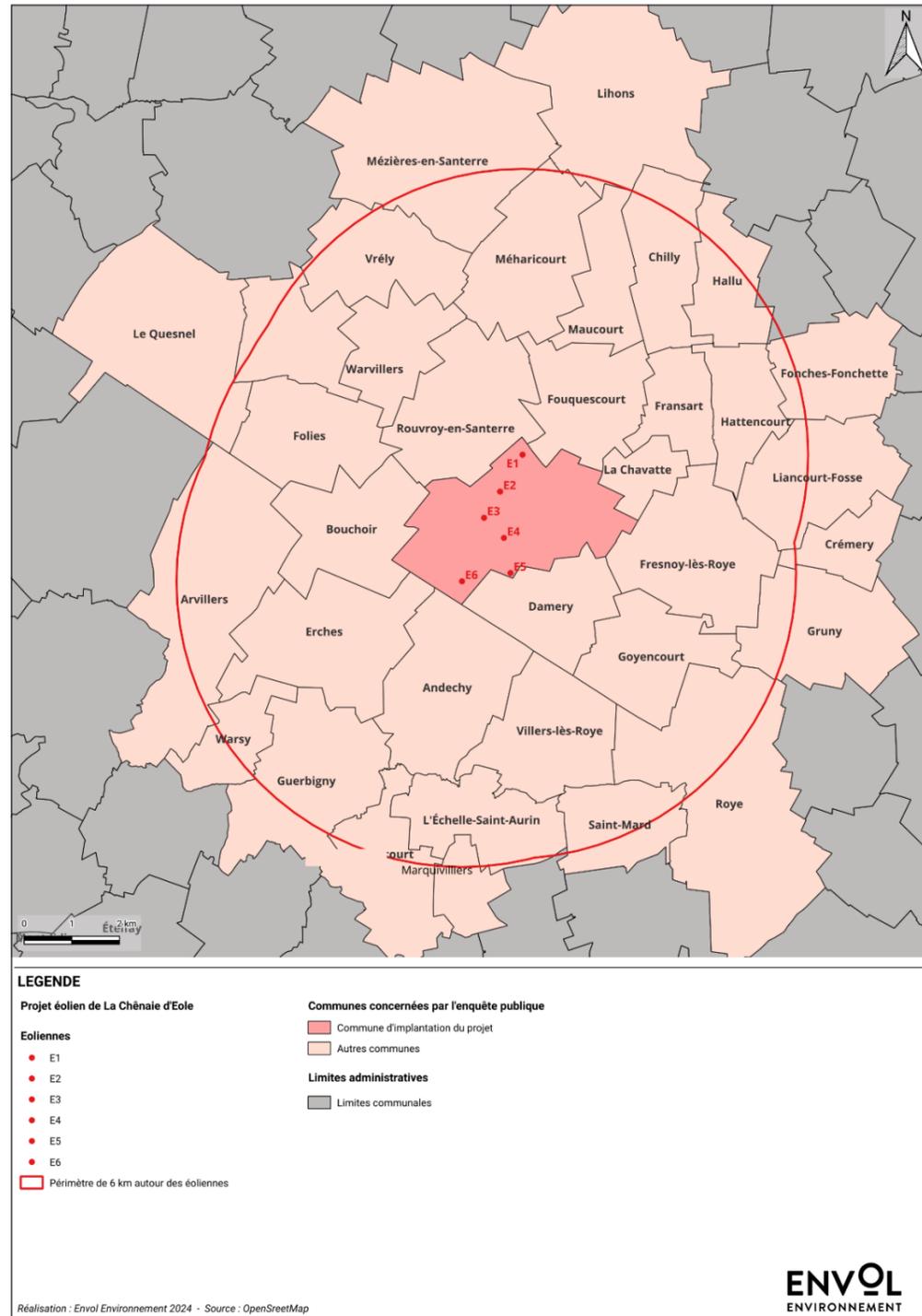
Le projet de parc éolien de la Chênaie d'Eole sera composé de 6 éoliennes et deux postes de livraison électriques localisés sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy, dans le département de la Somme (80), en région Hauts-de-France. Chacun de ces 6 aérogénérateurs a une hauteur de mât supérieure ou égale à 50 mètres : cette installation est donc soumise à **autorisation** (A) sous la rubrique 2980-1 au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

De ce fait, le porteur de projet doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation conformément à l'article L. 512-1 du Code de l'environnement et aux articles L181-25 et D181-15-2 (10° du I et III) du Code de l'environnement.

L'article L.181-3 du Code de l'environnement indique que : « L'autorisation environnementale ne peut être accordée que si les mesures qu'elle comporte assurent la prévention des dangers ou inconvénients pour les intérêts mentionnés aux articles L. 211-1 et L. 511-1, selon les cas ».

Le rayon d'affichage associé à l'enquête publique est de 6 km (distance fixée dans la nomenclature des ICPE pour la rubrique dont l'installation relève) par rapport au centre de chaque aérogénérateur du parc éolien.

Figure 2 : Rayon d'affichage associé à l'enquête publique de 6 kilomètres.



INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS
2. LOCALISATION DU SITE
3. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

La société **PARC EOLIEN DE LA CHENAIE D'EOLE** est la structure spécifique et pétitionnaire de la demande d'Autorisation Environnementale pour le projet de parc éolien sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy, constitué de 6 éoliennes. C'est en son nom qu'est faite la demande d'autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), ainsi que toutes les autres autorisations administratives ou réglementaires. Cette société, créée pour être le maître d'ouvrage et l'exploitant du projet éolien de la Chênaie d'Eole, est une société détenue à 90% par la société VALECO et 10% par la commune de Parvillers-le-Quesnoy.

Les informations administratives de la société **VALECO** sont détaillées ci-dessous :

Représenté par : Monsieur François DAUMARD, Président de la société VALECO
Statut juridique : Société par Actions Simplifiée
N° SIREN : 421377946
Code APE : 7112B / Ingénierie, études techniques
Siège social : 188, rue Maurice Béjart
 34184 Montpellier Cedex

Coordonnées du site : Parc éolien de la Chênaie d'Eole
 Commune de Parvillers-le-Quesnoy
 Département de la Somme (80)
 Région : Hauts-de-France

Responsable du projet : Manon HERBET
Fonction : Cheffe de projet éolien Hauts-de-France
Téléphone : +33 (0)7.84.39.28.96
Courriel : manonherbet@groupevaleco.com

Le présent document d'exploiter a été rédigé par : Lucie Recouvreur

Bureau d'études : ENVOL Environnement
Représenté par : M. Jean-Luc DOZITE
Siège social : 144 allée Hélène Boucher
 59118 Wambrechies
Téléphone portable : +33 (0)6.38.82.14.90

2. LOCALISATION DU SITE

Le site d'implantation du parc éolien se situe sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy, à environ 35 km au sud-est d'Amiens, 42 km au sud-ouest de Saint-Quentin et 60 km au nord-est de Beauvais. Il se situe au sud-est du département de la Somme (80), en région Hauts-de-France.

D'un point de vue administratif, le secteur potentiel d'implantation des éoliennes s'étend sur le territoire de la commune de Parvillers-le-Quesnoy. La commune appartient à la communauté de communes Terre de Picardie, créée au 1^{er} janvier 2017 et située dans le département de la Somme, en région Hauts-de-France.

Les figures suivantes localisent le projet éolien aux échelles régionale, départementale et locale.

Figure.3. : Localisation du projet à l'échelle régionale et départementale.

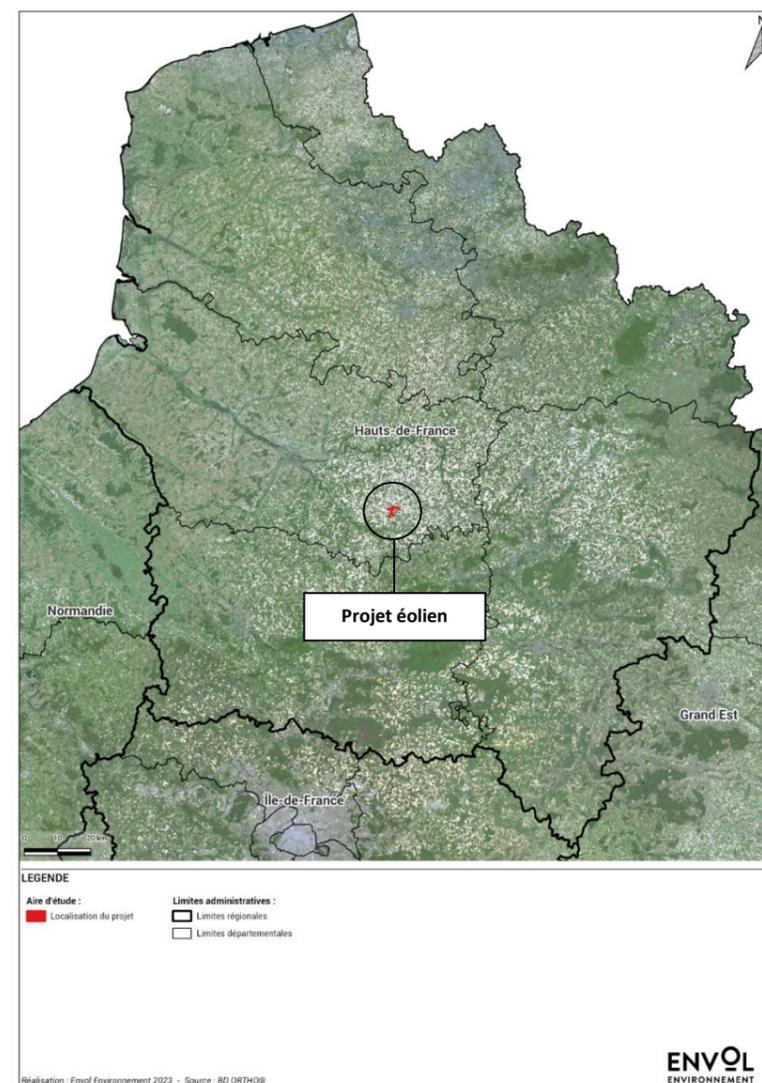
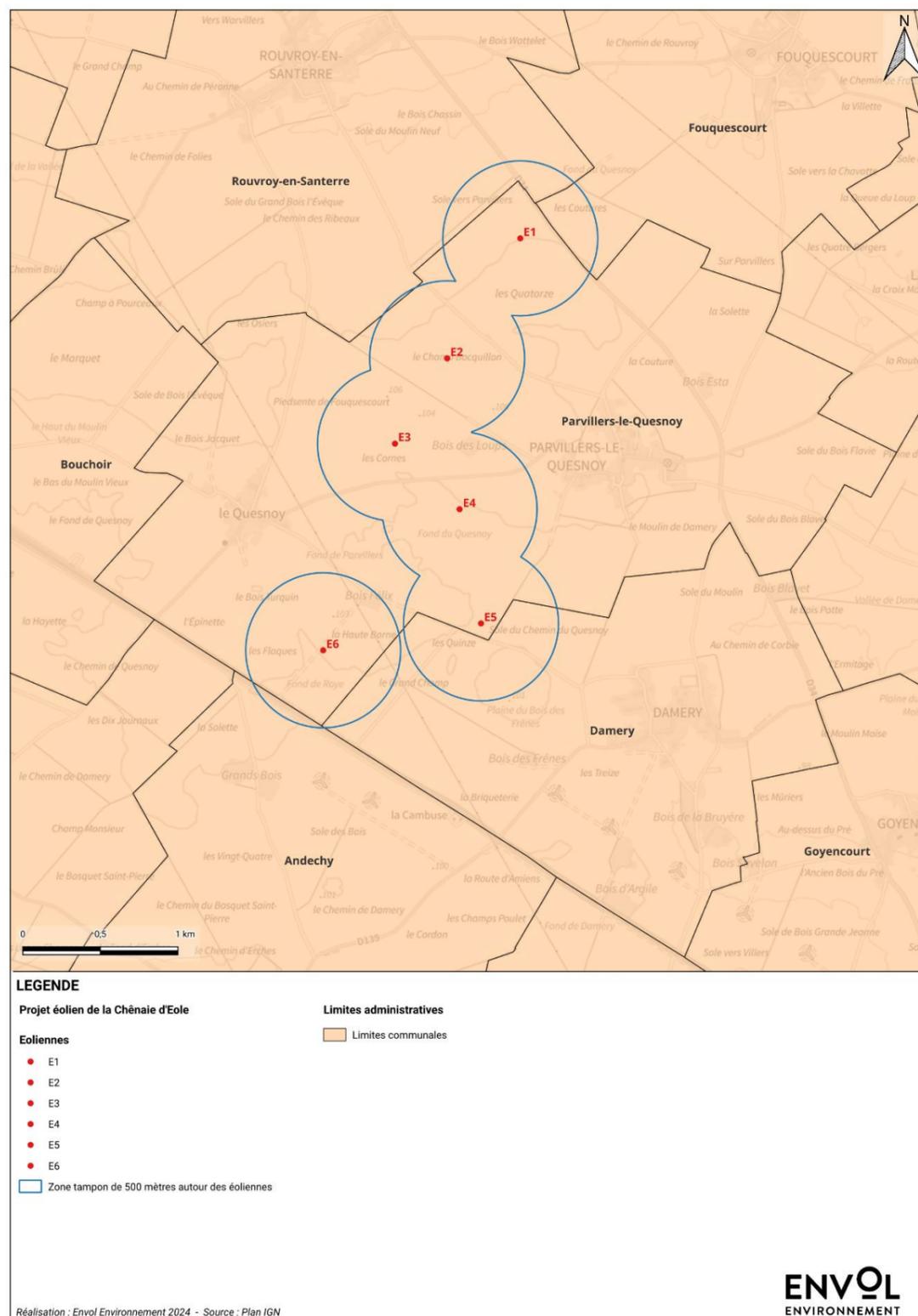


Figure 4 : Limites administratives du projet



L'environnement du futur parc éolien est principalement occupé par des grandes cultures de pommes de terre, de betteraves, de haricots, du lin et de grandes cultures céréalières (essentiellement blé).

Tous les projets éoliens sont soumis au droit commun de l'urbanisme, leur implantation n'étant possible que si le projet est conforme aux règles et servitudes d'urbanisme applicable sur l'espace concerné.

Les parcelles concernées par le projet éolien se situent sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy. **La commune ne dispose pas de document d'urbanisme.** On se réfère de ce fait au **Règlement National d'Urbanisme (RNU)** :

« Les règles générales applicables, en dehors de la production agricole, en matière d'utilisation du sol, notamment en ce qui concerne la localisation, la desserte, l'implantation et l'architecture des constructions, le mode de clôture et la tenue décente des propriétés foncières et des constructions, sont déterminées par des décrets en Conseil d'Etat » - Alinéa 1 de l'article L.111-1 du Code de l'urbanisme.

Une des dispositions législatives essentielles des communes soumises au RNU est la règle dite de constructibilité limitée à savoir : « En l'absence de Plan Local d'Urbanisme ou de carte communale opposable aux tiers, ou de tout document d'urbanisme en tenant lieu, seules sont autorisées en dehors des parties actuellement urbanisées de la commune :

- L'adaptation, le changement de destination, la réfection ou l'extension des constructions existantes ;
- Les constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs, à la réalisation d'aires d'accueil ou de terrains de passage des gens du voyage, à l'exploitation agricole, à la mise en valeur des ressources naturelles et à la réalisation d'opérations d'intérêt national ;
- Les constructions et installations incompatibles avec le voisinage des zones habitées et l'extension mesurée des constructions et installations existantes ;

Les constructions ou installations, sur délibération motivée du conseil municipal, si celui-ci considère que l'intérêt de la commune, en particulier pour éviter une diminution de la population communale, le justifie, dès lors qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages, à la salubrité et à la sécurité publique, qu'elles n'entraînent pas un surcroît important de dépenses publiques et que le projet n'est pas contraire aux objectifs visés à l'article L. 110 et aux dispositions des chapitres V et VI du titre IV du livre 1er ou aux directives territoriales d'aménagement précisant leurs modalités d'application. » - Article L. 111-1-2 du Code de l'urbanisme.

Les éoliennes étant assimilées à des équipements d'intérêt collectif ou d'intérêt général lorsque l'électricité produite est revendue, leur implantation est à ce titre autorisée dès lors que l'énergie produite n'est pas destinée à une autoconsommation.

La figure suivante localise les installations du futur projet éolien sur un extrait de carte IGN à l'échelle 1/12 000^{ème}

Figure 5.: Plan d'implantation du parc éolien à l'échelle 1/12.000^{ème}



3. DEFINITION DE L'AIRE D'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.

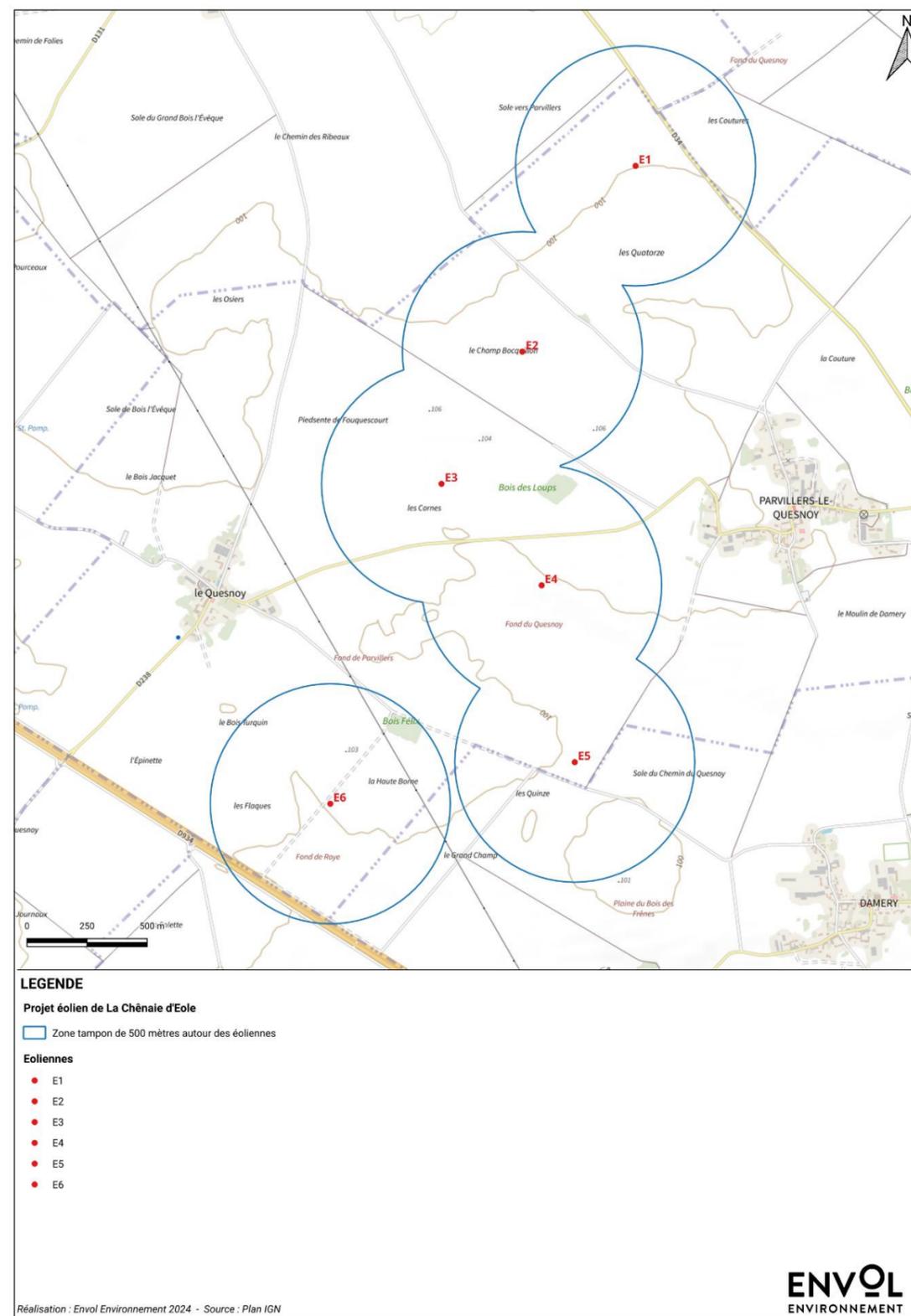
Le périmètre couvert par cette étude de dangers est représenté par les zones associées aux installations et équipements cités ci-avant ainsi « *qu'aux installations et aux équipements qui, par leur proximité ou leur connexité avec l'installation soumise à autorisation, sont de nature à en modifier les dangers ou inconvénients* ». Il est donc spécifique à chacun des dangers abordés et des cibles sous influence d'un accident potentiel sur une des éoliennes installées.

Il est proposé que la zone sur laquelle porte l'étude de dangers corresponde à l'ensemble des points situés à **une distance inférieure ou égale à 500 mètres à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur**, d'après le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012).

La zone d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison. 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.

La carte de situation de l'installation du futur projet ci-contre fait apparaître notamment l'emprise des 6 éoliennes ainsi que la zone d'étude de 500 mètres.

Figure 6 : Localisation de l'aire d'étude de 500 mètres autour des éoliennes



DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

1. ENVIRONNEMENT NATUREL
2. ENVIRONNEMENT HUMAIN
3. ENVIRONNEMENT MATERIEL
4. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE

L'objectif de ce chapitre est de décrire synthétiquement l'environnement dans la zone d'étude de l'installation, afin d'identifier :

- Les principaux intérêts à protéger son voisinage (enjeux) ;
- Les facteurs de risque que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels), représentés par les sources extérieures de dangers, liées à l'activité humaine ou d'origine naturelle.

Les différents enjeux et agresseurs potentiels seront identifiés à partir des descriptions suivantes : l'environnement naturel, l'environnement humain, et l'environnement matériel.

1. ENVIRONNEMENT NATUREL

Les éléments suivants sont en partie extraits de l'étude d'impact réalisée par la société Envol Environnement (rapport version définitive du mois d'octobre 2024).

1.1. CONTEXTE CLIMATIQUE

La région Hauts-de France présente de manière générale un climat de type océanique. D'un bout à l'autre de la région, ce dernier présente des nuances.

Les données climatologiques sont fournies par la station Météo France la plus proche du site, la station Météo de Rouvroy-en-Santerre, à 3 kilomètres au nord-ouest de l'implantation du projet. Elles présentent des statistiques moyennes mensuelles établies entre 1993 et 2020.

▪ **Température**

Les renseignements relatifs à l'évolution mensuelle de la température à la station Météo de Rouvroy-en-Santerre montrent que :

- Le site d'implantation du projet présente les caractéristiques climatologiques d'une zone tempérée. L'amplitude thermique peu élevée souligne la présence d'un climat relativement modéré, avec des hivers modérément froids et des étés relativement doux.
- La température moyenne annuelle est fraîche avec 10,8°C.
- Les températures moyennes les plus élevées sont en juillet et août avec respectivement 18,3°C et 18,4°C
- La température la plus basse est au mois de janvier avec 3,8°C.

Ce paramètre sera retenu dans la suite de l'étude car la présence de glace ou de givre sur les pales peut entraîner des projections constituant un risque (bien que limité) pour les promeneurs, les usagers du site et le personnel intervenant du parc éolien.

▪ **Précipitations**

Le projet se situe dans une zone où la pluviométrie est relativement abondante. Les renseignements relatifs à l'évolution mensuelle des précipitations dans la région, obtenus à partir d'observations effectuées à la station Météo de Rouvroy-en-Santerre montrent :

- Une hauteur de précipitations de 635,8 mm en moyenne par an.
- Les mois de mai, juillet, août et décembre sont les plus pluvieux, et avril le mois le plus sec.
- On compte en moyenne 171 jours de précipitations dans l'année dont 57,5 jours avec des précipitations supérieures à 5 millimètres.

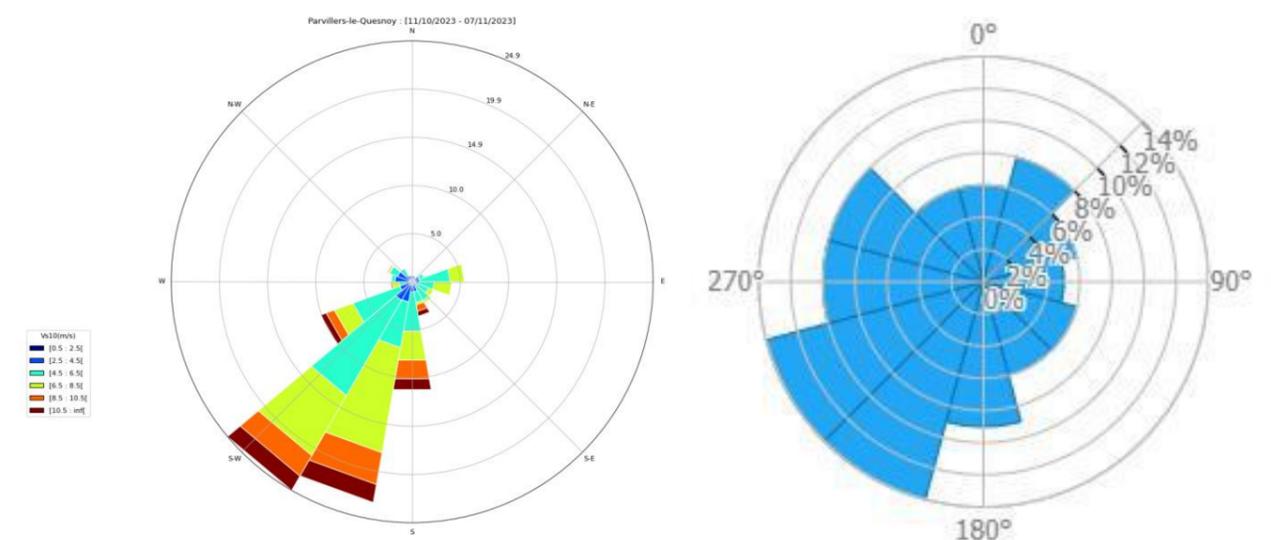
▪ **Vents**

Une étude du vent, réalisée par VALECO sur le site du projet éolien, montre que le potentiel éolien sur la zone du projet est intéressant puisque la vitesse moyenne du vent à 100 mètres de hauteur est de 7,1 m/s, soit plus de 25,6 km/h.

Les vents dominants (en fréquence et en force) proviennent des secteurs sud-ouest. Les vents des secteurs nord-est sont également présents mais dans une moindre importance d'un point de vue fréquence et énergétique.

Les roses des vents en page suivante permettent de visualiser l'orientation et la fréquence moyenne des vents.

Figure 7 : Rose des vents horaire campagne de mesure (à gauche) ; rappel de la rose des vents long terme (à droite) ; directions et répartition des vitesses.



Source : VALECO

▪ Verglas - neige

Les températures négatives associées à des conditions d'hygrométrie particulières, peuvent conduire à la formation de givre et de glace sur les pales ou sur la nacelle. Un temps neigeux peut également être à l'origine d'accumulation de neige compactée sur les pales.

La station Météo de Rouvroy-en-Santerre indique une moyenne de 47,1 jours avec des températures inférieures ou égales à 0°C (jours de gel potentiel) et 38,4 jours avec une température supérieure ou égale à 25°C.

D'après les règles NV 65 qui ont pour objet de fixer les valeurs des surcharges climatiques (neige et vent) et de donner des méthodes d'évaluation des efforts correspondant sur l'ensemble d'une construction ou sur ses différentes parties et en référence au document technique unifié (DTU) 06-002, le département de la Somme est situé en zone 1A, seuil le plus bas pour la neige en 2009.

1.2. RISQUES NATURELS

Les risques naturels sont susceptibles de constituer des agresseurs potentiels pour les éoliennes et seront donc pris en compte dans l'évaluation préliminaire des risques.

1.2.1. L'aléa sismique

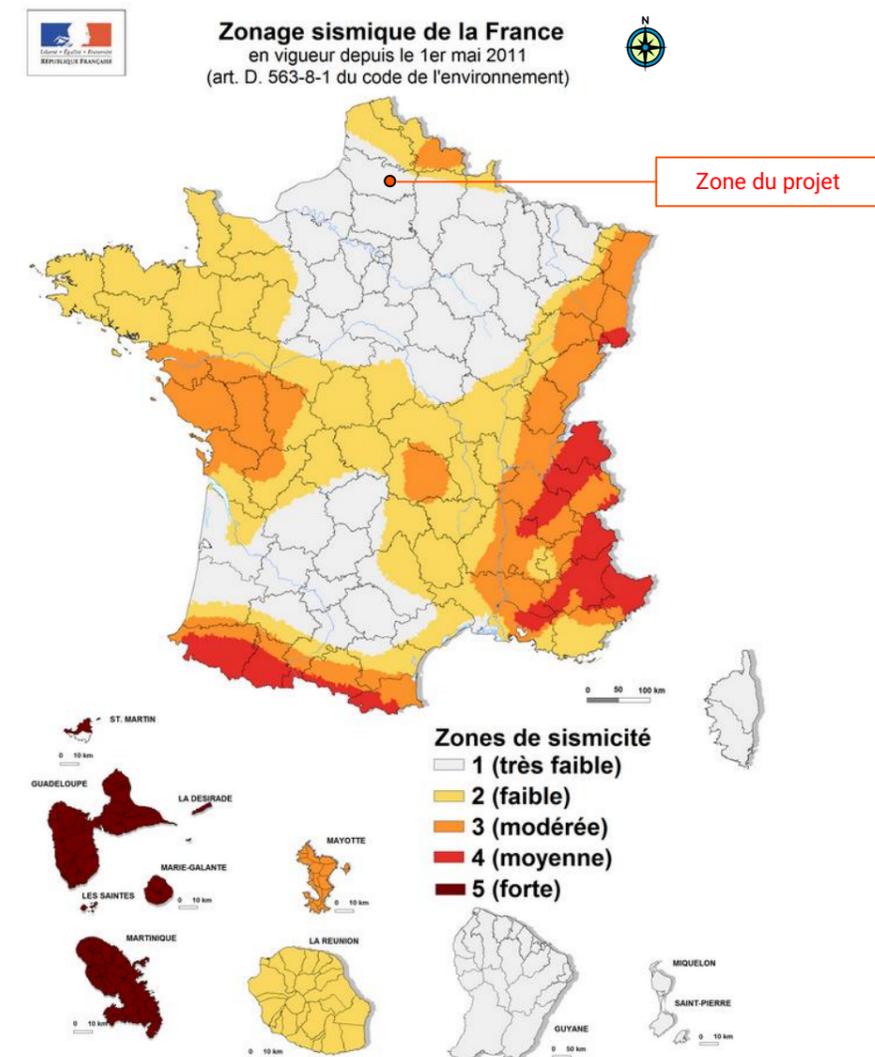
Bien que la France soit rarement affectée par les séismes, les risques induits par de tels phénomènes existent.

Aucun épïcentre n'a jamais été localisé sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy et celle-ci n'a même jamais ressenti de séismes.

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

- Une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible).
- Quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières. Deux nouveaux textes réglementaires fixant les règles de construction parasismiques ont été publiés
 - L'arrêté du 22 octobre 2010 pour les bâtiments de la classe dite « à risque normal », applicable à partir du 1er mai 2011,
 - L'arrêté du 24 janvier 2011 pour les installations classées dites Seveso, entrant en vigueur à partir du 1er janvier 2013.

Figure.8 : L'aléa sismicité en France et dans la région du site d'étude.



Source : www.sisfrance.net

La consultation de la base de données en ligne de Sis France en juin 2024 indique que la Somme n'est pas un département sismique. Plus précisément, il est placé en zone de sismicité très faible.

Remarque : compte-tenu de la nature des installations présentes (installations non visées à l'article 1er de l'arrêté du 10 mai 1993 relatif aux règles parasismiques), il n'est pas ici nécessaire d'évaluer le Séisme Maximum Historique Vraisemblable (S.M.H.V.) à partir des données historiques et géologiques.

Au vu de l'aléa considéré comme très faible, le risque sismique peut être écarté. L'aléa sismique ne sera donc pas considéré comme une source potentielle extérieure représentative de danger.

1.2.2. Les mouvements de terrain

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. On retrouve :

- Les mouvements lents et continus :
 - les tassements et les affaissements,
 - le retrait-gonflement des argiles (les variations de la quantité d'eau dans certains terrains argileux produisent des gonflements (période humide) et des tassements (périodes sèches),
 - les glissements de terrain.
- Les mouvements rapides et discontinus :
 - les effondrements de cavités souterraines,
 - les écroulements et les chutes de blocs,
 - les coulées boueuses et torrentielles,
 - l'érosion littorale.

La Somme se présente comme un plateau couvert de limons recouvrant des craies du Crétacé supérieur. Les falaises de craie sont les principaux lieux de chutes de pierre et éboulements : celles-ci seront potentiellement représentées sur les versants des vallées et bien évidemment le long du littoral (aléa falaises). La présence de cavités souterraines (carrières, marnières, cavités « de conflit », etc.) entraîne des affaissements et des effondrements.

Dans le département de la Somme, le risque de mouvement de terrain regroupe 2 types de phénomènes :

- Les affaissements et les effondrements liés aux cavités souterraines (carrières, marnières, cavités « de conflit », etc.) ;
- Les chutes de pierres et de blocs liées aux falaises.

Même si ces mouvements restent ponctuels, ils représentent un risque majeur en raison des conséquences lourdes, tant matérielles qu'humaines, qu'ils peuvent entraîner.

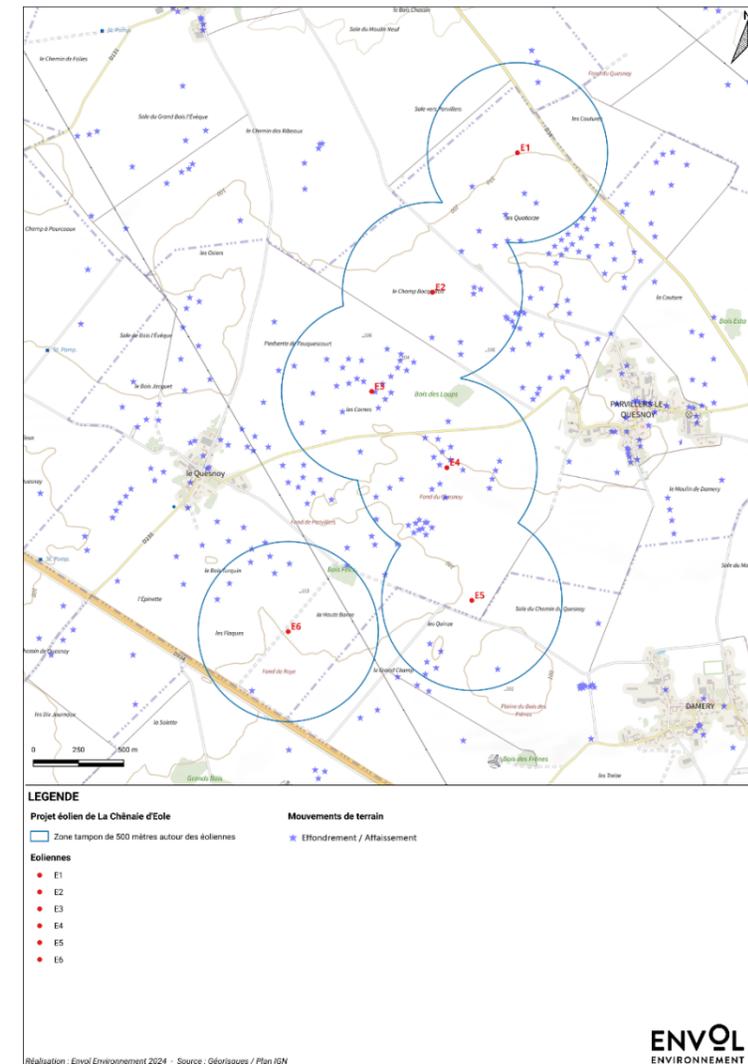
Ce risque concerne 499 communes sur les 779 communes du département de la Somme.

Des inondations, coulées de boue et mouvements de terrain ont cependant fait l'objet d'arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle sur la commune.

Le département de la Somme est concerné par des Plans de Prévention des Risques Mouvements de Terrain (PPRMT). La commune de Parvillers-le-Quesnoy est concernée par le PPR Mouvement de terrain de l'arrondissement de Montdidier, approuvé le 12 juin 2008.

A proximité immédiate du projet, de nombreux mouvements de terrain (effondrements/affaissements) ont été identifiés. La figure suivante recense les effondrements et affaissements présents à proximité des éoliennes.

Figure 9.: Cartographie des risques de mouvements de terrains à proximité de l'implantation.



De nombreux mouvements de terrain (effondrements/affaissements) ont été identifiés à proximité immédiate du projet éolien. La zone d'étude présente de ce fait une sensibilité importante à ce genre d'aléas. Des études géotechniques et pédologiques seront cependant menées par une entreprise spécialisée sur les points d'implantation des éoliennes en amont de la phase de construction, permettant ainsi de déterminer la technologie de fondation la plus adaptée au sol concerné.

▪ **L'aléa falaises**

L'évolution naturelle des falaises et des versants rocheux est à l'origine de chute de pierres, de blocs et d'éboulements en masse. Les effets causés par les chutes de pierres, de blocs et les éboulements sont particulièrement importants du fait de leur caractère soudain et destructeur. Ces mouvements de terrain sont brutaux et présentent donc un risque sérieux pour les personnes. Ils impactent également les ouvrages, comme les bâtiments ou encore les voies de communication, de façon partielle ou totale.

Ce risque concerne surtout le littoral en raison de l'érosion marine continue qui s'exerce sur les pieds de falaise, et peut affecter aussi bien les falaises en eau que celles dites « mortes » (qui ne sont plus en contact avec la mer).

La commune de Parvillers-le-Quesnoy n'est pas concernée par le risque falaise.

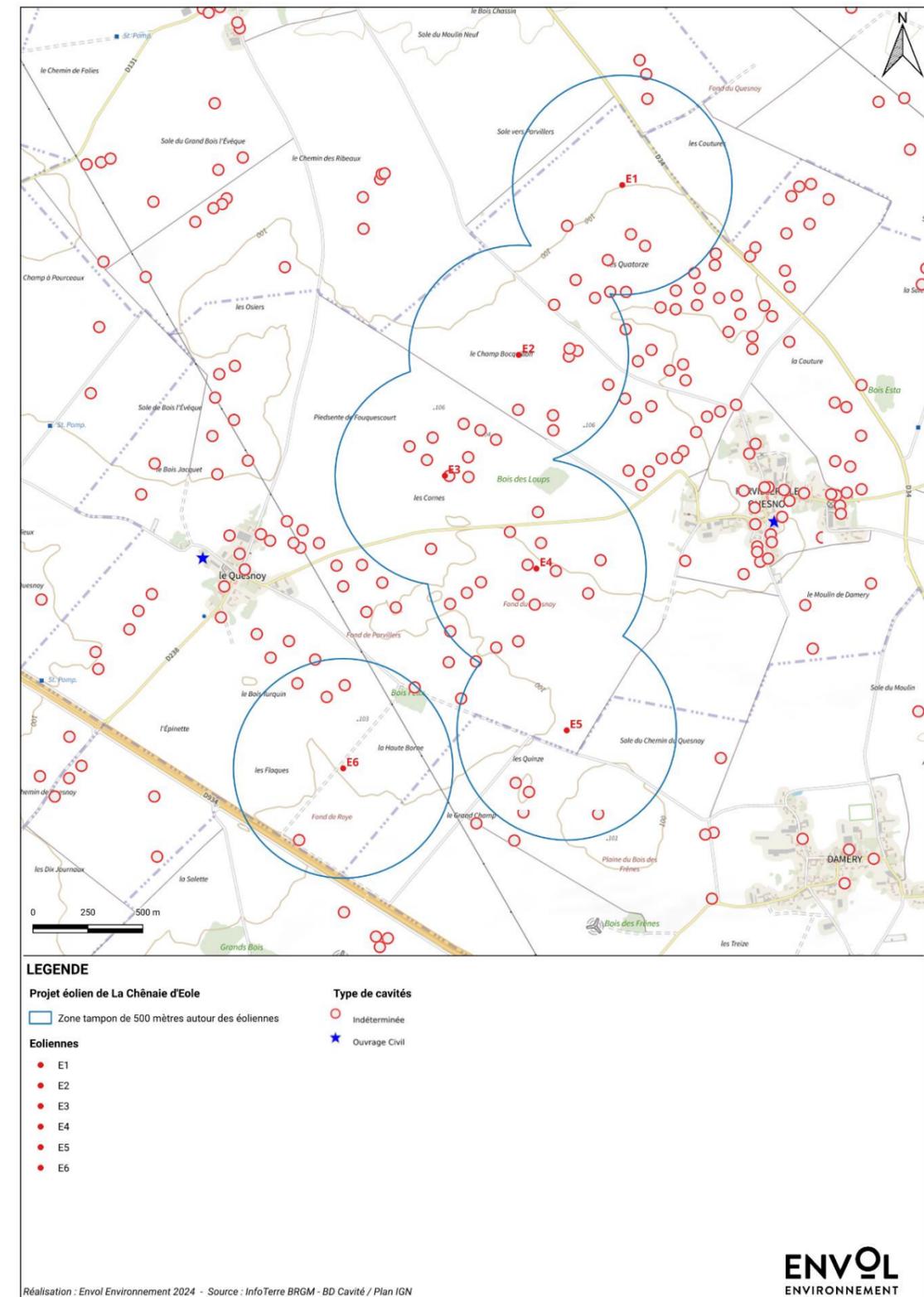
▪ **L'aléa effondrement, cavités souterraines**

La base BDCavité s'intègre dans la politique de prévention des risques naturels mise en place depuis 1981, en permettant le recueil, l'analyse et la restitution des informations de base nécessaires à la connaissance et à l'étude préalable des phénomènes liés à la présence de cavités. Cette base mémorise de façon homogène l'ensemble des informations disponibles en France et contribue au porté à connaissance, qui relève du rôle de l'Etat en matière de prévention des risques. Les cavités souterraines sont des espaces vides qui affectent le sous-sol et sont d'origine soit humaine, soit naturelle. Les effondrements ont souvent comme facteur déclenchant l'eau, par ruissellement ou infiltration.

Le risque lié aux cavités souterraines est très élevé sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy, notamment à cause des marnières qui, dans la plupart des cas, sont insoupçonnables jusqu'à leur effondrement. **D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Somme, la commune de Parvillers-le-Quesnoy fait partie des communes du département qui possèdent plus de 100 cavités souterraines.**

De nombreuses cavités souterraines ont été identifiées à proximité des éoliennes du projet. La zone d'étude présente de ce fait une sensibilité importante à ce genre d'aléas. Des études géotechniques et pédologiques seront menées, par une entreprise spécialisée, sur les points d'implantation des éoliennes en amont de la phase de construction, permettant ainsi de déterminer la technologie de fondation la plus adaptée au sol concerné.

Figure.10 : Inventaire des cavités souterraines présentes à proximité de l'implantation du projet éolien.

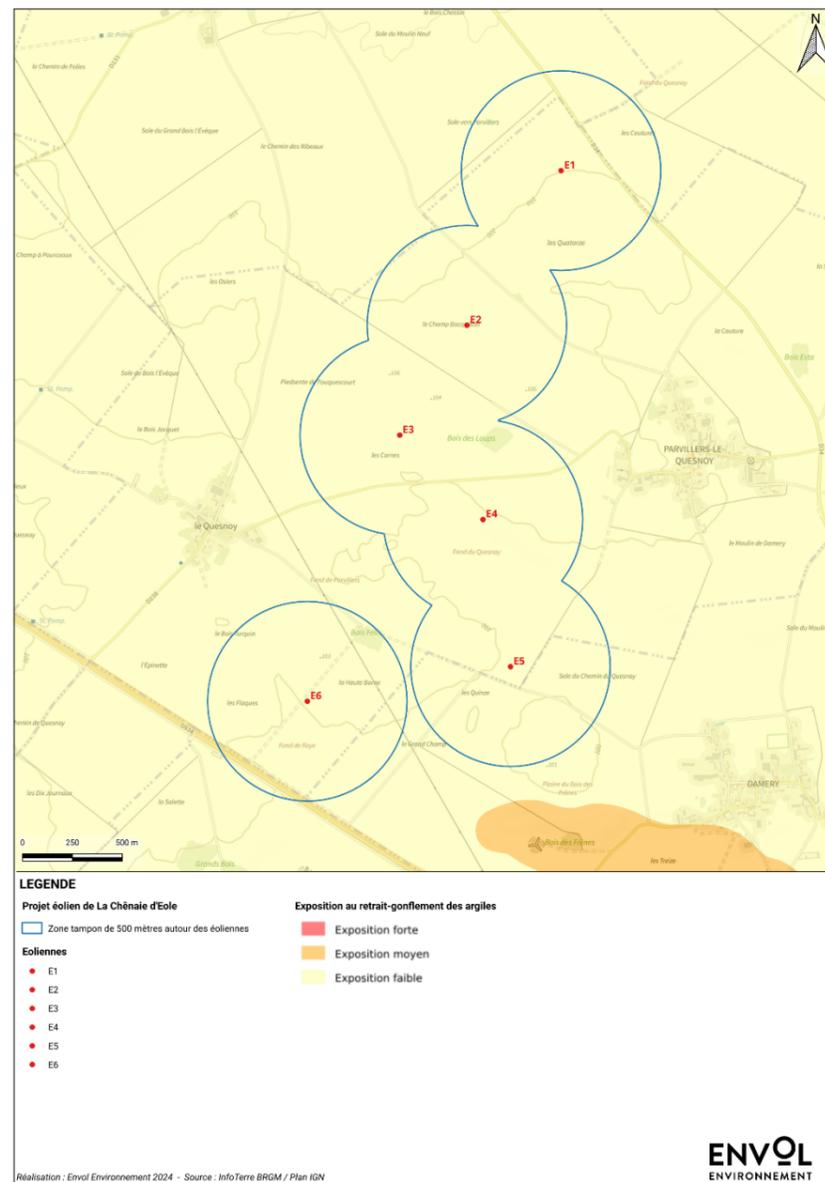


▪ **L'aléa retrait-gonflement des argiles**

Le phénomène de retrait – gonflement des argiles est engendré par les propriétés argileuses des sols soumis à des phases successives de sécheresse et réhydratation.

A ce titre le Bureau de Recherches Géologiques et Minières a réalisé une étude des niveaux d'aléas (en lien direct avec le risque) liés au gonflement des argiles. Cette carte, consultable en ligne sur Internet par le site du BRGM, met en évidence les aléas suivants pour le site d'implantation.

Figure 11 : Carte d'exposition de la commune de Parvillers-le-Quesnoy à l'aléa retrait-gonflement des argiles



Les éoliennes du projet sont concernées par un aléa faible au phénomène retrait - gonflement faible. Ce risque potentiel sera pris en compte, principalement au moment de l'élaboration des massifs de fondation. Des études géotechniques et pédologiques seront en effet menées par une entreprise spécialisée sur les points d'implantation des éoliennes en amont de la phase de construction, permettant ainsi de déterminer la technologie de fondation la plus adaptée au sol concerné.

1.2.3. L'aléa inondation

Les communes du département présentant le plus grand risque d'inondations sont réparties en trois bassins : le Bassin de l'Authie, le Bassin de la Bresle et le Bassin de la Somme. La plus grande crue qu'ait connue le département s'est produite durant le printemps 2001 et a touché 158 communes.

L'aléa inondation regroupe plusieurs types d'inondations :

- L'aléa remontée de nappes phréatiques ;
- L'aléa inondation de plaine ou ruissèlement pluvial.

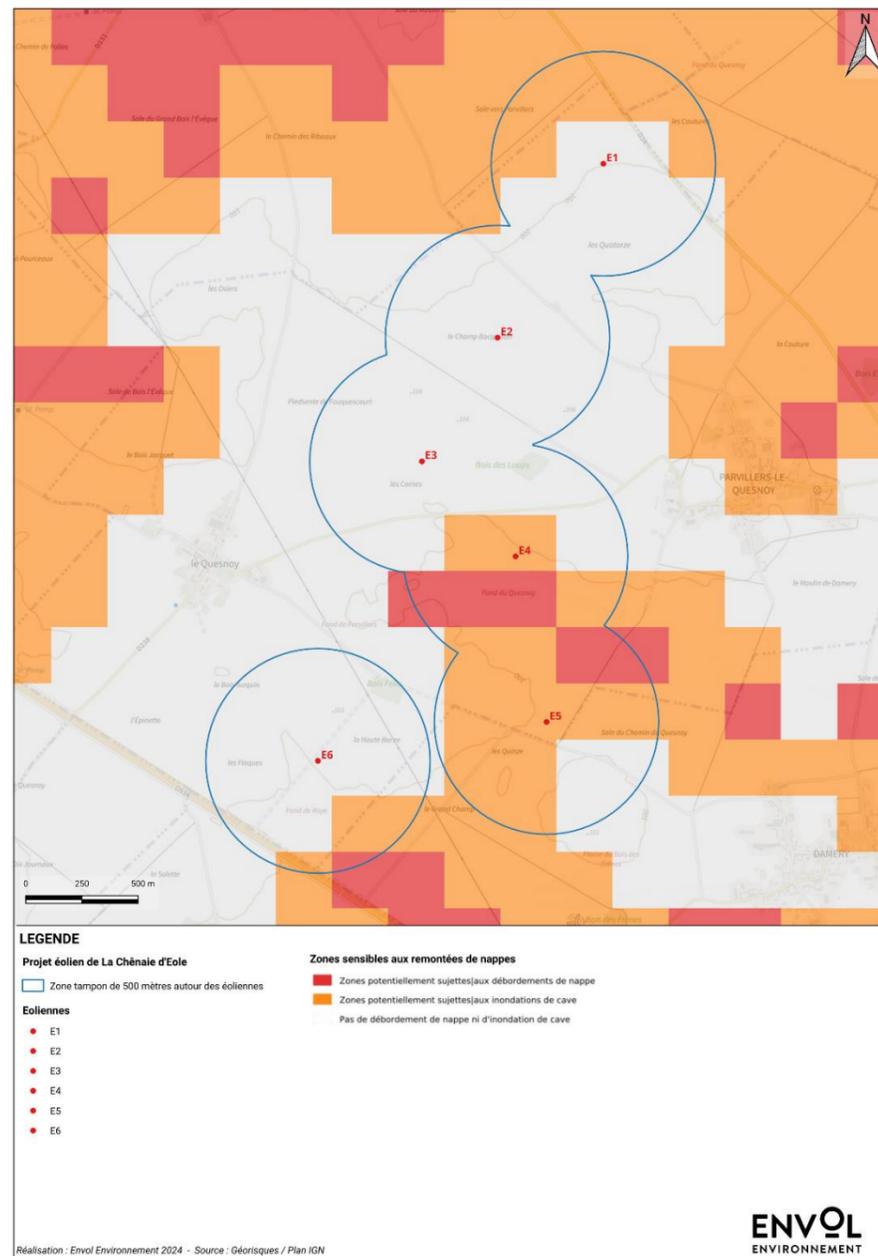
▪ **L'aléa remontée de nappes phréatiques**

Il existe deux grands types de nappes selon la nature des roches qui les contiennent (on parle de la nature de « l'aquifère ») : les nappes de formations sédimentaires et les nappes de socles. Les premières sont contenues dans des roches poreuses (ex : sables, certains grès, la craie...) alors que les secondes sont incluses dans les fissures des roches dures et non poreuses, aussi appelées « de socle » (ex : granite, gneiss...).

Lorsque le sol est saturé d'eau, il arrive que la nappe affleure et qu'une inondation spontanée se produise. Ce phénomène concerne particulièrement les terrains bas ou mal drainés et peut perdurer : il s'agit de l'inondation par « remontée de nappe ».

Selon le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Somme, la commune de Parvillers-le-Quesnoy ne fait pas partie des communes du département qui sont exposées au risque d'inondation par les remontées de nappes phréatiques et des débordements des cours d'eau.

Figure.12.: Les zones de sensibilité aux inondations par remontée de nappes phréatiques.



▪ **L'aléa inondation de plaine ou ruissèlement pluvial**

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement et qui vient inonder la plaine pendant une période relativement longue, et l'homme qui s'installe dans les espaces alluviaux pour y implanter toutes sortes de constructions, d'équipements et d'activités. L'imperméabilisation du sol par les aménagements (bâtiments, voiries, parkings ...) limite l'infiltration des précipitations et accentue le ruissellement. Ceci occasionne souvent la saturation et le refoulement du réseau d'assainissement des eaux pluviales.

Les Plans de prévention du risque inondation (PPRI), élaborés par les services de l'État, définissent des zones d'interdiction de construction et des zones de prescription ou constructibles sous réserve. Ils peuvent imposer d'agir sur l'existant pour réduire la vulnérabilité des biens. **La commune de Parvillers-le-Quesnoy n'est pas concernée par un plan de Prévention des Risques Inondation.**

D'autre part, la commune n'est pas identifiée comme un **Territoire à risque important d'inondation (TRI)**.

La commune de Parvillers-le-Quesnoy bénéficie toutefois d'un **programme d'actions de prévention des inondations (PAPI)** qui couvre les aléas Inondations par ruissellement et coulée de boue, par une crue à débordement lent de cours d'eau et par remontées de nappes naturelles. Ce programme vise à réduire les conséquences des inondations sur les personnes et les biens.

L'aléa inondation ne sera pas retenu dans la suite de l'étude.

Le projet se situe dans un secteur à sensibilité variable avec des zones potentiellement sujettes aux risques d'inondations par remontée de nappes phréatiques. Il ne s'agit toutefois que de données théoriques, le BRGM ne garantissant ni leur exactitude ni leur exhaustivité. Les études géotechniques menées en amont de la construction du parc devront donc confirmer ou non ce risque.

1.2.4. Les aléas météorologiques

▪ **Les conditions météorologiques extrêmes**

Les phénomènes météorologiques extrêmes qui pourraient être à même de nuire au bon fonctionnement d'un parc éolien et entraîner des aléas climatiques doivent être étudiés.

Les données dans le tableau ci-dessous se réfèrent aux données de la station météorologique Météo France la plus proche du site.

Tableau 2 : Données climatiques extrêmes enregistrées à Rouvroy-en-Santerre.

Thèmes	Rouvroy-en-Santerre
Température la plus élevée	41,6 (2019)
Température la plus basse	-17,5° (2009)
Pluviométrie quotidienne maximale	100,8 millimètres (2001)
Rafale maximale de vent	38,7 m/s (2004)

Les données météorologiques extrêmes (vent, température, gel, averse...) sont des enjeux à prendre en considération. Les normes de construction permettant la résistance à ces conditions extrêmes devront être respectées.

▪ **La foudre, les orages et le risque d'incendie**

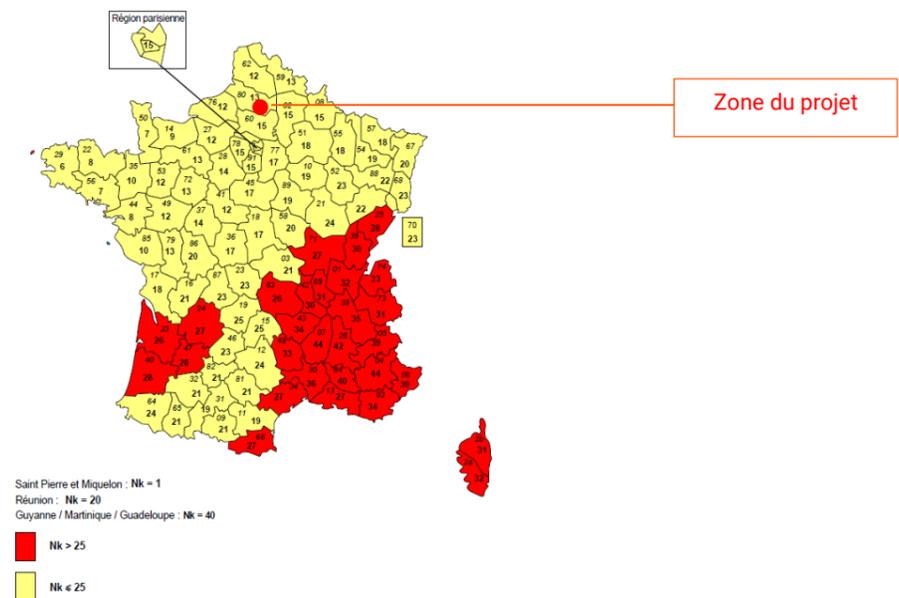
Les orages se rencontrent en toutes saisons dans la Somme. Leur fréquence est très faible durant les mois d'hiver, à un niveau inférieur à la moyenne nationale. En saison chaude, à l'inverse, les orages sont fréquents : la probabilité quotidienne culmine de mai à septembre, qui sont les mois les plus orageux de l'année dans la Somme.

C'est au mois de juin que le risque d'orage est le plus marqué. La région s'illustre par des orages parfois très pluvieux, ainsi que par des épisodes orageux à tendance linéaire particulièrement venteux.

La carte ci-après présente le niveau kéraunique (Nk : nombre de coups de tonnerre entendus dans une zone donnée, sachant que la foudre frappe environ 1 fois pour 10 coups de tonnerre entendus) en France par département.

En France, le niveau kéraunique moyen est de 20. Le département de la Somme présente un niveau kéraunique égal à 13, niveau nettement inférieur au niveau kéraunique moyen national.

Figure.13.: Niveau kéraunique en France.



Source : Keraunos

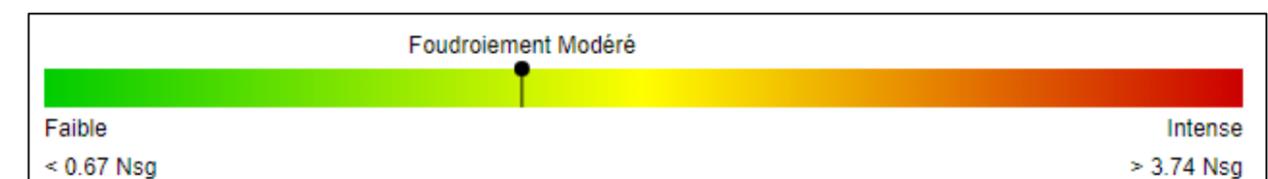
Le niveau kéraunique ne permet cependant pas d'identifier la sévérité des orages car il ne donne aucune indication sur l'existence des zones localisées particulièrement foudroyées et encore moins sur l'intensité des coups de foudre. La meilleure représentation actuelle de l'activité orageuse est la densité d'arcs qui est le nombre d'arcs de foudre au sol par km² et par an.

Les résultats ci-dessus sont fournis par Météorage pour la commune de Parvillers-le-Quesnoy à partir des données du réseau de détection des impacts de foudre pour la période 2013-2022.

Tableau.3.: Densité d'arc de foudroiement (source Météorage).

Parvillers-le-Quesnoy	France
1,49 impacts/an/km ² 6 jours d'orage en moyenne par an	1,12 impacts /an/km ²

La valeur normative de référence en France (NF EN 62858 – NF C 17-858) est déterminée par le réseau Météorage avec le Nsg (ground strike point density) :



La densité d'arc de foudroiement est modérée sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy. L'activité orageuse locale est donc réelle mais les données font état d'une commune qui reste faiblement foudroyée. Un impact foudre est susceptible d'entraîner des dysfonctionnements électriques et/ou pourrait initier un incendie. Le risque foudre sera pris en compte dans la suite de l'étude.

▪ **L'aléa feu de forêt**

Les feux de forêts sont des sinistres qui se déclarent et se propagent dans des formations boisées d'une surface minimale généralement d'un hectare, telles que les forêts ou des formations subforestières (maquis ou garrigue).

Les principales causes de départ en feu sont :

- la foudre ;
- la malveillance ;
- les travaux en forêt ;
- les travaux agricoles ;
- l'imprudence.

Face à l'intensification des incendies de forêt, la loi n°2023-580 du 10 juillet 2023 a renforcé le régime juridique de prévention et de lutte contre le risque incendie. Elle a ainsi durci les règles applicables aux Obligations Légales de Débroussaillage (OLD) afin de réduire les risques de départs de feux et protéger les populations. D'après le site Georisques.gouv.fr, l'implantation n'est pas concernée par une Obligation Légale de Débroussaillage.

La Somme n'est pas considérée comme un département particulièrement exposé aux risques des feux de forêts et n'est donc pas soumis à l'élaboration de plans de protection des forêts contre les incendies.

L'aléa feu de forêt ne sera pas considéré comme une source potentielle extérieure de danger compte-tenu des caractéristiques du site.

1.2.5. Le risque radon

On entend par **risque radon**, le risque sur la santé lié à l'inhalation du radon, gaz radioactif présent naturellement dans l'environnement, inodore et incolore, émettant des particules alpha. Le radon se désintègre pour former des particules solides, elles-mêmes radioactives et qui émettent un rayonnement alpha et bêta. Le radon représente le tiers de l'exposition moyenne de la population française aux rayonnements ionisants.

C'est principalement par le sol que le radon transite et se répand dans l'air intérieur des bâtiments. L'importance de l'entrée du radon dans un bâtiment dépend de nombreux paramètres :

- De la concentration de radon dans le terrain sous le bâtiment, de la perméabilité et de l'humidité de celui-ci, de la présence de fissures ou de fractures dans la roche sous-jacente.
- Des caractéristiques propres au bâtiment : procédé de construction, présence de vide sanitaire, étanchéité des fondations, fissuration de la surface en contact avec le sol, performances du système de ventilation, disposition des canalisations.

Le radon est un cancérigène pulmonaire certain pour l'homme (classé dans le groupe I de la classification du CIRC). Une exposition régulière durant de nombreuses années à des concentrations excessives de radon accroît le risque de développer un cancer du poumon. Cet accroissement du risque est proportionnel au temps d'exposition et à sa concentration dans l'air respiré.

La commune de Parvillers-le-Quesnoy est faiblement exposée au risque radon. En extérieur, ce gaz se dilue rapidement. Ainsi, la concentration en radon n'aura aucune incidence sur les aérogénérateurs du projet. Le risque radon ne sera pas pris en compte dans la suite de l'étude.

1.3. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL COMME FACTEUR D'AGRESSION

L'analyse de l'environnement naturel du site fait apparaître des sources naturelles d'agression potentielle extérieure pouvant impacter le site, à savoir :

- **Les conditions climatiques extrêmes, la foudre.**
- **L'aléa mouvements de terrains et retrait- gonflement des argiles. Ces risques potentiels seront cependant pris en compte principalement au moment de l'élaboration des massifs de fondation.**

2. ENVIRONNEMENT HUMAIN

2.1. ZONES URBANISEES

Le futur parc éolien est localisé au sein d'une zone rurale peu peuplée.

L'habitation la plus proche est située sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy, localisée à environ 700 mètres à l'est de l'éolienne E4.

Aucun autre habitat isolé n'est identifié en deçà de cette distance par rapport aux éoliennes.

La distance des éoliennes aux zones habitées dépasse de ce fait les 500 mètres en toutes circonstances (cf. carte ci-contre).

Les distances entre les premières habitations et les éoliennes sont présentées dans le tableau ci-dessous :

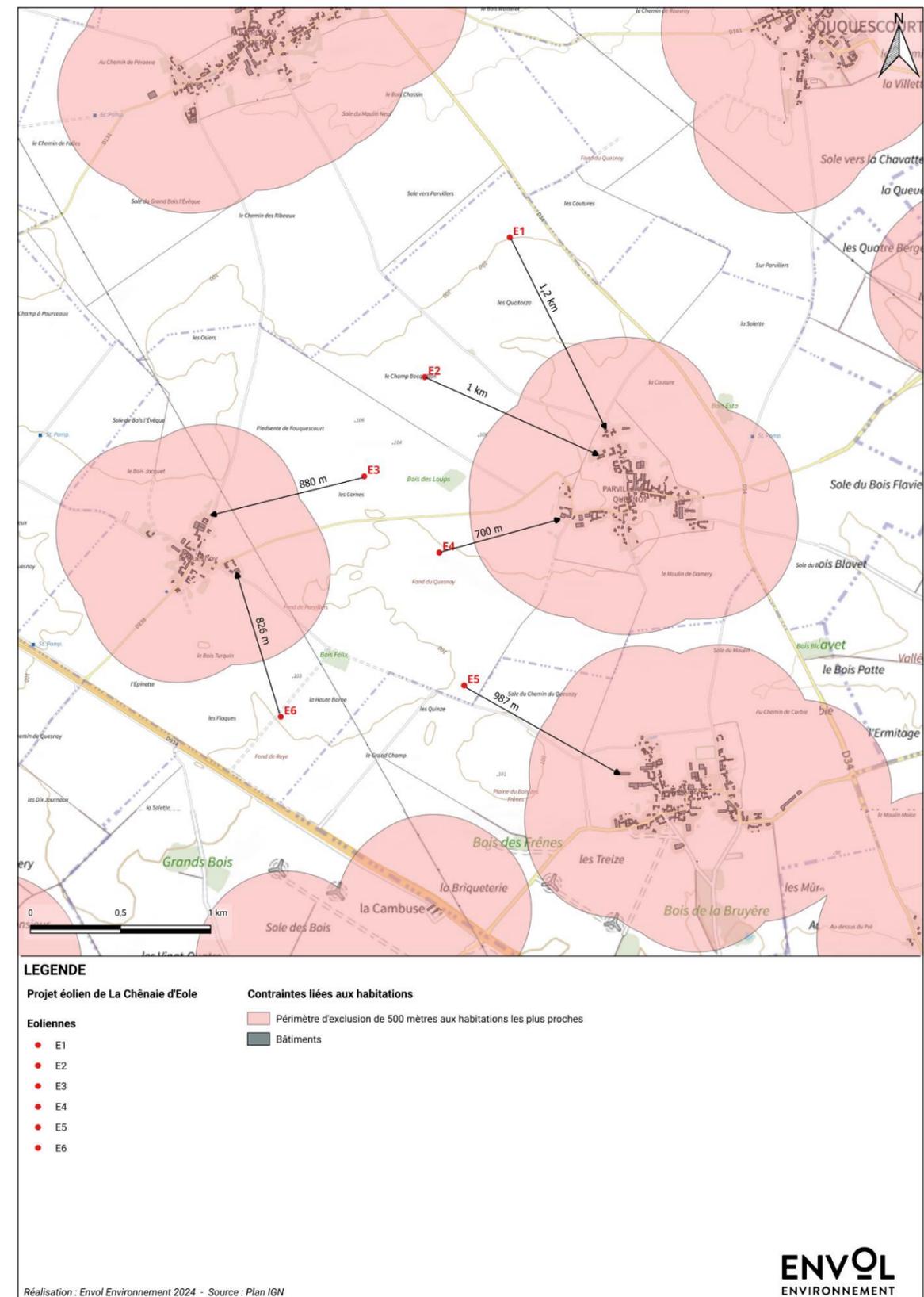
Tableau 4 : Distance des éoliennes aux premières habitations.

Eolienne concernée	Distance par rapport à l'habitation la plus proche
E1	1,2 kilomètres
E2	1 kilomètre
E3	880 mètres
E4	700 mètres
E5	987 mètres
E6	826 mètres

Source : Etude d'impact – Envol Environnement

La zone d'exclusion minimum de 500 mètres des habitations et zones urbanisables est respectée.

Figure.14 : Illustration du périmètre d'exclusion de 500 mètres autour des habitations les plus proches.



2.2. ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Les Etablissements Recevant du Public (ERP) correspondent aux lieux publics ou privés accueillant des clients ou des utilisateurs autres que les employés (salariés ou fonctionnaires).

Aucun établissement recevant du public n'est recensé dans un périmètre de 500 mètres autour du projet. La grande majorité de la zone du projet est occupée par des grandes cultures.

Tableau 5 : Inventaire des ERP présents sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy*

Commune	Etablissements recevant du public
Parvillers-le-Quesnoy	1 mairie
	1 église

Source : Envol environnement

*Liste non exhaustive

2.2.1. Zones commerciales

Aucune zone commerciale, zone d'activité intercommunale et parc d'activité d'intérêt départemental (PAID) dans un rayon de 500 mètres autour de chaque aérogénérateur fixé par l'INERIS dans son guide technique relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012).

2.2.2. Etablissements sensibles

Par définition, les établissements sensibles sont « *les établissements accueillant des populations dites sensibles : les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements hébergeant des enfants handicapés, les collèges et lycées, ainsi que les établissements de formation professionnelle des jeunes jusqu'à 17 ans. Ce sont globalement les écoles accueillant des enfants ainsi que les aires de jeux et espaces verts attenants* ».

D'après le site www.education.gouv.fr, il n'existe aucun établissement sensible dans la zone d'étude de 500 mètres. L'établissement le plus proche du futur parc est l'école primaire de Méharicourt, à 4,4 km au nord de l'éolienne E1.

2.2.3. Etablissements touristiques

Aucun établissement touristique ou sentier de randonnée ne se situe dans la zone d'exclusion des 500 mètres autour des éoliennes.

Aucun risque relatif aux établissements touristiques ne se trouve dans la zone d'exclusion de 500 mètres aux éoliennes.

2.3. INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE) ET INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE

Le département de la Somme compte 8 établissements pour les installations classées Seveso « seuil haut », de l'arrêté ministériel du 26 mai 2014 retranscrivant en droit français la directive SEVESO III. Parmi ces établissements, six d'entre eux sont localisés sur la zone industrielle au nord d'Amiens, un se situe sur la commune de Mesnil-Saint-Nicaise et un sur la commune de Moreuil.

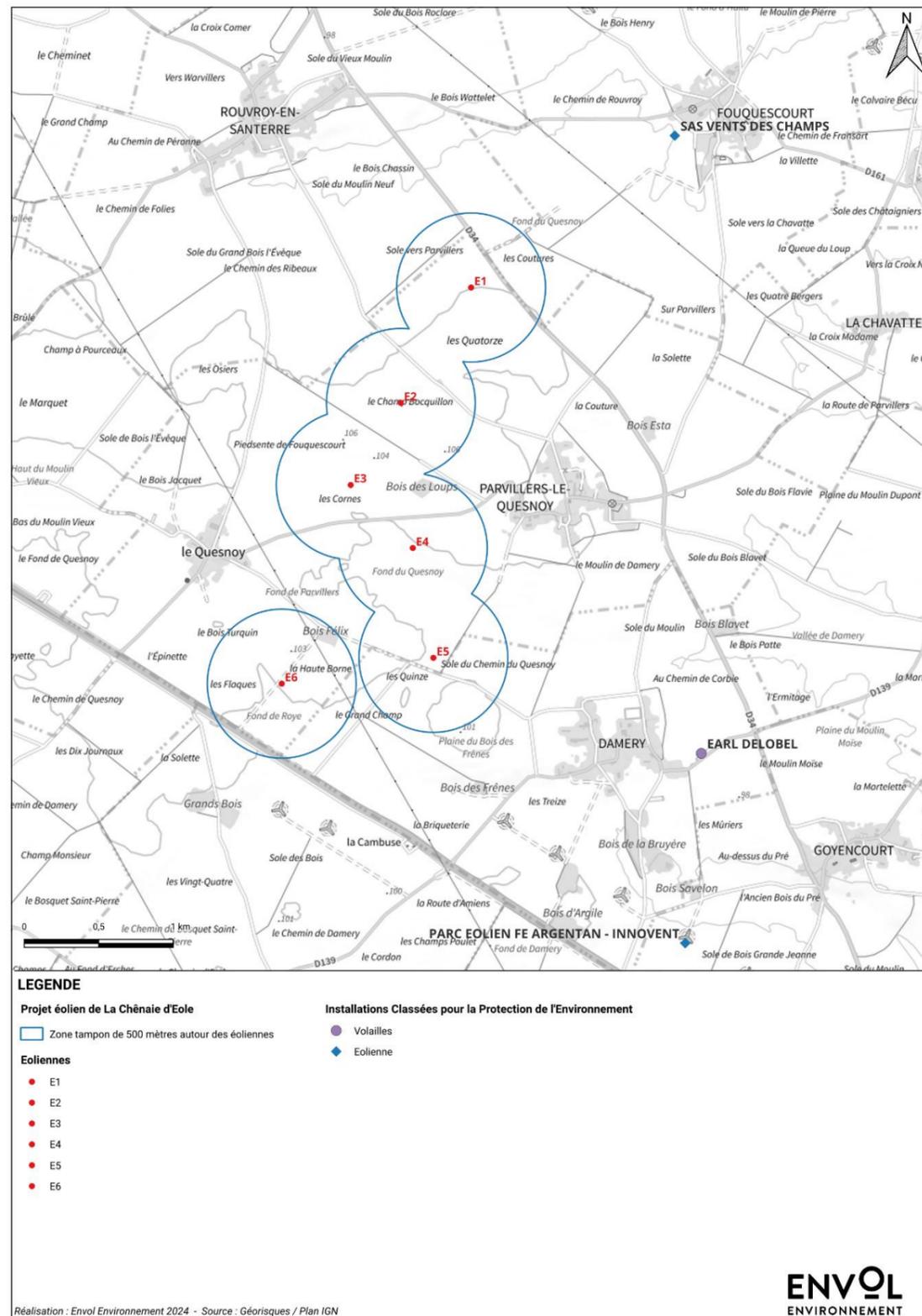
Aucune installation SEVESO n'est présente dans les limites de la zone d'étude (500 m autour des éoliennes).

D'après la consultation de la base de données du Ministère de l'Ecologie, **aucune Installation Nucléaire de Base** n'est présente dans les limites de la zone d'étude de 500 m fixée par l'INERIS et indiquée dans l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) 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.

Aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement n'est recensée dans les limites de la zone d'étude de 500 mètres fixée par l'INERIS dans son guide technique relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012).

L'installation classée la plus proche est le parc éolien Vents des Champs, situé à 1,7 km de l'éolienne E1.

Figure.15: Expression cartographique des ICPE relevées à proximité des éoliennes



2.4. AUTRES ACTIVITES

2.4.1. Autres activités industrielles

Un site pollué est un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets, d'infiltration de substances polluantes, ou d'installations industrielles, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque durable pour les personnes ou l'environnement.

La pollution présente un caractère concentré, à savoir des teneurs souvent élevées et sur une surface réduite (quelques dizaines d'hectares au maximum).

Il existe deux bases de données nationales recensant les sols pollués connus ou potentiels :

- **BASIAS** : sites industriels et de service en activité ou non, susceptibles d'être affectés par une pollution des sols.

D'après la base de données BASIAS, aucun site industriel potentiellement pollué ne se trouve sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy.

- **BASOL** : base de données française qui, sous l'égide du ministère de l'Écologie, récolte et conserve la mémoire de plusieurs milliers de « sites et sols pollués (SSP) ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif ». En juillet 2018, 6 838 sites sont recensés dans cette base de données. Un tel inventaire doit permettre d'appréhender les actions menées par l'administration et les responsables de ces sites pour prévenir les risques et les nuisances.

D'après la consultation de la base de données BASOL, aucun site ou sol pollué n'est recensé dans un rayon de 500 mètres autour des aérogénérateurs.

Par conséquent, il n'y a pas de site suffisamment proche du futur parc éolien susceptible, de par la nature de ses activités, de constituer un potentiel de danger pour le parc, c'est-à-dire pouvant impacter le site par effet de projection, rayonnement thermique ou propagation d'incendie – effets domino.

- **Les zones d'activités** : il n'existe pas de zone d'activités sur la commune d'implantation du projet éolien.

- **Les zones de loisirs** : il n'existe aucune véritable zone de loisirs dans la limite de la zone d'étude de 500 mètres.

2.4.2. Zones agricoles

Le futur parc éolien sera développé dans un contexte agricole.

La base de données géographiques CORINE Land Cover est produite dans le cadre du programme européen de coordination de l'information sur l'environnement CORINE.

Cet inventaire biophysique de l'occupation des terres fournit une information géographique de référence pour 38 états européens, dont la France.

La commune de Parvillers-le-Quesnoy disposait en 2020 d'une Surface Agricole Utile (SAU) de 1 301 hectares, pour 7 exploitations agricoles (ayant leur siège sur la commune), soit une SAU moyenne de 185,85 hectares par exploitation.

A noter que les agriculteurs présents à proximité du futur parc seront considérés comme des cibles potentiellement exposées aux phénomènes dangereux associés aux installations techniques.

2.5. LES ACTES DE MALVEILLANCE

Le futur parc éolien pouvant être considéré comme sensible, il peut être envisagé, bien que ce soit peu plausible, qu'une action délibérée vise à provoquer un accident grave (déclenchement d'un incendie, sabotage des systèmes de sécurité, dégradation des appareils...). La malveillance (considérée comme événement externe susceptible de conduire à des accidents sur site) concerne à la fois les tiers mais aussi le personnel présent de façon permanente ou occasionnelle sur le site (employés, sous-traitants...). L'occurrence d'un acte de malveillance est difficilement quantifiable. Aussi, son traitement dans cette étude se limitera à l'évoquer lorsqu'elle peut être événement initiateur d'un accident et à rapporter les mesures de lutte.

Cette démarche est validée par l'annexe II de l'Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005 modifiant l'Arrêté du 10 mai 2000 modifié 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.

Dans le cas du site, le risque de malveillance par intrusion de personnes étrangères au site n'est pas totalement maîtrisé du fait :

- De l'isolement du parc (espace agricole éloigné de toute agglomération) ;
- De l'absence de gardiennage et de surveillance vidéosurveillance ;
- De la facilité d'accès vers les éoliennes.

Conformément à l'article 13 de l'arrêté ministériel du 26/08/2011 cité ci-avant, l'exploitant s'assurera que les personnes étrangères n'aient pas libre accès à l'intérieur des aérogénérateurs, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison.

Les moyens mis en place pour maîtriser les accès seront les suivants :

- Fermeture à clé des portes d'accès aux aérogénérateurs et aux postes de livraison ;
- Gestion contrôlée des clés d'accès aux postes de livraisons et aux éoliennes (ces clés sont accessibles de manière sécurisée et uniquement par Valeco).

La probabilité d'occurrence de ces actes de malveillance réalisés par des personnes étrangères au constructeur retenu ou à VALECO est considérée comme très faible.

Ce paramètre ne sera cependant pas pris en compte dans la suite de l'étude en application de 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 cité ci-avant.

2.6. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT HUMAIN COMME FACTEUR D'AGRESSION

L'analyse de l'environnement humain du site :

- **Indique que le risque humain associé à l'activité agricole est présent en limite immédiate des aérogénérateurs.**
- **Écarte la possibilité d'atteintes du site par des installations classées nucléaires.**
- **Écarte la possibilité d'atteintes du site par des installations classées ICPE.**
- **Ne fait pas apparaître de sources d'agression potentielle industrielles pouvant impacter le site.**

3. ENVIRONNEMENT MATERIEL

L'analyse des activités environnantes aux alentours du projet doit faire apparaître les sources d'agression potentielles pouvant impacter le site.

3.1. VOIES DE COMMUNICATION

3.1.1. Les voies routières

Les principales voies routières sont généralement répertoriées en distinguant **3 catégories principales** :

- **Les grandes voies structurantes** ; selon le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012), une voie de communication est dite « structurante » lorsque sa fréquentation moyenne annuelle est supérieure à 2 000 véhicules par jour ;
- **Les voies mixtes**, qui assurent à la fois le transit à l'intérieur du tissu urbain et la desserte des quartiers ;
- **Les voies de desserte.**

Le passage de véhicules à proximité du futur parc éolien peut être la source des potentiels de dangers suivants :

- Collision de véhicules entre eux avec projection de débris et incendie/explosion de ces mêmes véhicules ;
- Sortie de route et collision contre un équipement du site situé en bordure de route ;
- Déversement ou fuite de produit transporté par un camion-citerne.

Les deux principaux axes de communication, situés dans un rayon de 500 mètres autour des éoliennes, sont :

- **La route départementale D934**, qui traverse le sud de l'aire d'étude immédiate selon un axe nord/ouest-sud/est. Cette route départementale structurante accueillait 10 811 véhicules par jour en moyenne en 2023 dont 11,8% de poids lourds (données provenant du site www.somme.fr).
- **La route départementale D34**, qui traverse l'aire d'étude immédiate dans sa partie nord, selon un axe nord-ouest/sud-est. Cette route départementale non structurante accueillait 1 938 véhicules par jour en moyenne en 2023, dont 8,2% de poids lourds (données provenant du site www.somme.fr).

A noter la présence également de **quelques chemins de service destinés à la desserte locale des parcelles agricoles environnantes**. Le risque principal proviendrait d'un éventuel accident sur les axes de communication les plus proches aboutissant à un incendie sur la zone.

Les principaux axes routiers à proximité du futur parc éolien, la distance et l'orientation de ces voies de circulation sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau 6.: Tableau des voies routières de circulation et trafic associé à proximité de la zone d'étude du futur parc éolien

	Orientation par rapport à l'aire d'étude immédiate	Distance à l'éolienne du parc la plus proche en mètres	Trafic routier associé (en véhicules en moyenne par jour)	Date des comptages	Poids lourds (%)
D934	Axe N-OS-S	445 m / E6	10 811	2023	11,8
D34	Axe NO-SE	195 m / E1	1 938	2023	8,2

Source : Conseil départemental de la Somme

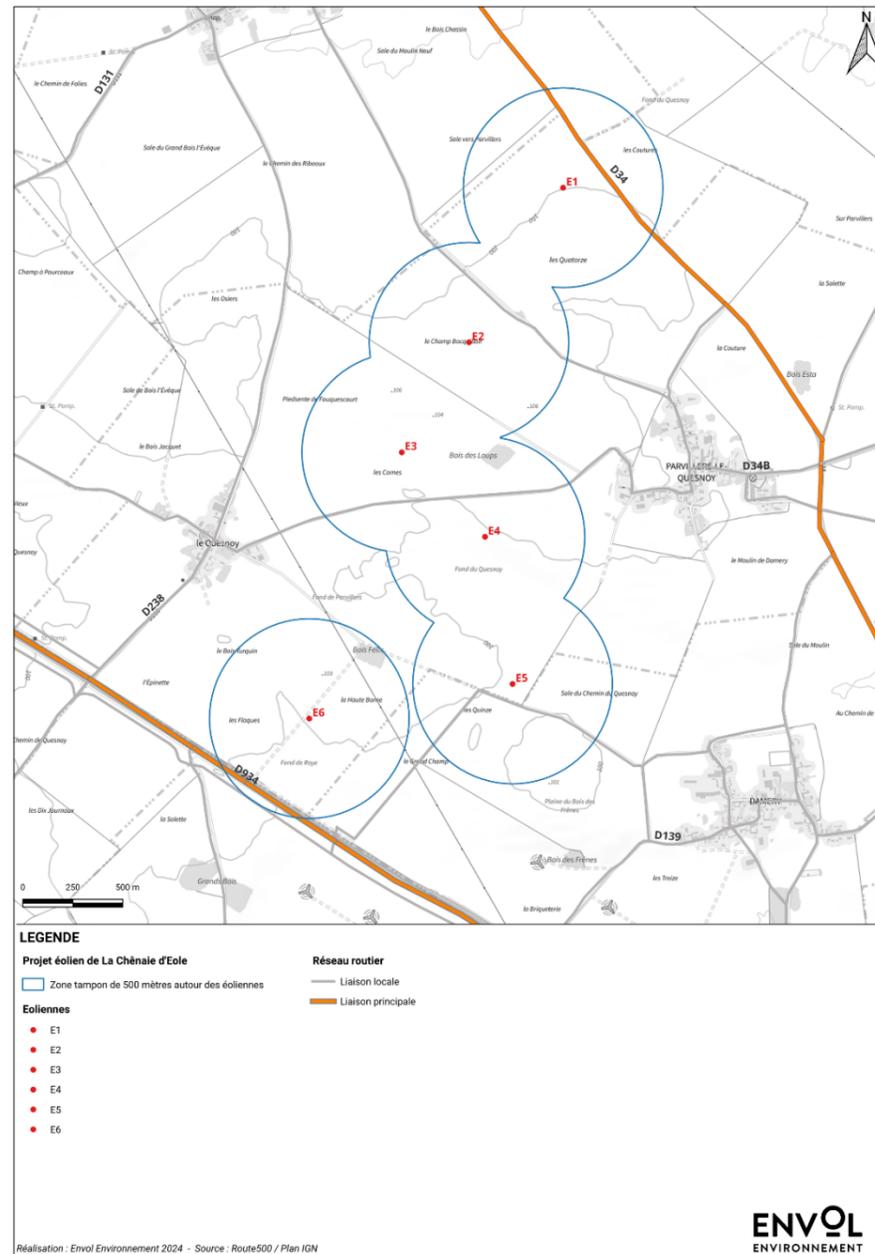
Les éoliennes du projet sont toutes localisées à plus de 75 mètres des routes départementales recensées dans les environs du projet et aucune autoroute ni route express n'est présente à moins de 100 mètres. Le Conseil départemental de la Somme prévoit dans son règlement de voirie, à l'article 99, que « *Le Département donnera un avis défavorable à l'implantation d'éolienne si le réseau routier départemental est touché par au moins un des périmètres définis dans l'étude de danger.* »

Les axes structurants (plus de 2 000 véhicules/jour) seront comptabilisés en fonction du nombre de personnes permanentes par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Les axes non structurants (moins de 2 000 véhicules/jour) seront comptabilisés dans la catégorie des « *terrains aménagés mais peu fréquentés* » dans la détermination des zones à enjeux.

Toutes les autres voies comprises dans l'aire d'étude, à savoir les chemins agricoles ou les routes communales, seront également prises en compte dans l'étude de dangers dans la catégorie des « *terrains aménagés mais peu fréquentés* » dans la détermination des zones à enjeux.

Figure 16.: Le réseau de transport routier à proximité des éoliennes du projet de la Chênaie d'Eole.



3.1.2. Les voies ferrées

Réseau Ferré de France (RFF) indique que les « lignes de chemin de fer doivent être traitées comme des habitations ».

Aucune voie SNCF n'est cependant relevée à proximité de l'aire d'étude.

Les voies ferrées sont suffisamment éloignées du parc pour qu'un sinistre y survenant ne puisse pas avoir des conséquences sur son intégrité.

3.1.3. Le réseau fluvial

Il n'existe pas de cours d'eaux considérés par l'Établissement public « Voies navigables de France (VNF) » comme une voie navigable ou dédiée au transport dans l'aire d'étude de 500 mètres.

La voie navigable la plus proche de la zone du projet correspond au Canal de la Somme qui est un canal latéral à la rivière de la Somme et qui relie Saint-Valéry-sur-Somme à Péronne, en région Picardie.

Aucune voie navigable n'est recensée aux alentours du site.

Des voies de communication ont été localisées dans un rayon de 500 mètres autour des éoliennes : une voie de communication structurante (D934) à 445 mètres de l'éolienne E6 et une voie de communication non structurante (RD34), à 200 mètres de l'éolienne E1. Des voies communales se situent également à proximité des éoliennes E2, E3, E4 et E5. Le risque d'accident dû à la circulation des véhicules sur ces voies ayant une influence sur le futur parc éolien doit donc être pris en compte, en raison de la distance des éoliennes aux voies majeures de circulation.

3.1.4. Le transport de matières dangereuses

Le risque de Transport de Matières Dangereuses (T.M.D.) est consécutif à un accident se produisant lors du transport de matières dangereuses par voie routière, ferroviaire, aérienne, par voie d'eau (maritime et les réseaux des cours d'eau et canaux) ou par canalisation. Il peut entraîner des conséquences graves pour la population, les biens et l'environnement.

Concernant la source d'agression potentielle relative au TMD, une étude de l'INERIS intitulée « *Élaboration d'un modèle d'évaluation quantitative des risques pour le Transport multimodal de Marchandises Dangereuses* » publiée en août 2003, précise les distances d'effets pour plusieurs scénarios accidentels susceptibles de survenir sur des citernes ferroviaires de TMD. Ces distances d'effets (présentées dans le tableau ci-après) sont considérées comme applicables également au TMD routier, où les capacités sont inférieures au TMD ferroviaire.

Tableau 7 : Distances d'effets pour plusieurs scénarios accidentels susceptibles de survenir sur des citernes ferroviaires de TMD

Produit	Phénomène	Distance aux effets dominos (m)	Distance aux effets létaux (m)	Distance aux effets irréversibles (m)
Non dangereux	Incendie faible	13	17	20
Non dangereux	Incendie violent	25	33	40
Supercarburant	Feu de nappe	35	50	65
Supercarburant	VCE ³	-	170	-
Chlore	Rejet	-	4 730	-
GPL	BLEVE ⁴	-	240	-
GPL	VCE	-	110	-
GPL	Feu torche	-	160	-
Ammoniac	Rejet	-	750	-

³ VCE : Vapour Cloud Explosion (Explosion d'un nuage de gaz)

Il est important de noter que les distances relatives aux effets dominos ne sont pas toujours disponibles et sont, en tout cas, plus petites que celles relatives aux effets létaux.

Le tableau suivant présente la comparaison de l'accidentologie du transport de produits chimiques (période 1998-2003).

Tableau 8 : Accidentologie du transport de produits chimiques (période 1998-2003).

Mode de transport	Nbre accidents graves/an	Mt transportées par an	Nb accidents graves par Mt transportée
Route	19	27	0,70
Fer	3,5	8,5	0,41
Mer	1,2	6,1	0,19
Fluvial	0,2	1,3	0,13
Canalisations	0,2	7,7	0,02

Source : UIC Moyennes sur la période 1998-2003

Selon le Dossier Départemental des Risques de la Somme, **la commune de Parvillers-le-Quesnoy est concernée par un risque de Transport de Matières Dangereuses (TMD) par canalisations de transport de gaz naturel et d'hydrocarbures.** Une canalisation a été relevée environ à 1,6 kilomètre à l'est des éoliennes E5 et E1 du projet éolien. GRT Gaz a informé la société VALECO que la distance minimale à respecter entre cette canalisation et une éolienne devait être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur, soit 400 mètres. La distance recommandé par GRT Gaz est de ce fait respectée.

Il convient de prêter attention aux événements accidentels susceptibles de rejeter des gaz toxiques. Les effets pourraient engendrer de façon indirecte des effets dominos si le personnel du site était impacté.

⁴ BLEVE : Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (Explosion de gaz en expansion provenant d'un liquide en ébullition)

De ce fait, au vu des distances d'éloignement entre les voies de communication et le parc projeté, le site (et son personnel) peut être directement impacté en cas des accidents suivants :

Tableau 9 : événements accidentels susceptibles de rejeter des gaz toxiques.

	Rejet de Chlore	Rejet d'ammoniac	Explosion GPL (BLEVE)	Explosion supercarburant (VCE)	Explosion GPL (Feu torche)	Explosion GPL (VCE)
Distance aux effets létaux (m) (rappel)	4 730	750	240	170	160	110
D934	X	X				
D34	X	X	X			
D329	X					
A1	X					
Canalisation	X					

Source : Guide technique de l'Ineris (2012)

Les installations du site peuvent être considérées comme exposées aux dangers liés au TMD par voies routières.

3.1.5. Le réseau aérien

La zone de dégagement légale de 5 kilomètres autour des aérodromes publics et privés est respectée. Il n'existe **aucun aérodrome ou aéroport** dans les limites de l'aire d'étude de 500 mètres autour des éoliennes.

La zone du projet se situe en dehors de toute servitude aéronautique de dégagement ou au contrainte aéronautique rédhitoire liée à la proximité immédiate d'un aérodrome civil, à la protection aérienne ou à la protection d'appareils de radionavigation.

D'après les observations de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) et les diverses études menées sur les risques de chute d'avion sur les centrales nucléaires (SFEN-EDF), en cas d'incident, un aéronef est en général manœuvrable et le pilote cherchera dans la mesure du possible à diriger l'appareil vers une zone non peuplée.

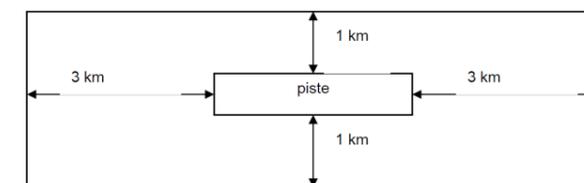
La probabilité estimée de chutes d'avions est de 10^{-5} à 10^{-7} par an, sur un site situé à proximité⁵ d'un aéroport ou aérodrome. Le site n'est donc pas proche d'un aéroport au sens de la DGAC.

Compte tenu de ces éléments, le risque de chute d'aéronefs sur le futur parc éolien peut être qualifié d'extrêmement peu probable et ne sera pas retenu.

3.2. RESEAUX PUBLICS ET PRIVES

3.2.1. Les lignes de transport d'énergie électrique

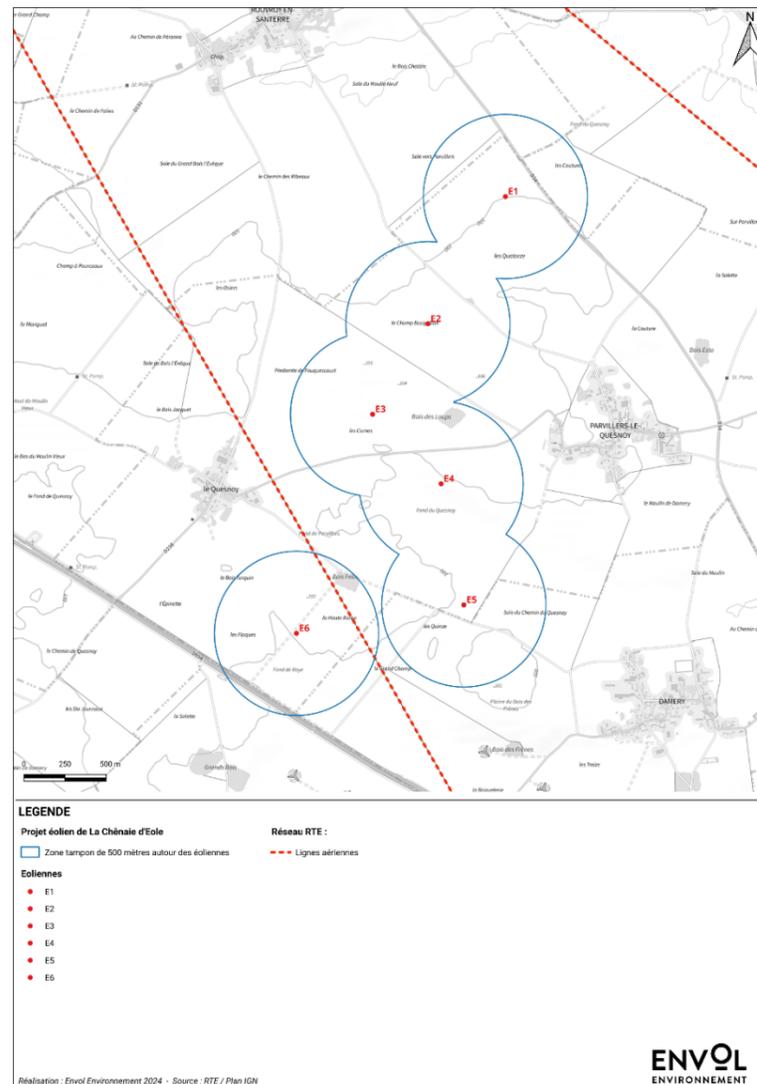
Le gestionnaire des réseaux français (le Réseau de Transport d'électricité, RTE) conseille de laisser un périmètre autour des lignes à haute tension au moins égal à une hauteur de l'éolienne en bout de pale, majoré d'une distance de garde, afin de limiter les conséquences graves d'une chute ou de la protection de matériaux pour la sécurité des personnes et des biens.



⁵ définie par la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) comme suit :

Deux lignes électriques ont été identifiées à proximité des éoliennes. L'une d'elle est localisée à 342 mètres de l'éolienne E6.

Figure 17 : Lignes électriques à proximité des éoliennes du projet



Une ligne électrique se trouve dans le rayon de 500 mètres autour des mâts des éoliennes. Le réseau de transport d'électricité existant (lignes haute et très haute tension), ainsi que les ouvrages (lignes, postes électriques) ayant obtenu une déclaration d'utilité publique (DUP) sont cependant suffisamment éloignés du futur parc éolien pour éviter qu'un sinistre y survenant puisse avoir des conséquences.

3.2.2. Les canalisations de Transport de Matières Dangereuses (T.M.D.)

Il existe 50 200 km de canalisations utilisables comme moyen de Transport de Matières Dangereuses (TMD) en France répartis ainsi :

- 73% pour le gaz naturel.
- 19% pour les produits pétroliers (pétrole brut et produits raffinés).
- 8% pour les produits chimiques (éthylène, oxygène, azote, hydrogène, ...).

La plus grande partie de ces canalisations est enterrée, à l'exception des organes nécessaires à leur exploitation (postes de pompage, de compression, de détente, de sectionnement, d'interconnexion). Les réseaux vieillissent : moyenne d'âge 29 ans en 2006 (26 ans pour les réseaux de transport de gaz) et l'urbanisation a beaucoup progressé au voisinage de certaines canalisations, augmentant le nombre de personnes exposées.

Bien qu'ils soient rares, les accidents sur les canalisations peuvent être très graves (cf. Ghislenghien en Belgique le 30 juillet 2004, et en France : Rosteig le 28 juillet 1989, Villepinte le 5 octobre 1985).

Les accidents liés aux canalisations de transport consistent nécessairement en une perte de confinement qui peut avoir comme cause :

- L'agression physique de l'ouvrage, notamment lors de travaux de tiers (cas le plus fréquent).
- Des risques particuliers locaux (glissement de terrain, vides souterrains, séisme, etc.).
- Corrosion, érosion mécanique extérieure, défaut de construction à l'origine de brèches de faibles diamètres.

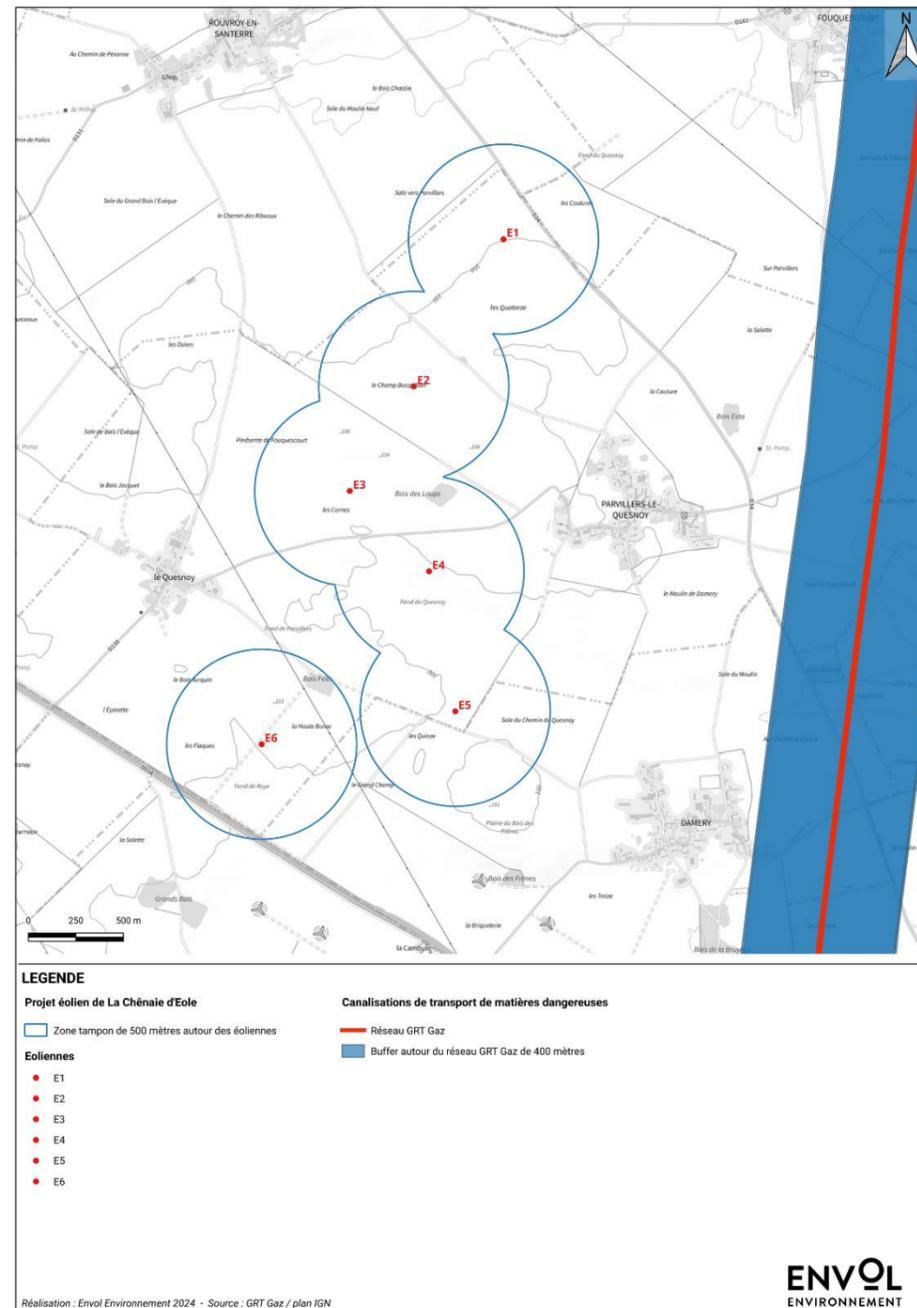
Les conséquences envisageables de telles atteintes aux ouvrages de transport sont la rupture complète de l'ouvrage ou la formation de brèches de divers diamètres.

GRT Gaz a informé la société VALECO, en date du 28 août 2023, que le projet éolien était situé à proximité de deux ouvrages de transport de gaz naturel haute pression.

La distance minimale à respecter entre ces canalisations et une éolienne doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur, soit 399 mètres dans le cadre du présent projet

La canalisation de gaz la plus proche se situe à environ à 1,6 kilomètres à l'est des éoliennes E1 et E5.

Figure.18.: Canalisations de gaz à proximité des éoliennes du projet éolien



La distance minimale entre les canalisations de gaz et les éoliennes est supérieure à 2 fois la hauteur totale des aérogénérateurs (200 mètres) et respecte par conséquent les règles d'éloignement de GRT Gaz.

3.2.3. Les servitudes radioélectriques et de télécommunication

La transmission des ondes télévisuelles, radiophoniques et téléphoniques se fait à travers des faisceaux hertziens depuis des installations radioélectriques. Autour des stations et centres radioélectriques et des faisceaux hertziens, il existe des servitudes de dégagement contre les obstacles.

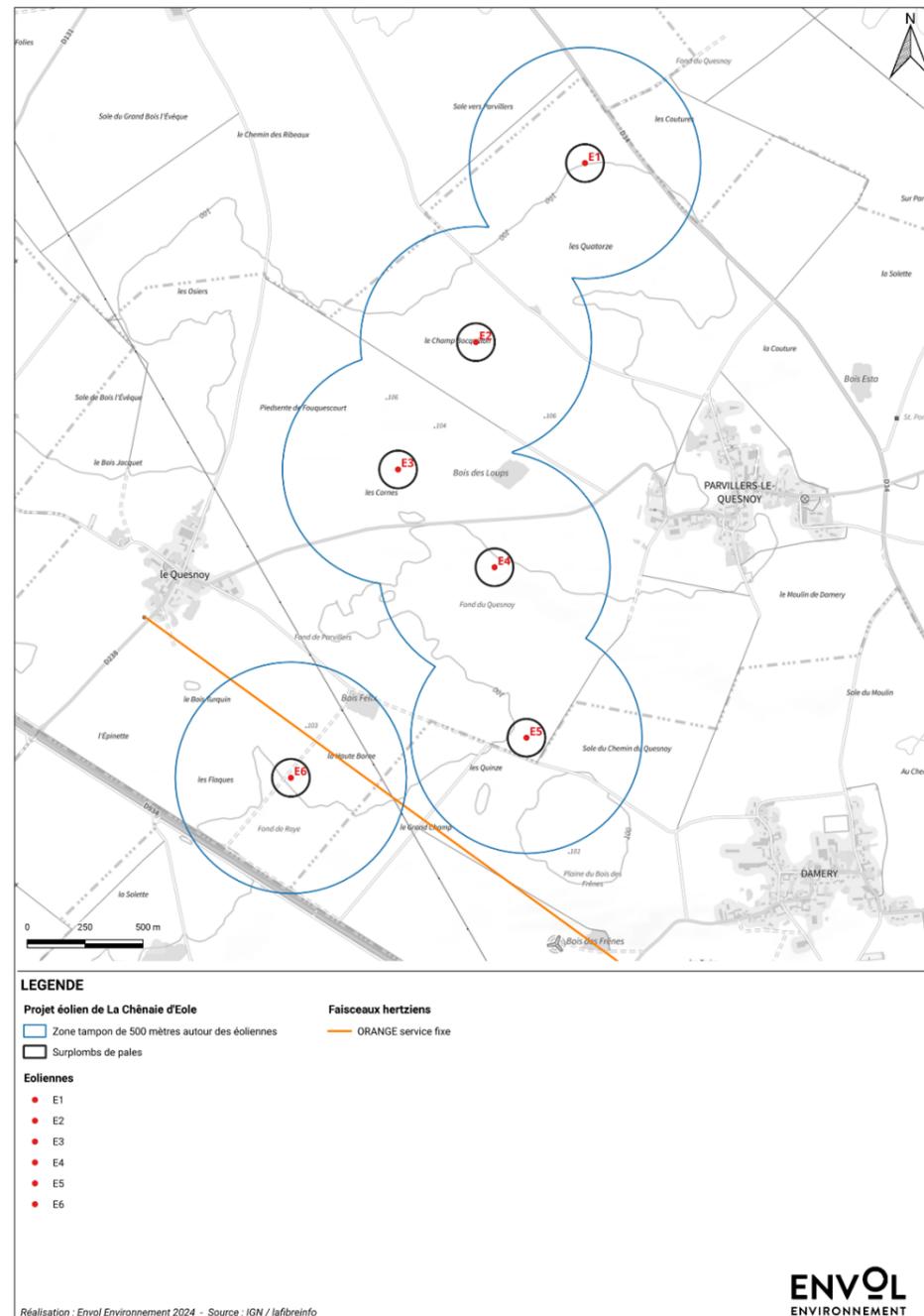
Un faisceau hertzien a été identifié dans un rayon de 500 mètres autour des éoliennes. En effet, un faisceau hertzien Orange se situe à 110 mètres de l'éolienne E6. La société Orange a cependant informé la société VALECO, par courriel en date du 23 juin 2023, que le développement du projet éolien de la Chênaie d'Eole n'impactera à priori pas les réseaux de transmission Orange,

La société Orange a également informé la société VALECO, par courriel en date du 29 août 2023, qu'**une distance de 15 mètres de part et d'autre de la liaison hertzienne (et plus précisément entre l'axe de la liaison FH et l'extrémité de l'une des pales de l'éolienne, et non pas le mât de celle-ci) devrait être respectée** afin de ne pas perturber la transmission des faisceaux.

D'autre part, la société SFR a confirmé à la société VALECO, par courriel en date du 16 septembre 2021, que le développement du projet éolien n'impactera à priori pas le réseau de transmission SFR, puisque le faisceau le plus proche est situé à plus de 4,1 kilomètres de l'éolienne E1.

Dans l'éventualité où une éolienne aurait cependant un impact sur la transmission du signal, la société VALECO s'engagerait à trouver une solution technique qui passera par une convention signée à titre privé avec l'opérateur.

Figure 19.: Faisceaux hertziens présents à proximité des aérogénérateurs.



3.3. AUTRES OUVRAGES PUBLICS

▪ Captage d'eau

Les lois sur l'Eau du 3 janvier 1992 et du 31 décembre 2006 imposent la mise en place d'un périmètre de protection pour chaque captage destiné à la consommation humaine, pour empêcher les pollutions des eaux captées et limiter le risque de pollutions accidentelles.

Trois périmètres de captage sont ainsi définies dans le Code de la santé publique (article L. 1321-2) : le périmètre de protection immédiate, dans lequel toute activité à risque y est interdite, le périmètre de protection rapprochée qui accepte des activités sans risques pour la ressource et le captage, ou des activités diminuant le risque de pollution et le périmètre de protection éloignée, facultatif (en France).

Les captages ayant fait l'objet d'une Déclaration d'Utilité Publique (DUP) possèdent par cette déclaration un périmètre ayant une valeur juridique renforcée ; il s'agira dans ce cas d'une servitude.

L'Agence Régionale de la Santé Hauts-de-France a informé la société VALECO par courriel en date du 31/05/2022 qu'il n'existait pas de captage sur la commune de Parvillers-le-Quesnoy.

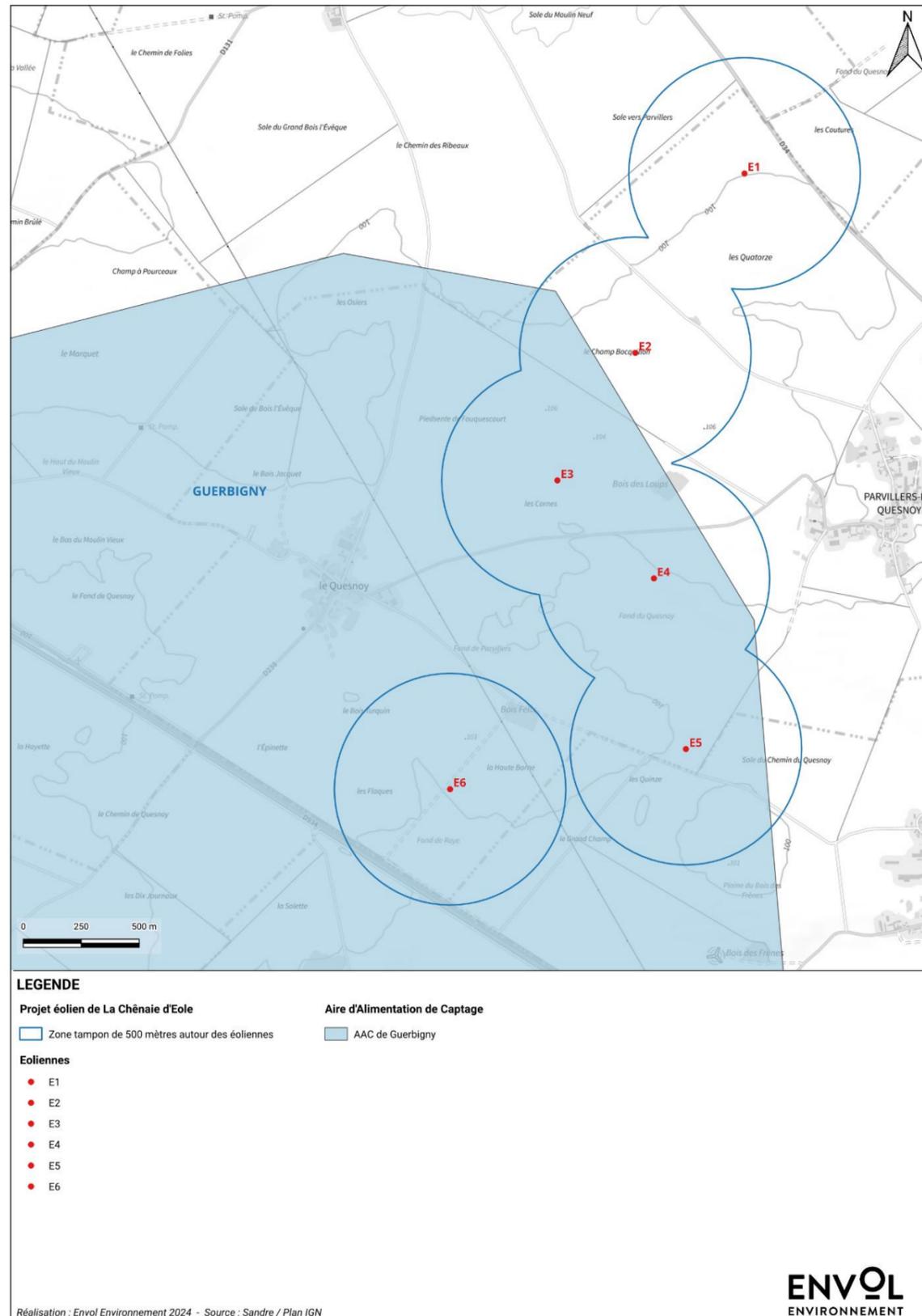
Il existe cependant une **Aire d'Alimentation de Captage d'eau potable** : « l'AAC Guerbigny ». Cette aire d'alimentation ne possède pas de protection réglementaire l'assimilant à une servitude et n'est pas considérée comme une zone vulnérable de captages prioritaire. L'implantation d'un parc éolien ne semble donc pas incompatible. Néanmoins, cela reste un enjeu à prendre en compte lors de l'élaboration de l'implantation ainsi que des mesures à mettre en place pour protéger l'environnement.

Concernant d'autres types d'ouvrages publics, Il en n'existe aucun dans la zone d'étude (barrages, digues, châteaux d'eau, bassins de rétention etc.).

La zone d'implantation du projet est localisée dans une aire d'alimentation de captage. La présence de cette zone sensible n'est pas incompatible avec l'implantation d'un parc éolien. Néanmoins des précautions seront à prendre afin de ne pas porter atteinte à l'aire d'alimentation de captage

Compte tenu de la distance entre la pale de l'éolienne et les faisceaux hertziens identifiés à proximité du projet, le projet ne portera nullement atteinte aux faisceaux hertziens situés à proximité des éoliennes.

Figure 20 : Plans de situation du périmètre de protection du captage d'eau à proximité des éoliennes



3.4. RADARS

3.4.1. Réglementation sur les distances d'éloignement et de protection par rapport au fonctionnement des radars (Article 4 de l'arrêté du 26 août 2011, tel que modifié par l'Arrêté du 22 juin 2020 et par l'Arrêté du 10 décembre 2021).

Distances d'éloignement/distance de protection concernant les radars de fréquence C, S et X.

L'Article 4 de l'arrêté du 26 août 2011, tel que modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 et par l'arrêté du 10 décembre 2021 introduit, outre les distances d'éloignement, des distances de protection en ce qui concerne les radars de fréquence C, S et X.

« Art. 4.- L'installation est implantée de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars utilisés dans le cadre des missions de sécurité météorologique des personnes et des biens et de sécurité à la navigation maritime et fluviale. En outre, les perturbations générées par l'installation ne remettent pas en cause de manière significative les capacités de fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité à la navigation aérienne civile et les missions de sécurité militaire.

« Art. 4-1.-I.- Afin de satisfaire au premier alinéa du présent article, pour les aspects de sécurité météorologique des personnes et des biens, les distances minimales d'éloignement prévues par le point 12° d de l'article D. 181-15-2 du Code de l'environnement sont fixées dans le tableau I. »

TABLEAU I

	Distance minimale d'éloignement en km
Radar de bande de fréquence C	20
Radar de bande de fréquence S	30
Radar de bande de fréquence X	10

S'agissant des distances d'éloignement, il convient de souligner que l'accord écrit du ministère en charge de l'aviation civile, de l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens ou de l'autorité portuaire en charge de l'exploitation du radar, ne dispense plus du respect de ces distances.

« IV.- En application du point 4 de l'article R. 181-32 du Code de l'environnement, l'avis conforme de l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens est requis lorsque l'implantation d'un aérogénérateur est inférieure aux **distances de protection** fixées dans le tableau II. Le cas échéant, cet établissement public demande des compléments à l'étude des impacts cumulés prévue par le point II du présent article.

TABLEAU II

	Distance de protection en kilomètres
Radars de bande de fréquence C	5
Radars de bande de fréquence S	10
Radars de bande de fréquence X	4

S'agissant des distances de protection, conformément à l'article R. 181-32 du Code de l'environnement, l'avis conforme de l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens, est requis lorsque l'implantation d'un aérogénérateur est inférieure aux distances minimales de protection fixées au tableau II prévu à l'article 4 modifié de l'arrêté du 26 août 2011.

Distances minimales d'éloignement avec les radars portuaires et les radars de centre régional de surveillance et de sauvetage.

« Pour les aspects de la sécurité de la navigation maritime et fluviale, les aérogénérateurs sont implantés dans le respect des distances minimales d'éloignement indiquées dans le tableau III ci-dessous sauf si l'exploitant dispose de l'accord écrit de de l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité de la navigation maritime et fluviale ».

TABLEAU III

	Distance minimale d'éloignement en kilomètres
Radars portuaires	20
Radars de centre régional de surveillance et de sauvetage	10

Précisions sur le contenu et la réalisation de l'étude des impacts cumulés (Article 4.1. II de l'arrêté du 26 août 2011, tel que modifié par l'Arrêté du 22 juin 2020 et par l'Arrêté du 10 décembre 2021.)

Le contenu.

L'article D. 181-15-2 du Code de l'environnement prévoit que lorsque l'implantation des aérogénérateurs est prévue à l'intérieur de la surface définie par la distance minimale d'éloignement précisée par arrêté du ministre chargé des installations classées, le dossier de demande d'autorisation doit être accompagné d'une étude des impacts cumulés sur les risques de perturbations des radars météorologiques par les aérogénérateurs implantés en deçà de cette distance.

« Art. 4-1.-II : L'étude des impacts cumulés, prévue par le point 12° d de l'article D. 181-15-2 du Code de l'environnement, justifie du respect :

-d'une occultation maximale, à tout moment, de 10 % de la surface du faisceau radar par un ou plusieurs aérogénérateurs ;

-d'une longueur maximale de 10 km de la zone d'impact de l'installation ;

-d'une inter-distance minimale de 10 km entre la zone d'impact de l'installation et les zones d'impacts des autres parcs ;

-d'une inter-distance minimale de 10 km entre la zone d'impact de l'installation et les sites sensibles constitués des installations nucléaires de base et des installations mentionnées à l'article L. 515-8 du Code de l'environnement jusqu'au 31 mai 2015 ou à l'article L. 515-36 du Code de l'environnement à partir du 1er juin 2015.

Dans le cas où l'étude des impacts cumulés montre que la zone d'impact globale n'est pas modifiée, le respect du seul critère d'occultation maximale mentionné ci-dessus est suffisant.

La réalisation de l'étude des impacts cumulés :

Elle peut être réalisée selon une méthode reconnue par décision du ministre chargé des installations classées pour la protection de l'environnement. A défaut, le préfet consulte pour avis l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens dans le cadre de la procédure de consultation prévue par l'article D. 181-17-1 du Code de l'environnement.

La reconnaissance d'une méthode de modélisation des perturbations générées par les aérogénérateurs sur les radars météorologiques, prévue au point II du présent article, ainsi que des organismes compétents pour la mettre en œuvre est conditionnée par la fourniture au ministre chargé des installations classées pour la protection de l'environnement :

-d'une présentation de la méthode de modélisation ;

-d'une justification de la compétence du ou des organismes chargés de mettre en œuvre cette méthode de modélisation ;

-de la comparaison entre les perturbations réellement observées et les résultats issus de la modélisation effectuée sur la base d'un ou de plusieurs parcs éoliens implantés dans les distances d'éloignements d'un radar météorologique telles que définies dans le tableau I.

Le choix de ces parcs fait l'objet d'un accord préalable du ministre chargé des installations classées pour la protection de l'environnement après consultation par ce dernier de l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens.

Sur la base des éléments fournis, le ministre chargé des installations classées pour la protection de l'environnement consulte l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens.

La reconnaissance d'une méthode de modélisation et des organismes compétents pour la mettre en œuvre fait l'objet d'une décision du ministre chargé des installations classées pour la protection de l'environnement.

3.4.2. Distances aux radars dans le cadre du projet éolien de la Chênaie d'Eole

L'arrêté ministériel du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 (article 5) puis par l'arrêté du 10 décembre 2021, précise les conditions d'implantation des installations, de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars, et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens.

A cette fin, les aérogénérateurs sont implantés dans le respect des distances minimales d'éloignement réglementaires, sauf si l'exploitant dispose de l'accord écrit du ministère en charge de l'aviation civile (DGAC), de l'établissement public chargé des missions de l'État en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens (METEO-FRANCE) ou de l'autorité portuaire en charge de l'exploitation du radar (CETMEF).

Depuis une instruction du ministère des Armées du 16 juin 2021, l'implantation d'éoliennes entre 30 et 70 km autour d'un radar militaire devait faire l'objet d'un avis conforme de ses services. Autrement dit, d'une autorisation. Cette contrainte vient de tomber puisque le directeur de la Circulation aérienne militaire a abrogé ce texte par une nouvelle instruction en date du 2 juin 2022.

La Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) a informé par courriel la société VALECO en date du 5 juin 2023 que **le projet se situait en dehors des zones intéressées par des servitudes aéronautiques de dégagement et radioélectriques associées à des installations de l'aviation civile.**

Également, la DSAE (sous-direction de la circulation aérienne militaire Nord) a informé la société VALECO par courriel en date du 15 juillet 2021 que **le projet se situait dans la zone des soixante-dix kilomètres du radar des armées de Doullens-Lucheux. Cette contrainte n'est plus applicable puisque le directeur de la Circulation aérienne militaire a abrogé ce texte par une nouvelle instruction en date du 2 juin 2022.**

Cependant, lors du dépôt de la demande d'autorisation environnementale, celle-ci devra être incrémentée dans le polygone étudié et la hauteur des éoliennes ne devra pas être supérieure à 200 mètres, bout de pale à la verticale. Tout changement entrainera une nouvelle étude radar qui sera alors établie en conformité avec les nouveaux critères de 2021.

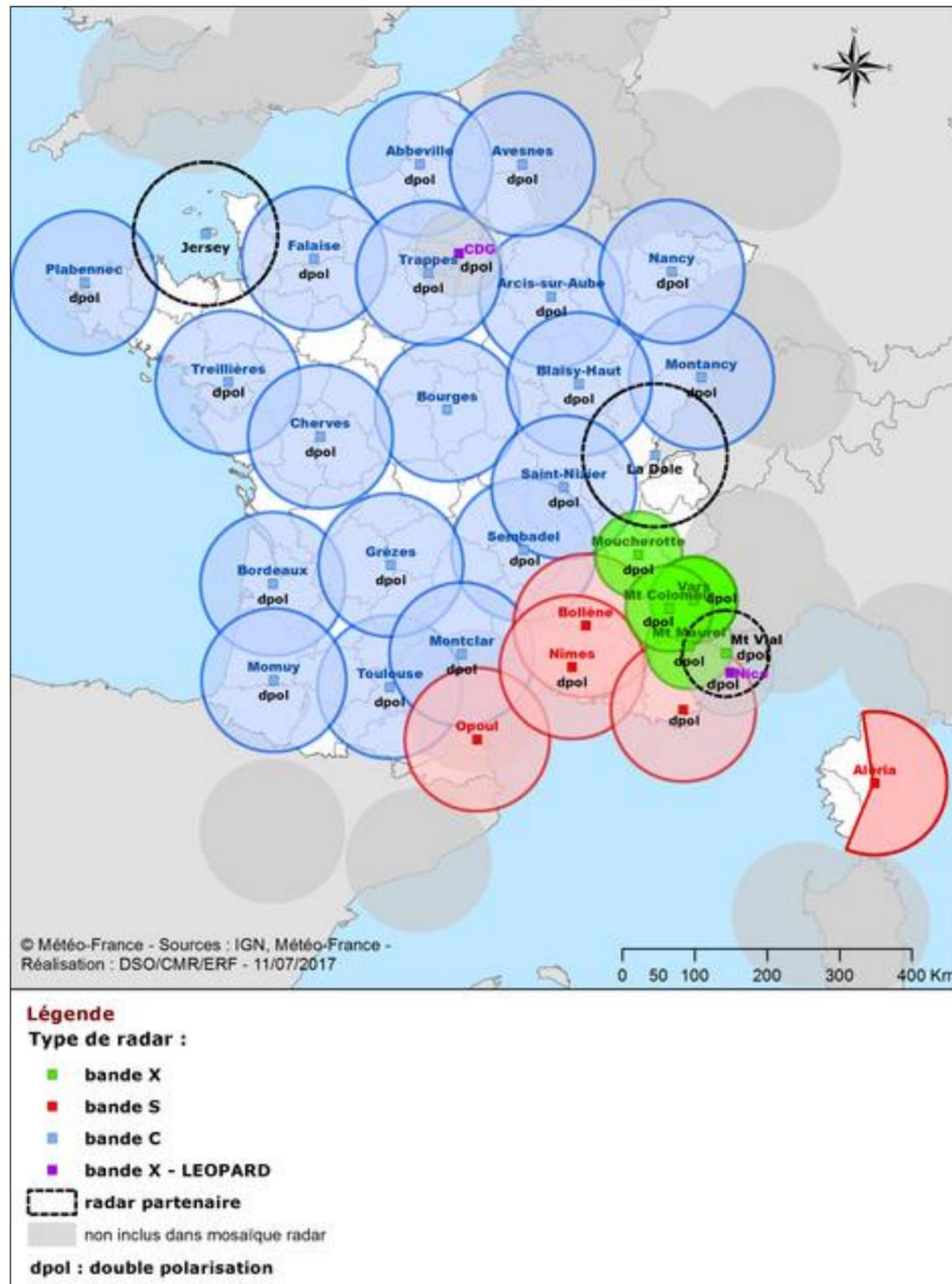
La Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) a informé par courriel la société VALECO en date du 5 juin 2023 que **le projet ne perturbait pas le fonctionnement des radars et les systèmes d'aide à la navigation aérienne (VOR) et n'est pas gênant au regard des procédures de circulation aériennes publiées.**

D'autre part, **METEO France** a informé la société VALECO, par courrier du 24 mai 2022, que **le radar le plus proche utilisé, dans le cadre des missions de sécurité météorologique des personnes et des biens, se situait à 75,18 km à Abbeville.** Cette distance est supérieure à la distance minimale d'éloignement (20 km pour un radar de bande C). Aucune contrainte réglementaire spécifique ne pèse de ce fait sur ce projet éolien au regard des radars météorologiques.

Tableau 10 : Distance aux radars pour les projets éoliens.

Infrastructure	Périmètre (distance mesurée à partir de la base du mât de chaque aérogénérateur)	Distance de protection en kilomètres	Radar le plus proche (km)
Radars météorologiques			
Radar de bande de fréquence C	20km	5km	75,18
Radar de bande de fréquence S	30km	10km	621
Radar de bande de fréquence X	10km	4km	80

Figure 21.: Les radars météorologiques en France. (Juillet 2017).



3.5. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DES ACTIVITÉS ENVIRONNANTES COMME FACTEUR D'AGRESSION

L'analyse des activités externes environnant le futur parc éolien fait apparaître qu'il existe des sources d'agression potentielle pouvant impacter les éoliennes, à savoir :

- L'activité agricole au sein même de certaines parcelles en pied d'éolienne.
- La présence d'une voie de communication structurante localisée à 445 mètres de l'éolienne E6 et d'une voie de communication non structurante localisée à 200 mètres de l'éolienne E1. Toutes les autres voies comprises dans l'aire d'étude, à savoir les chemins agricoles ou les routes communales, sont également prises en compte dans l'étude de dangers dans la catégorie des « terrains aménagés mais peu fréquentés » dans la détermination des zones à enjeux.

L'analyse de l'environnement matériel du site indique que :

- Les voies ferrées et navigables sont suffisamment éloignées du parc pour qu'un sinistre y survenant ne puisse pas avoir de conséquences sur son intégrité.
- Le projet éolien de la Chênaie d'Eole n'est pas directement concernée par la servitude de réseaux de transport d'énergie.
- Le projet ne portera nullement atteinte aux faisceaux hertziens situés à proximité des éoliennes.
- Le projet se situe dans une Aire d'Alimentation de Captage, l'AAC Guerbigny.
- Le projet se situe en dehors des zones intéressées par des servitudes aéronautiques et radioélectriques associées à des installations de l'aviation civile.
- Le projet se situe au-delà de 30 kilomètres du radar des armées (Doullens-Lucheux) et hors des zones réglementées concernant les radars météorologiques.
- La distance minimale entre la canalisation de gaz et les éoliennes est supérieure à 2 fois la hauteur totale des aérogénérateurs (199,5 mètres) et respecte par conséquent les règles d'éloignement de GRT Gaz.

4. CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

Il est précisé dans le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012), que l'étude de dangers s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Cependant, les biens, infrastructures et autres établissements peuvent constituer des enjeux à protéger par rapport à l'installation. De ce fait, ceux présents dans la zone d'étude sont pris en compte.

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers :

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers :

Terrains non bâtis

- **Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés** (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : 1 personne par tranche de 100 ha.
- **Pour les terrains aménagés mais peu fréquentés** (voies de circulation non structurantes⁶, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : 1 personne par tranche de 10 hectares (**base d'une largeur maximale de route de 10 mètres**).
- **Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés** (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...)) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.
- **Pour les voies de circulation structurantes** : on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour (**base d'une largeur maximale de route de 25 mètres**).

Voies de circulation

Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes qui ne sont pas déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installations (en tant qu'habitation, commerce, etc.) situées dans la même zone d'effets, les temps de séjours en zone exposée étant généralement très supérieur aux temps de trajets.

⁶ Pour rappel, une route est définie comme « structurante » dans le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012) lorsque sa fréquentation moyenne annuelle est supérieure à 2 000 véhicules/jour.

Il en est de même des commerces de proximité, écoles (1), mairies... majoritairement fréquentées par des personnes habitant la zone considérée.

Voies de circulation automobiles

Dans le cas général, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour. Exemple : 20 000 véhicules/jour sur une zone de 500 m = $0,4 \times 0,5 \times 20\ 000/100 = 40$ personnes.

Tableau 11 : Nombre de personnes exposées sur les voies de communication structurantes en fonction du trafic routier.

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

Voies ferroviaires

La circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers précise que, pour les trains de voyageurs, il faut compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par km et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie.

Voies navigables

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

Chemins et voies piétonnes

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Pour les chemins de promenade, de randonnée : compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

Le nombre de personnes et les surfaces ou longueurs associés à chaque secteur est repris dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Récapitulatif des enjeux sous influence des effets potentiels des phénomènes dangereux dans un rayon de 500 mètres autour des aérogénérateurs.

	Terrains non bâtis					
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : champs, prairies, friches		Terrains aménagés mais très peu fréquentés : chemins ruraux et d'exploitations, routes non structurantes		Routes structurantes	
	Surface (ha) délimitée par un rayon de 500 m autour de chaque éolienne	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les Terrains non aménagés et très peu fréquentés, présents dans un rayon de 500 m autour de chaque éolienne	Surface (ha) délimitée par un rayon de 500 m autour de chaque éolienne	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les Terrains aménagés mais très peu fréquentés, présents dans un rayon de 500 m autour de chaque éolienne	Surface (ha) délimitée par un rayon de 500 m autour de chaque éolienne	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les routes structurantes localisées dans un rayon de 500 m autour de chaque éolienne
E1	76.742	0.767	1,798	0.180	0	0
E2	76,21	0,762	2,33	0,233	0	0
E3	76,13	0,761	2,41	0,241	0	0
E4	76,592	0,766	1,948	0,195	0	0
E5	76,328	0,763	2,212	0,221	0	0
E6	75,705	0,757	1,455	0,146	1,38	23,85

La surface de l'étude se situe dans un rayon de 500 mètres autour de chaque éolienne, et sera donc :

$$\text{Surface autour d'une éolienne : } \pi R^2 = \pi \times 500^2 = 78,54 \text{ Ha}$$

Exemple de calcul pour l'éolienne E1 :

Il a été comptabilisé 1 483 mètres de **terrains aménagés mais peu fréquentés** dans un rayon de 500 mètres autour de l'éolienne. En prenant en compte 10 mètres de largeur :

$$(1483 \times 10) / 10000 = 1,483 \text{ ha}$$

Auxquels il faut ajouter la surface de la plate-forme de montage, estimée au maximum à **0,315 ha**.

Au total, cela donne 1,798 ha de terrains aménagés mais peu fréquentés.

Pour le calcul des **terrains non aménagés et très peu fréquentés** :

$$((\pi \times 500 \times 500) / 10000) - 1,798 = 76,742 \text{ ha}$$

A noter l'absence, dans le secteur de l'aire d'étude de 500 mètres de logement, d'établissement recevant du public, de zone d'activité et de routes structurantes.

Le nombre total de personnes potentiellement impactées pour chaque éolienne est repris dans le tableau en page suivante.

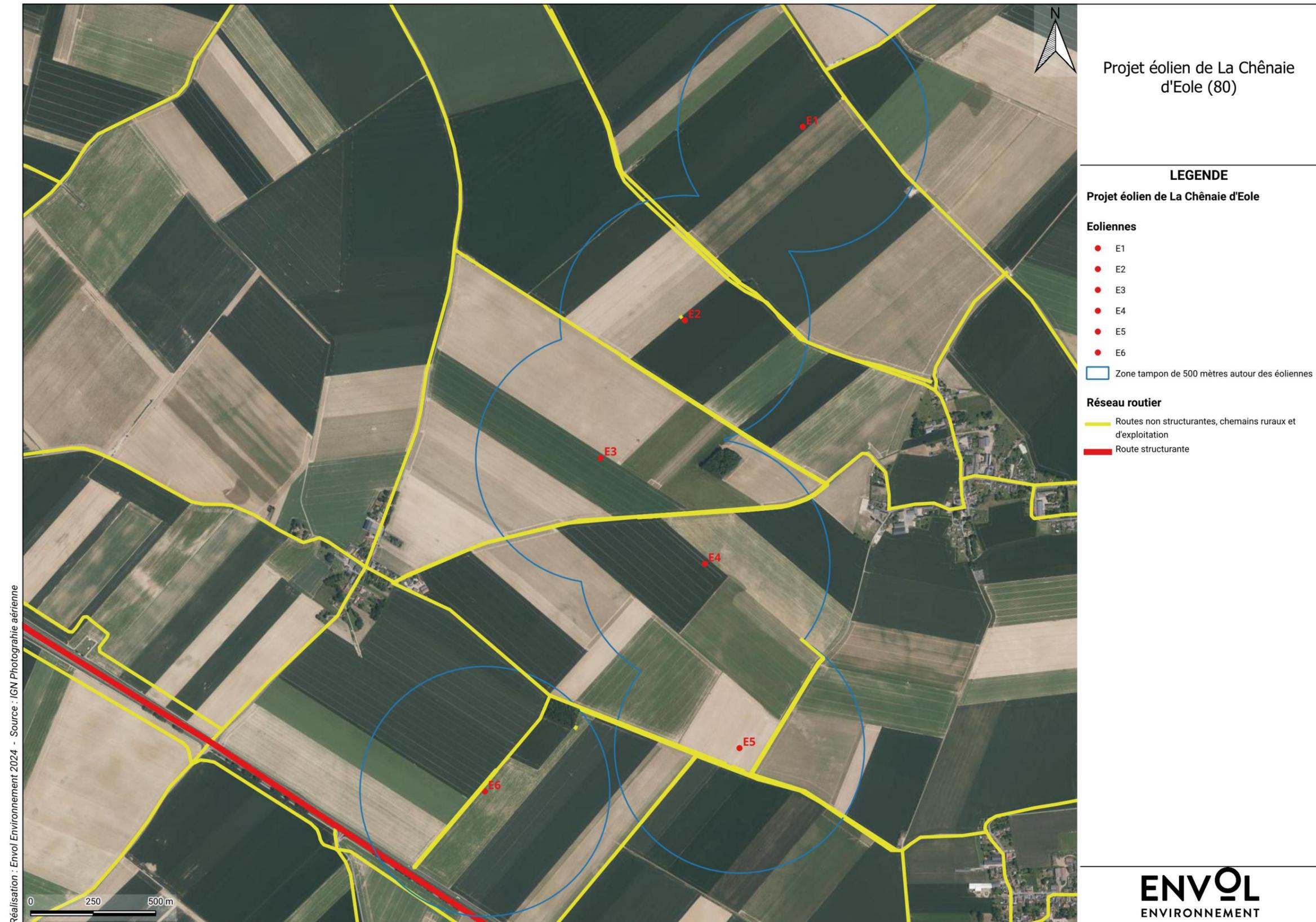
Tableau 13 : Nombre de personnes potentiellement impactées dans un rayon de 500 mètres autour de chaque éolienne

	Terrains non bâtis			Nombre total de personnes potentiellement impactées
	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les terrains non aménagés et très peu fréquentés : champs, prairies, friches	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les terrains aménagés mais très peu fréquentés : chemins ruraux et d'exploitations, routes non structurantes	Routes structurantes	
E1	0,767	0,180	0	0,947
E2	0,762	0,233	0	0,995
E3	0,761	0,241	0	1,002
E4	0,766	0,195	0	0,961
E5	0,763	0,221	0	0,984
E6	0,757	0,146	23,85	24,753

Le plan en page suivante présente l'ensemble des enjeux à protéger dans la zone d'étude de 500 mètres autour de chaque aérogénérateur du futur parc éolien :

- Les enjeux humains exposés par secteur : champs, routes, habitations ;
- La localisation des biens, infrastructures et autres établissements.

Figure 22.: Plan de localisation des enjeux à proximité des éoliennes



DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION
2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION
3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

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

1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

1.1. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

1.1.1. Généralités

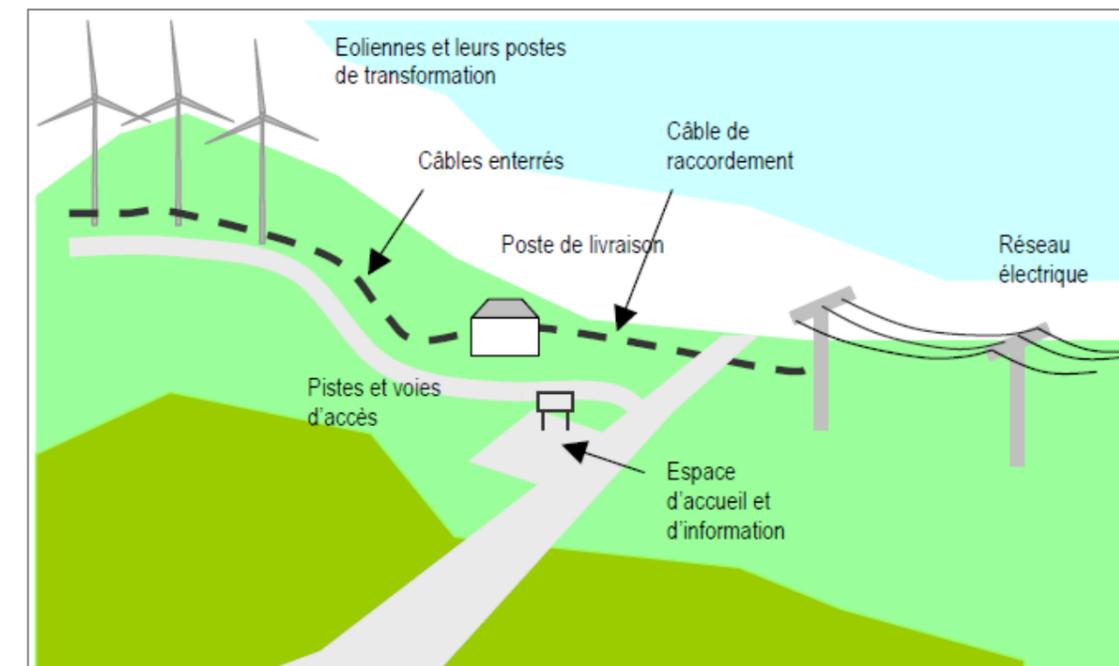
Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes :

- **Plusieurs éoliennes** fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « 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.**
- **Des éléments annexes** type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

Il existe deux types d'éoliennes : l'éolienne à axe horizontal et l'éolienne à axe vertical (très rarement utilisée).

Le schéma ci-après illustre le fonctionnement d'un parc éolien et la distribution électrique sur le réseau.

Figure.23.: Schéma descriptif d'un parc éolien terrestre (rapports d'échelle non représentatifs).



Source : guide éolien version 2010

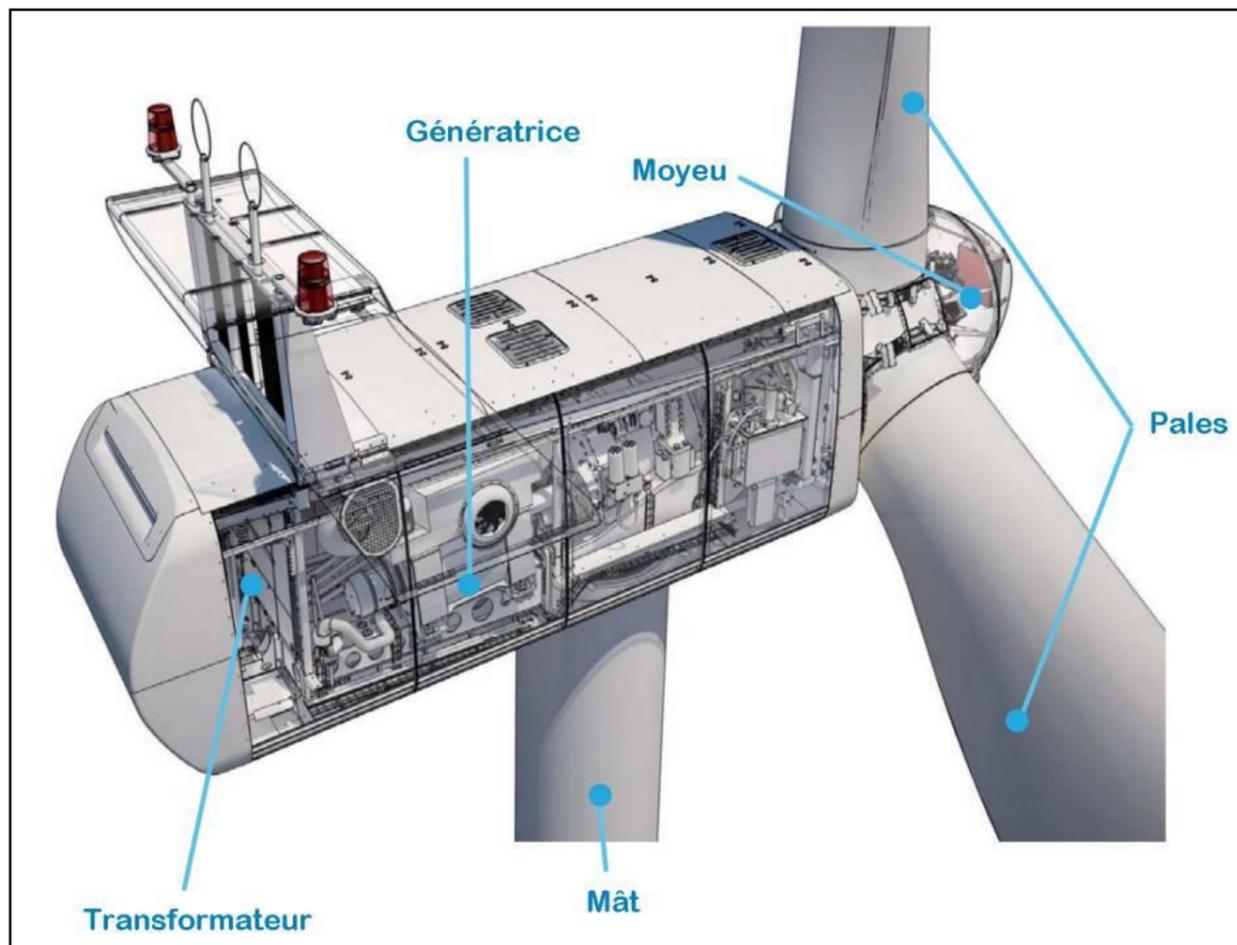
1.1.2. Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) 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 :

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

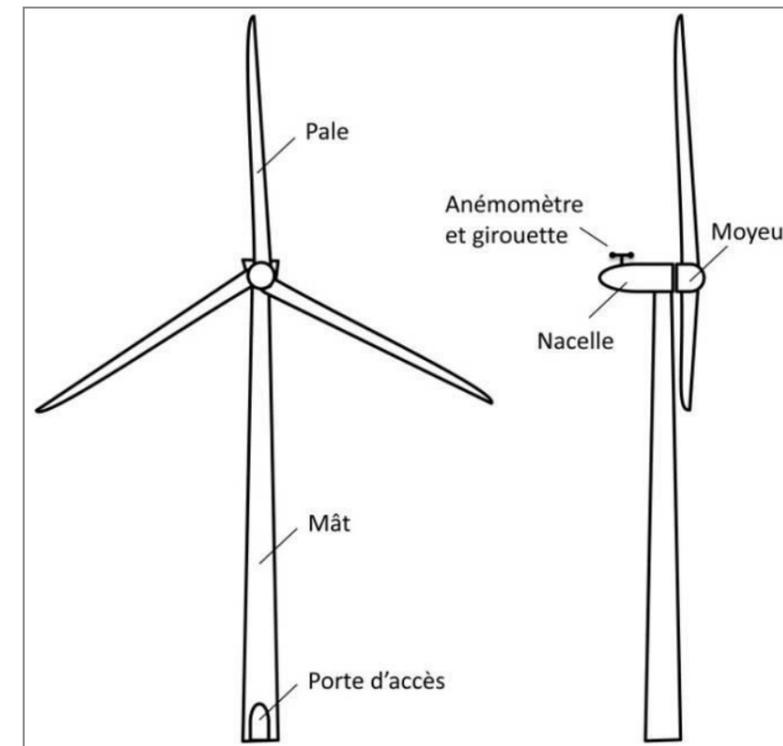
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - Le générateur qui transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique.
 - Le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas).
 - Le système de freinage mécanique.
 - Le système d'orientation de la nacelle qui place le 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 aérienne.

Figure 24 : Schéma de la nacelle de l'éolienne.



Source : Guide technique de l'Ineris (2012)

Figure 25 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur.



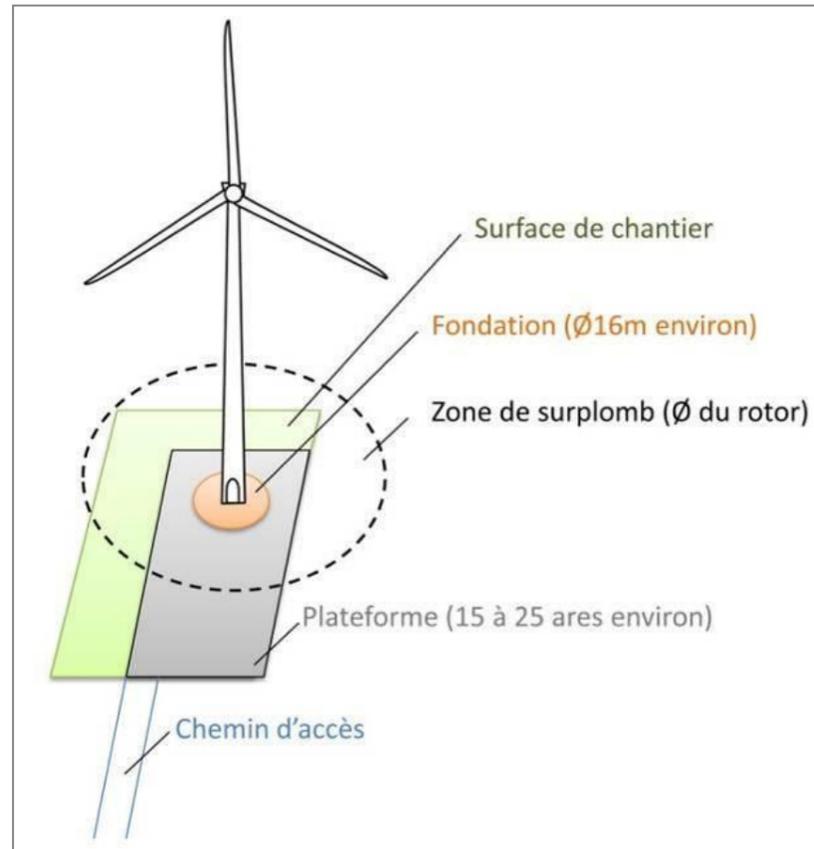
Source : Guide technique de l'Ineris (2012)

1.1.3. Emprise au sol

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

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

Figure 26.: illustration des emprises au sol d'une éolienne.



Source : Guide technique de l'Ineris (2012)

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

1.1.4. Chemins d'accès

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

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

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

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

1.2. ACTIVITES DE L'INSTALLATION

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

1.3. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le projet de parc éolien de la Chênaie d'Eole comprendrait 6 aérogénérateurs d'une puissance nominale maximale de 7,2 MW, soit une puissance totale maximale de 43,2 MW.

Afin de garantir le principe de mise en concurrence des fabricants d'éoliennes, aucun nom de fabricant ne sera présenté dans ce dossier, et les dimensions des machines sont données ici en gabarit. Pour cette raison également, lorsque plusieurs éoliennes présentent des grandeurs équivalentes, nous avons choisi de retenir le gabarit maximal dans l'analyse des impacts, dangers et inconvénients de l'installation, pour ne pas risquer de les sous-évaluer. Ce gabarit est le suivant :

Tableau 14.: Caractéristiques techniques du gabarit étudié.

Puissance maximale (MW)	Hauteur au moyeu maximale (m)	Diamètre de rotor maximale (m)	Hauteur en bout de pale maximale (m)
7,2	120	163	200

Source : Valeco, 2022

Les coordonnées des éoliennes du parc éolien objet de l'étude sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 15.: Coordonnées des équipements du projet de parc éolien de la Chênaie d'Eole.

	Lambert 93		WGS 84		Altitude	Côte sommitale éolienne et NGF (m)
	E_L93	N_L93	Longitude	Latitude		
E1	680426,0889	6962301,1146	2,728524	49,759356	98	298
E2	679954,2744	6961526,9426	2,722018	49,752386	102	302
E3	679617,5458	6960976,5197	2,717376	49,74743	103	303
E4	680034,6761	6960553,6432	2,72318	49,743644	99	299
E5	680172,8605	6959816,8229	2,725132	49,737028	99	299
E6	679154,138	6959643,547	2,711018	49,735438	100	300

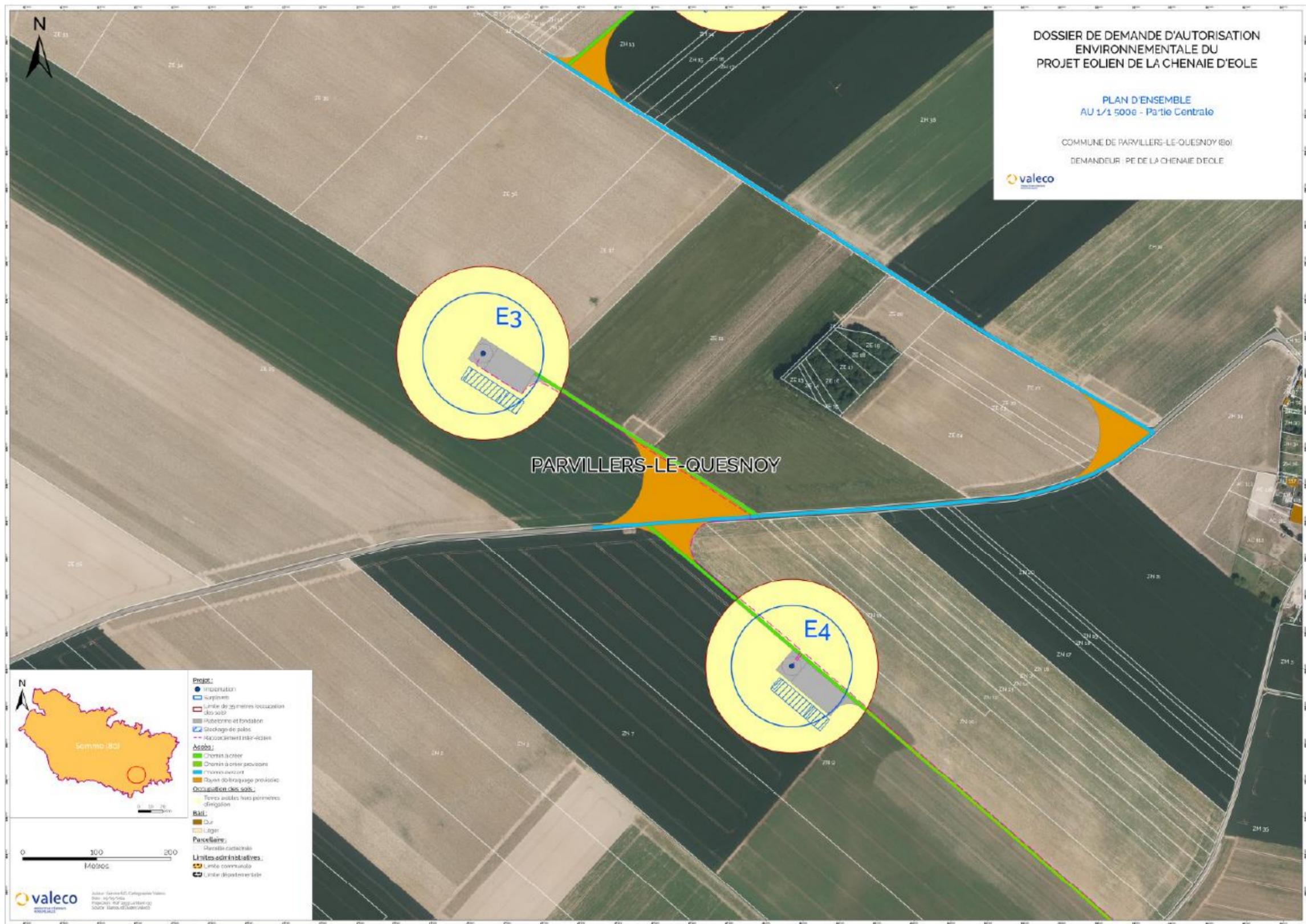
La surface approximative de terrain concernée par le projet (consommation de surfaces agricoles + surface des chemins à renforcer) pendant la phase d'exploitation du parc éolien sera d'environ 26 000 m², soit 0,27% de la superficie totale de la commune de Parvillers-le-Quesnoy (9,5 km²).

- Une plateforme d'exploitation sera créée au droit de chacune des éoliennes du parc éolien. **6 plateformes** seront ainsi construites et représenteront pour le projet une superficie totale de 19 614 m².
- **Deux postes de livraison** occupant un total de 396 m².
- L'accès aux éoliennes nécessitera **la création de pistes** dans des champs cultivés qui représenteront une surface approximative de 5 248 m².

Le plan suivant présente l'emplacement des aérogénérateurs, des postes de livraison électriques, et des plateformes et des chemins d'accès.

Figure 27.: plan d'implantation du parc éolien à l'échelle 1/1.500^{ème}







2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

2.1. PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR

2.1.1. Généralités

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

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

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

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

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

Sous des vitesses de vents réduits, les éoliennes n'atteignent pas leur production nominale. Dans ce cas, le système assure une production partielle.

Si la vitesse de vent atteint la valeur nominale de productivité de l'éolienne, la production est constante jusqu'à ce que la limite haute de vent soit atteinte.

Le domaine de fonctionnement des éoliennes potentiellement installées sur le parc objet de ce dossier est présenté ci-après.

Tableau 16 : Domaine de fonctionnement des éoliennes envisagées pour le parc éolien de la Chênaie d'Eole

Domaine de fonctionnement	
Vitesse minimale de vent (vitesse de démarrage)	3 m/s
Vitesse nominale de vent nécessaire à la production maximale	13.5 m/s
Vitesse maximale de vent (vitesse de coupure)	26 m/s
Températures ambiantes standard : - Normales : - Extrêmes :	-20°C à +45°C -30°C à +50°C

Source : Envol Environnement

Si un des paramètres ci-dessus se trouve hors du domaine de fonctionnement, l'éolienne est mise à l'arrêt.

2.1.2. Caractéristiques de l'installation projetée

Les éoliennes étudiées dans le cadre de ce dossier seront des éoliennes terrestres à axe horizontal de gamme industrielle, d'une puissance nominale maximale de 7,2 MW, soit une puissance totale maximale de 43,2 MW.

Ces éoliennes seront raccordées au réseau local de distribution électrique de ENEDIS.

Dans le cadre du présent projet éolien, l'espace entre les 6 machines sera de 592 à 1 033 mètres. Le projet s'inscrit bien dans la configuration permettant un bon fonctionnement des éoliennes tout en optimisant la consommation d'espace et l'insertion paysagère du projet.

Les éléments de l'installation classée ICPE, la description de leur fonction et leurs caractéristiques principales, issues des documents techniques des constructeurs, sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 17 : Description des éléments de génie civil de l'installation

Éléments de l'installation	Description	Caractéristiques	V162
Eoliennes	L'éolienne produit de l'électricité à partir de l'énergie du vent.	Puissance nominale	7,2 MW
		Densité de puissance	Non définie à ce jour
		Hauteur totale	200 mètres
		Durée de vie théorique	25 ans
		Couleur	Blanche
		Classe IEC	IEC S
Rotor et pales	<p><i>Le rotor est la partie tournante externe de l'éolienne qui permet de capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice. En effet, la différence de pression entre les deux faces de la pale crée une force aérodynamique, mettant en mouvement le rotor par la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Il doit être toujours être orienté face au vent pour optimiser son rendement.</i></p> <p><i>Le rotor de l'éolienne composé de trois pales, d'un moyeu, de trois raccords rotatifs et de trois entraînements d'orientation de pale pour la variation de pas des pales.</i></p> <p><i>Les pales de l'éolienne sont conçues pour fonctionner à angle et à vitesse variables. Le réglage d'angle individuel de chaque pale du rotor est assuré par trois systèmes indépendants et commandés par microprocesseurs. Les pales sont fabriquées en construction mixte de plastique de haute qualité renforcé de fibres de verre et de fibres de carbone (PRFV et PRFC). Les pales du rotor sont équipées d'un système de protection contre la foudre composé de plusieurs récepteurs de foudre déviant la foudre vers le moyeu.</i></p>	Rotor (diamètre)	163 mètres
		Sens de rotation	Sens des aiguilles d'une montre
		Longueur des pales	79,7 mètres
		Largeur maximale de la base de la pale	3,3
		Nombre de pales	3
		Type de pale	Résine époxy renforcée de fibre de verre

Éléments de l'installation	Description	Caractéristiques	
<p>Nacelle</p>	<p>La nacelle permet de supporter le rotor, tout en abritant le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne (voir figure ci-après)) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité. <i>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. Les éléments principaux sont disposés sur un châssis en acier qui assure le transfert des forces vers la tour.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Système d'orientation de la nacelle <p><i>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 permettant à la nacelle de s'orienter face au vent, c'est-à-dire de positionner le rotor dans la direction du vent.</i></p> <p><i>La direction du vent est mesurée en permanence par deux girouettes redondantes situées au niveau du moyeu. Si l'écart admissible est dépassé, la nacelle est orientée à l'aide de quatre moteurs à train d'engrenages.</i></p>		
<p>Mât/tour</p>	<p><i>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 aux tiges d'ancrage disposées 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.</i></p> <p>Elle permet d'une part de supporter la nacelle et le rotor et d'autre part le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle ; elle abrite notamment :</p> <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). <p><i>Les cellules de protection électriques.</i></p>	<p>Hauteur de moyeu (m)</p>	<p>120 mètres</p>
		<p>Description</p>	<p>Tube conique</p>
		<p>Poids tous composants compris</p>	<p>NC</p>
		<p>Diamètre moyen du mât</p>	<p>NC</p>
<p>Fondation</p>	<p>La fondation permet d'ancrer et de stabiliser l'éolienne dans le sol. <i>Elle est composée d'une semelle en béton armé dans laquelle est coulée une virole en acier. La partie haute émerge du massif et comporte un système de fixation du mât de l'éolienne. La partie basse de cette virole coulée dans le béton est traversée par un maillage dense de ferrailage.</i></p> <p><i>Pour chaque site, les caractéristiques du sol et des données de vent doivent être examinées afin de s'assurer que la fondation la plus appropriée est sélectionnée. Le parc éolien ne sera pas réalisé sans que des sondages géotechniques soient effectués au droit de chaque implantation projetée afin de concevoir la fondation adaptée au contexte stationnel.</i></p>	<p>Profondeur totale</p>	<p>Environ 3 à 4 mètres</p>
		<p>Diamètre maximum</p>	<p>Environ 26 mètres</p>
		<p>Composition</p>	<p>Béton armé</p>
		<p>Norme</p>	<p>Eurocode 2 (principes généraux de calcul des structures en béton)</p>

Eléments de l'installation	Description	Caractéristiques	
Plateformes	<i>La plateforme, située au pied de chaque éolienne, est une zone aménagée pour le montage et la maintenance des éoliennes.</i>	Largeur	35 à 39,5 mètres
		Longueur	80 à 96 mètres
Chemin d'accès	<p><i>La société VALECO s'efforcera d'utiliser au maximum les chemins existants afin de limiter la création de nouveaux chemins. Quelques aménagements seront cependant parfois apportés sur les chemins existants (élargissement ou renforcement des chemins) et certains tronçons devront être créés pour permettre l'accès direct aux éoliennes. Ils seront réalisés en décapant la terre végétale superficielle puis en appliquant un remblaiement de plusieurs couches successives. Le matériau utilisé pour la couche apparente sera du gravier compacté. Les renforts des chemins d'exploitation existants se feront sur base de la mise en place d'un géotextile et de 40 cm environ de remblai de pierraille et gravier compacté et stabilisé ou il s'agira d'un sol traité à la chaux et imperméabilisé.</i></p> <p>L'accès général se fera par la route départementale D82, puis par les chemins agricoles.</p> <p>L'accès aux éoliennes se fera suivant l'architecture suivante :</p> <p>RD82 → E2 → chemin d'exploitation n°13 → E1.</p>	Surface des chemins d'accès à créer	5 248 mètres²
		Largeur des pistes à créer	4,5 mètres
		Longueur des pistes à créer	1 259 mètres
		Surface des chemins d'accès existants à renforcer	17 169 mètres²
		Longueur des chemins existants à renforcer	3 815 mètres

Source : Envol Environnement

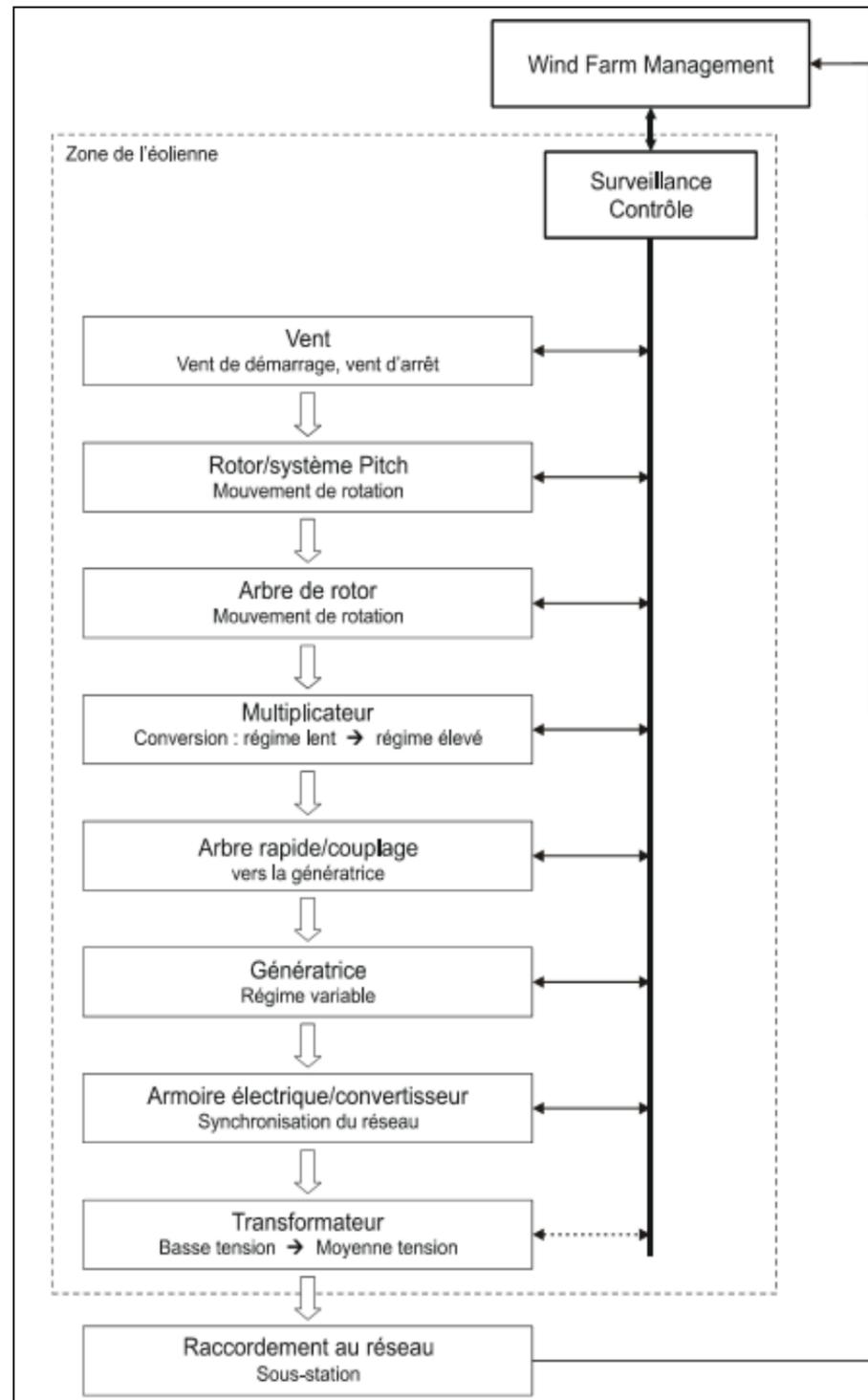
Tableau.18.: Description des éléments de génie électrique de l'installation

Eléments de l'installation	Description	Caractéristiques	
<p align="center">Multiplicateur</p>	<p><i>Le multiplicateur relie indirectement le rotor à la génératrice.</i></p> <p>Le multiplicateur permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur de l'ordre de 100 à 130 selon les modèles, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 1 500 tours par minute.</p> <p><i>Le dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice (coupling) est un dispositif flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les éventuels 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.</i></p> <p><i>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.</i></p>	Type	Engrenage planétaire à plusieurs étages + Multiplicateur de type hélicoïdal
		Puissance nominale	NC
		Rapport de transmission	NC
		Poids	NC
<p align="center">Génératrice</p>	<p>L'énergie mécanique transmise par le multiplicateur est transformée en énergie électrique par la génératrice. L'arbre de la génératrice tourne à grande vitesse et produit de l'électricité.</p>		
<p align="center">Transformateur</p>	<p>L'électricité en sortie du générateur ne peut pas être utilisée directement. Le transformateur permet donc d'élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau.</p> <p><i>Il est situé au pied du mât (à l'intérieur) dans un compartiment séparé par une paroi métallique, qui assure l'isolation thermique et électrique du reste des composants.</i></p> <p><i>Comme il s'agit d'une unité de type sec, le risque d'incendie est réduit au minimum. En outre, le transformateur comprend toutes les protections nécessaires contre les dommages, y compris les détecteurs d'arc et des fusibles de protection.</i></p>		

Eléments de l'installation	Description	Caractéristiques	
<p>Postes de livraison</p>	<p>En sortie du transformateur, l'électricité est acheminée à travers un câble enterré jusqu'à un poste de transformation, pour être injectée sur le réseau électrique, puis distribuée aux consommateurs. Les postes de livraison (pdl) feront ainsi l'interface entre les installations et le réseau électrique. Les PdL comporteront aussi la protection générale dont le but est de protéger les éoliennes et le réseau inter-éolien en cas de défaut sur le réseau électrique amont.</p>	Hauteur	3 mètres
		Largeur	3 mètres
		Longueur	10 mètres
<p>Système d'alimentation sans coupure</p>	<p>Pour son fonctionnement, une éolienne nécessite une alimentation électrique pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ le fonctionnement de certains équipements ; ▪ l'excitation de la génératrice ; ▪ le contrôle commande ; ▪ l'éclairage. <p>L'alimentation électrique de l'éolienne sera fournie :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ soit par l'éolienne elle-même ; ▪ soit par le réseau électrique lors des phases d'arrêt de l'éolienne. <p>Des onduleurs seront utilisés pour assurer temporairement l'alimentation des balisages lumineux et des systèmes de commande en cas de perte du réseau d'alimentation public. Ces systèmes permettent notamment de pallier aux dysfonctionnements liés aux microcoupures électriques. En cas de perte d'alimentation, l'éolienne est rapidement mise en sécurité avec un arrêt progressif du rotor.</p>		
<p>Systèmes de freinage</p>	<p>Les trois pales de rotor redondantes et commandées indépendamment peuvent être placées complètement à la transversale de la direction de rotation, jouant ainsi le rôle de frein aérodynamique. En outre, le frein hydraulique à disque assiste le processus de freinage en cas d'arrêt d'urgence.</p>		
<p>Système de refroidissement</p>	<p>Le multiplicateur, la génératrice et le convertisseur de l'éolienne ont des systèmes de refroidissement indépendants les uns des autres. Tous les systèmes sont conçus de manière à garantir des températures de fonctionnement optimales même en cas de températures extérieures élevées. La température de chaque roulement de multiplicateur, de l'huile du multiplicateur, des bobinages et des roulements de la génératrice ainsi que du liquide de refroidissement est contrôlée en permanence et en partie de manière redondante par la commande d'éolienne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'évacuation de la chaleur du multiplicateur s'effectue via le circuit d'huile dans un refroidisseur huile / air. Une pompe avec deux étages de pompage transporte l'huile du multiplicateur via deux filtres dans le circuit de refroidissement. La fonction des filtres (fin ou gros) est d'éliminer les particules solides se trouvant dans l'huile du multiplicateur. Le degré d'encrassement de la cartouche de filtre est surveillé par le système contrôle-commande (mesure de pression différentielle). Une filtration by-pass additionnelle (filtre fin 5 µm) peut être installée en option. Si la température optimale de fonctionnement n'a pas encore été atteinte, un by-pass thermique renvoie directement l'huile déjà réchauffée dans le multiplicateur. Si la température de l'huile dépasse la température optimale de fonctionnement, l'échangeur thermique huile / air est mis en service et l'huile est refroidie. L'échangeur thermique est également équipé d'un ventilateur à deux étages qui se met en service suivant la température de l'huile. L'huile refroidie est envoyée aux éléments subissant de fortes charges thermiques via un système de tuyaux situé dans le multiplicateur. - L'évacuation de la chaleur hors de la génératrice se fait via un circuit de refroidissement à eau. Un mélange antigel eau/glycol est utilisé comme liquide de refroidissement. La chaleur est transmise à l'eau de refroidissement au sein de la génératrice via un refroidissement par air intégrée. A l'aide d'une pompe centrifuge ne nécessitant aucun entretien, l'eau de refroidissement est conduite vers un échangeur thermique eau / air. La pompe se met en route dès que la température des composants de la génératrice dépasse une valeur définie et ramène l'eau de refroidissement et donc la génératrice à une température de fonctionnement optimale. L'échangeur thermique est également équipé d'un ventilateur à deux étages qui se met en service suivant la température de l'eau. - Le convertisseur principal de l'éolienne est intégré dans l'armoire électrique dans le pied du mât. Il se trouve dans le mât sur une plateforme spéciale. Le convertisseur principal est pourvu d'un refroidissement à air et un à eau. Un mélange antigel eau / glycol est utilisé comme liquide de refroidissement. Une pompe conduit l'eau de refroidissement à travers le convertisseur principal et conduit l'eau réchauffée vers un échangeur thermique eau / air. Lorsque des températures prédéterminées sont atteintes, la pompe connecte les composants du convertisseur et évacue la chaleur vers l'extérieur. L'échangeur thermique est également équipé d'un ventilateur à deux étages qui se met en service suivant la température de l'eau. 		

Eléments de l'installation	Description
Autres systèmes auxiliaires	<ul style="list-style-type: none"> • Le système hydraulique fournit en cours de fonctionnement la pression d'huile nécessaire pour les freins de système d'orientation et le frein du rotor. Le blocage hydraulique du rotor peut être ouvert ou fermé manuellement. • Les armoires électriques dans le moyeu du rotor, la nacelle et le pied du mât sont équipées de sondes de température. Si certaines limites de température prédéfinies sont dépassées vers le haut ou le bas, des chauffages / climatiseurs s'activent pour garder la température à l'intérieur dans des limites de fonctionnement. • Les systèmes de lubrification. Les composants suivants sont équipés de systèmes de lubrification automatiques et indépendants qui alimentent les lubrifiants nécessaires : <ul style="list-style-type: none"> • Palier de rotor • Multiplicateur • Les deux roulements de la génératrice • Les engrenages des trois roulements d'orientation de pale • Les engrenages du roulement de système d'orientation • Les grues de bord. Dans la machine, un palan à chaînes installé de manière fixe sert au hissage d'outils, de composants et d'autres matériaux de travail à partir du sol, jusque dans la nacelle. Un second pont-grue amovible sert à déplacer les matériaux au sein de la nacelle. • Dans le mât de l'éolienne est installé un ascenseur guidé le long de l'échelle. Celui-ci peut amener des personnes et du matériel jusqu'en dessous de la nacelle depuis la plateforme d'accès. L'ascenseur sert en même temps à la sécurité des personnes et le rendement pendant toute la durée de vie de l'éolienne. • Un capteur de vent qui mesure la vitesse et la direction du vent. • Les câbles haute-tension allant de la nacelle au bas de la tour. • Les besoins en puissance de l'éolienne en mode Stand-by regroupent les consommations individuelles des composants suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Commande (ordinateur de gestion d'exploitation et convertisseur) • Système d'orientation • Système à pas • Agrégat hydraulique • Pompes de circulation des systèmes de refroidissement • Chauffages et ventilateurs • Systèmes auxiliaires (ascenseur, feu de balisage, options, etc.)

Figure 28.: Schéma du flux d'énergie d'une éolienne



Source : Nordex

2.1.3. Exploitation des installations

L'activité associée aux éoliennes ne nécessite **pas de présence permanente de personnel**. Le fonctionnement du parc éolien est entièrement automatisé et contrôlé à distance et aucune personne en charge de l'exploitation du parc éolien ne sera de ce fait présente sur le site.

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.

Les éoliennes sont équipées d'un système de contrôle à distance des données (**SCADA –Supervising Control And Data Acquisition**). La supervision peut s'effectuer à distance par accès sécurisé depuis un ordinateur équipé d'une connexion internet. Avec ce système, l'utilisateur peut effectuer les tâches suivantes en permanence :

- Suivre et surveiller l'équipement du parc éolien.
- Surveiller les alarmes pour les différents éléments du parc éolien en temps réel et afficher le journal des alarmes.
- Être informé de la production d'énergie de chaque éolienne dans le parc éolien.
- Consulter en ligne l'actualité et l'historique des données. Les données enregistrées (par exemple les heures de fonctionnement, la puissance, la vitesse du vent, la disponibilité technique, les messages d'état des éoliennes) peuvent être présentées sous forme de graphiques ou sous forme de tableaux.
- Envoyer des valeurs de consigne, par exemple pour intervenir sur la génération de puissance réactive du parc.
- Analyser en ligne l'évolution des données des parcs au cours du temps d'une manière simple.
- Envoyer des messages d'état et des alarmes à un téléphone portable en utilisant la messagerie SMS.
- Intégrer l'équipement de compensation de puissance réactive.
- Gérer les différents profils d'utilisateurs.

2.2. SECURITE DE L'INSTALLATION

L'objectif de ce paragraphe est de montrer que l'installation respecte la réglementation en vigueur en matière de sécurité.

2.2.1. Règles de conception et système qualité

Les aérogénérateurs feront l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et Normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes, et notamment :

- **La norme IEC 61400-1 / NF EN 61400-1 Juin 2006 intitulée « Exigence de conception »**, qui spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes. Elle a pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie prévue. Elle concerne tous les sous-systèmes des éoliennes tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien.
- **La norme IEC 61400-22 / NF EN 61400-22 Avril 2011 intitulée « essais de conformité et certification »**, qui définit les règles et procédures d'un système de certification des éoliennes comprenant la certification de type et la certification des projets d'éoliennes installées sur terre ou en mer. Ce système spécifie les règles relatives aux procédures et à la gestion de mise en œuvre de l'évaluation de la conformité d'une éolienne et des parcs éoliens, avec les normes spécifiques et autres exigences techniques en matière de sécurité, de fiabilité, de performance, d'essais et d'interaction avec les réseaux électriques.
- **La norme CEI/TS 61400-23 : 2001 Avril 2001** intitulée « essais en vraie grandeur des structures des pales » relative aux essais mécaniques et essais de fatigue.

D'autres normes de sécurité sont applicables :

- La génératrice est construite suivant le standard IEC 60034 et les équipements mécaniques répondent aux règles fixées par **la norme ISO 81400-4**.
- La conception du multiplicateur répond aux règles fixées par **la norme ISO81400-4**.
- La protection foudre de l'éolienne répond au standard **IEC61400-24** et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme **IEC 62305-1, IEC 62305-3 et IEC 62305-4**.
- **La directive 2004/108/CE du 15 décembre 2004** relative aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques.

- Le traitement anticorrosion des éoliennes répond à **la norme ISO 9223**.

Au cours de la construction de l'éolienne, le maître d'ouvrage mandatera un bureau de vérification pour le contrôle technique de construction.

Les machines installées seront équipées de différents dispositifs de sécurité afin de détecter tout début de dysfonctionnement et de pouvoir stopper le fonctionnement de l'éolienne en toute sécurité (et donc limiter les risques associés à l'installation) suite à la détection de dysfonctionnements ou des conditions climatiques difficiles.

Les éoliennes sont équipées de nombreux équipements et dispositifs garantissant la sécurité des personnes et des installations ainsi qu'un fonctionnement sûr et durable. Toutes les fonctions concernant la sécurité sont surveillées en redondance et, en cas d'urgence, peuvent déclencher un arrêt d'urgence de l'éolienne via des fonctions de sécurité subordonnées à la gestion de l'éolienne - même sans ordinateur de gestion ou alimentation externe. Les interrupteurs d'arrêt d'urgence sont aussi intégrés dans les fonctions de sécurité.

2.2.2. Conformité aux prescriptions de l'arrêté ministériel

L'implantation du projet respecte les prescriptions requises par les articles 3 à 5 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 puis par l'arrêté du 10 décembre 2021) et par l'article L. 515-44 du Code de l'environnement. En effet :

- « *La délivrance de l'autorisation d'exploiter est subordonnée au respect d'une distance d'éloignement entre les installations et les constructions à usage d'habitation, les immeubles habités et les zones destinées à l'habitation définies dans les documents d'urbanisme en vigueur au 13 juillet 2010, ayant encore cette destination dans les documents d'urbanisme en vigueur, cette distance étant, appréciée au regard de l'étude d'impact prévue à l'article L. 122-1. Elle est au minimum fixée à 500 mètres* » (article L. 515-44 du Code l'environnement).
- Sans préjudice de la distance minimale d'éloignement imposée par les articles L. 515-44 et le cas échéant L. 515-47 du Code de l'environnement, l'installation est implantée à une distance minimale de 300 mètres :
 - D'une installation nucléaire de base visée par l'article 28 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire,
 - D'une installation classée pour la protection de l'environnement relevant de l'article L. 515-32 du Code de l'environnement.
- Les aérogénérateurs sont également situés de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars utilisés dans le cadre des missions de sécurité météorologique des personnes et des biens et de sécurité à la navigation maritime et fluviale,
- Les aérogénérateurs sont également situés à plus de 250 m de bâtiments à usage de bureaux. »

En outre, le modèle d'aérogénérateur retenu permettra de respecter l'article 6 de l'arrêté du 26 août 2011 ; l'installation sera implantée de telle sorte que les habitations ne seront pas exposées à un champ magnétique émanant des aérogénérateurs supérieurs à 100 microteslas à 50-60 Hz.

Les éoliennes qui seront installées seront des machines conformes à la directive 06/42/CE qui définit les objectifs ou "exigences essentielles" en matière de sécurité et de santé auxquels doivent répondre, lors de leur fabrication et avant leur mise sur le marché, les machines et les composants de sécurité.

Enfin, le décret n° 2007-1327 du 11 septembre 2007 introduit un contrôle technique obligatoire pour les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle est supérieure à 12 mètres. Ces contrôles seront réalisés durant la phase de construction de l'éolienne. Ils concernent le massif de stabilité (fondation) de l'éolienne ainsi que les liaisons entre ce massif et la machine (c'est-à-dire les viroles).

Les chemins d'accès et plateformes seront maintenus et entretenus par l'exploitant selon les termes de l'article 7 de l'arrêté du 26 août 2011. VALECO s'engage à choisir un modèle d'aérogénérateur qui respecte les articles 8 à 11 de l'arrêté du 26 août (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 puis par l'arrêté du 10 décembre 2021) :

- Les aérogénérateurs seront conformes aux dispositions de la norme NF EN 61400-1 ou IEC 61400-1 dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande environnementale, ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne, à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté. A ce titre, un rapport de contrôle d'un organisme compétent devra attester de la conformité de l'installation avant la mise en service industrielle de l'installation.
- En outre l'exploitant dispose des justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation a fait l'objet du contrôle prévu à l'article R. 125-17 du Code de la construction et de l'habitation.
- L'installation sera mise à la terre pour prévenir les conséquences de la foudre. Les aérogénérateurs respecteront les dispositions de la norme NF EN IEC 61400-24 dans sa version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent au sens de l'article 17 de l'arrêté ministériel du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation atteste de la mise à la terre de l'installation avant sa mise en service industrielle. Des contrôles périodiques sont effectués pour vérifier la pérennité de la mise à la terre, selon les périodicités suivantes : une fois par an pour le contrôle visuel et une fois tous les deux ans pour le contrôle avec mesure de la continuité électrique.
- Les installations électriques à l'intérieur des aérogénérateurs respecteront les dispositions de la directive du 17 mai 2006 relative aux machines qui leur sont applicables.

Les installations électriques extérieures aux aérogénérateurs seront conformes aux normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200 dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande environnementale. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent atteste de la conformité de l'ensemble des installations électriques, avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs.

- Le balisage de l'installation sera conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du Code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du Code de l'aviation civile.

Après la mise en service, l'exploitant prendra soin de respecter les articles 13 et 14 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) relatifs à la sécurité pendant la phase d'exploitation.

- Les personnes étrangères à l'installation n'ont pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs. Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, des postes de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clé afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.
- Chaque aérogénérateur est identifié par un numéro, affiché en caractères lisibles sur son mât. Le numéro est identique à celui généré à l'issue de la déclaration prévue à l'article 2 du même arrêté.
- Les prescriptions à observer par les tiers sont affichées soit en caractères lisibles, soit au moyen de pictogrammes sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur les postes de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement. Elles concernent notamment les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale, l'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur, la mise en garde face aux risques d'électrocution, la mise en garde, le cas échéant, face au risque de chute de glace.

La description détaillée des différents systèmes de sécurité de l'installation sera quant à elle effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques.

2.2.3. Système de sécurité contre la survitesse

Afin d'appréhender au mieux les risques et de limiter leurs effets au maximum, l'exploitant respectera les articles 22 à 25 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020).

Chaque éolienne est équipée d'un **système de détection** de fonctionnement anormal de l'installation, en cas d'entrée en survitesse de la machine.

En fonctionnement, les éoliennes sont exclusivement freinées d'une façon aérodynamique par inclinaison des pales en position drapeau.

Pour ceci, les trois entraînements de pales indépendants mettent les pales en position de drapeau (c'est-à-dire « les décrochent du vent ») en l'espace de quelques secondes. La vitesse de l'éolienne diminue sans que l'arbre d'entraînement ne soit soumis à des forces additionnelles.

Bien qu'une seule pale en drapeau (frein aérodynamique) suffise à stopper l'éolienne, cette dernière possède 3 freins aérodynamiques indépendants (un frein par pale).

Le rotor n'est pas bloqué même lorsque l'éolienne est à l'arrêt, il peut continuer de tourner librement à très basse vitesse. Le rotor et l'arbre d'entraînement ne sont alors exposés à pratiquement aucune force. En fonctionnement au ralenti, les paliers sont moins soumis aux charges que lorsque le rotor est bloqué.

En cas d'urgence (par exemple, en cas de coupure du réseau), chaque pale du rotor est mise en sécurité en position de drapeau par son propre système de réglage de pale d'urgence alimenté par batterie. L'état de charge et la disponibilité des batteries sont garantis par un chargeur automatique.

Même si un entraînement d'orientation de pale tombait en panne, l'éolienne pourrait se mettre dans une position de sécurité. Les paramètres de fonctionnement sont conçus de telle manière que les contraintes mécaniques et électriques sur l'éolienne restent aussi faibles que possibles tout en garantissant un rendement et une durée de vie maximale pour le client.

2.2.4. Systèmes de sécurité contre le risque électrique

Les parties électriques de la turbine disposent de nombreux systèmes de protection :

- Système de contrôle de la génératrice ;
- Refroidissement du générateur par un système forcé de circulation d'air ;
- Transformateurs de courant et relais de protection pour détecter les courants de défaut ;
- Disjoncteurs BT et HTA pour couper les courants de défaut ;
- Système de contrôle de la rotation de la nacelle pour éviter la torsion du câble électrique ;
- Mise à la terre du châssis et des équipements.

A noter que la turbine est une machine certifiée CE et dispose à ce titre d'un certificat de conformité CE.

2.2.5. Système de protection contre le risque foudre

Lors de la mise au point de l'éolienne, une attention toute particulière est accordée à la protection contre la foudre. Une fiabilité de protection extrêmement élevée est atteinte pour tous les composants.

Un paratonnerre est installé sur la nacelle. Les pales sont protégées par des tresses en cuivre qui font contact avec des balais au niveau des parties tournantes et acheminent le courant vers la terre. L'équipement électrique et hydraulique qui se trouve à l'intérieur du moyeu est entièrement protégé par la cage de Faraday du moyeu même. Le système de mise à la terre de la tour est assuré par un ensemble de câbles de terres individuelles, intégrées dans les fondations et connecté à la barre de terre au bas de la tour conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020).

2.2.6. Système de capteurs

Les machines envisagées sont toutes équipées de divers capteurs qui surveillent en permanence différents paramètres. Ils peuvent capter les signaux externes à l'éolienne, par exemple, la température ou la vitesse et la direction du vent à l'extérieur. D'autres capteurs enregistrent le fonctionnement de l'éolienne, des paramètres tels que la température des composants, les niveaux de pression, les vibrations des pales ou leur positionnement.

Toutes ces informations sont enregistrées et analysées en temps réel et introduit dans les fonctions de surveillance et de contrôle du système de commande.

2.2.7. Système de détection du givre

La commande de l'éolienne mesure, à l'aide de deux sondes de température indépendantes, la température de l'air sur la nacelle et en pied du mât, afin de détecter si les conditions sont propices à la formation de givre. Lorsque la température dépasse +2°C sur la nacelle, les rapports de fonctionnement spécifiques à l'éolienne (vent/puissance/angle des pales) sont identifiés comme étant des valeurs moyennes à long terme. Pour des températures inférieures à +2°C (conditions de givre), les données de fonctionnement mesurées sont comparées aux valeurs moyennes à long terme.

Pour cela, une plage de tolérance, déterminée de manière empirique, est définie autour de la courbe de puissance et de la courbe d'angle de pale. Celle-ci se base sur des simulations, des essais et plusieurs années d'expérience sur un grand nombre d'éoliennes de types variés.

Si les données de fonctionnement concernant la puissance ou l'angle de pale sont hors de la plage de tolérance, l'éolienne est stoppée.

2.2.8. Moyens de prévention et lutte contre l'incendie

Les personnels intervenants sur les éoliennes, tant pour leur montage, que pour leur maintenance, sont des personnels du turbinier ou de sociétés de maintenance spécialisée, formés au poste de travail et informés des risques présentés par l'activité. Le personnel a les habilitations électriques nécessaires.

Des moyens de prévention contre les risques électriques, contre les risques de survitesse et contre la foudre sont des moyens de prévention contre le risque d'incendie (voir les équipements associés).

Lors du déclenchement des alarmes incendie de la machine, une information est envoyée vers le constructeur et l'exploitant au centre de télésurveillance qui peut alerter les secours, mise à l'arrêt de la machine.

Deux extincteurs sont situés à l'intérieur des éoliennes, dans la nacelle et au pied de celles-ci.

2.2.9. Dispositifs de sécurité

▪ **Interrupteur d'arrêt d'urgence**

Dans l'éolienne, il y a des interrupteurs d'arrêt d'urgence à plusieurs endroits. Ceux-ci permettent, en cas de danger, un arrêt instantané de l'éolienne.

Actionner un interrupteur d'arrêt d'urgence déclenche un freinage d'urgence, c'est-à-dire que les pales sont tournées en drapeau, le convertisseur et la génératrice sont coupés du réseau, l'interrupteur principal est mis en position OFF et le frein de rotor s'enclenche.

▪ **Balisage aéronef :**

Chaque éolienne est balisée avec un système visuel lumineux pour les aéronefs, conformément aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du Code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du Code de l'aviation civile.

L'alimentation principale du balisage lumineux est donnée par le réseau électrique. En cas de panne, une armoire d'alimentation de secours est prévue au pied des éoliennes. Le circuit électronique du chargeur de batteries comporte des relais d'alarmes permettant de prévenir l'utilisateur de défauts pouvant survenir dans le fonctionnement du balisage, notamment en cas de coupure de l'alimentation générale ou encore de dysfonctionnement du chargeur. L'autonomie en cas de panne du réseau est au minimum de 12 heures.

▪ **Fonctions de sécurité**

Les fonctions de sécurité se composent de différents appareils de contrôle. Si l'un de ces appareils de contrôle se déclenche, l'éolienne est immédiatement arrêtée.

En plus des interrupteurs d'arrêt d'urgence, les appareils suivants font partie des fonctions de sécurité :

- Déclencheur de surcharge de l'interrupteur principal (déclencheur thermique ou magnétique) ;
- Un relais de vitesse (vitesse du rotor et de la génératrice) ;
- Deux contrôleurs de vibration (vibrations du mât).

Le déclenchement des fonctions de sécurité entraîne un freinage de l'éolienne. Les deux appareils mentionnés en dernier n'ont cependant pas pour effet une désactivation de l'interrupteur principal.

▪ **Protection anti-contact/anti-marche**

Toutes les parties tournantes du train d'entraînement sont protégées contre les contacts par des couvercles. Il s'agit du disque de blocage du rotor, de l'arbre du rotor, du disque de frein et du couplage.

Tous les composants en danger, surtout dans la zone d'entrée de la nacelle, sont protégés contre les dégâts. C'est à dire qu'ils sont disposés sous des tôles de marche ou protégés des détériorations par différents couvercles. Il s'agit des capteurs, des conduites hydrauliques, des câbles électriques ainsi que de certains agrégats tels que la pompe à huile, les pignons de lubrification, les lampes, etc.

Les composants électriques et les câbles sont logés dans des armoires ou des conduites fermés.

▪ **Autres dispositifs de sécurité :**

- Système d'alimentation sans interruption de la commande ;
- Alimentation d'urgence des entraînements d'orientation de pale ;
- Dispositif de blocage du rotor ;
- Systèmes de lubrification automatiques ;
- Equipement de protection antichute, points d'ancrage ;
- Chemin de fuite / dispositif de rappel ;
- Extincteur, trousse premiers secours, éclairage de secours, protection anti-bruit, etc.
- Protection anti-incendie ;
- Systèmes de refroidissement : La nacelle, le moyeu, le générateur et le transformateur sont refroidis par circulation d'air. L'huile de lubrification du multiplicateur et le liquide à base d'eau glycolée du convertisseur sont refroidis par un échangeur air/huile & air/eau situé sur le toit de la nacelle.

2.2.10. Système de surveillance des principaux paramètres

La commande de l'éolienne est entièrement automatisée. Elle interroge constamment tous les capteurs connectés, traite les données et utilise le résultat pour former les paramètres de commande de l'éolienne.

Le système de contrôle général est composé de plusieurs processeurs. Différents détecteurs mesurent certains paramètres qui sont surveillés par les microprocesseurs :

- Vitesse du vent. L'éolienne travaille avec deux instruments de mesure pour capter les données du vent. Un instrument est employé pour la commande et le deuxième surveille le premier. En cas de panne d'un instrument de mesure, l'autre contrôle l'éolienne.
- Angle des pales.
- Vitesse de rotation de l'arbre rapide et de l'arbre lent.
- Température extérieure, intérieure et de certains équipements.
- Vibration de la nacelle.
- Pression d'huile hydraulique et d'huile de lubrification.
- Détecteur de niveau bas dans les circuits liquides.
- Détecteurs d'arc électrique dans le local transformateur et dans l'armoire du jeu de barres.

Une procédure de mise à l'arrêt de la machine est programmée par différentes actions : commande manuelle en pied de tour et détection d'anomalie par les microprocesseurs. La mise en défaut de l'un des paramètres induit la mise en sécurité (arrêt) de la machine.

Aucun personnel n'est affecté exclusivement à la surveillance permanente du site, toutefois un système de surveillance à distance du fonctionnement des éoliennes permet de prendre connaissance de toute anomalie du fonctionnement des installations.

Une équipe de maintenance est d'astreinte 7j/7 et intervient en cas de dysfonctionnement de l'éolienne notamment en cas de défaillance des capteurs.

Les moyens de détections (capteurs redondants ou complémentaires) sont multiples et permettent donc de déduire un dysfonctionnement de ces derniers. La défaillance ainsi constatée par l'automatisme de la turbine, la met automatiquement à l'arrêt et l'équipe est prévenue.

Les mesures envisagées afin de mettre en œuvre, en cas de fonctionnement anormal, les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées à l'article 22 de l'arrêté ministériel 2980-A du 26/08/2011 dans un délai de soixante minutes (article 24 de l'arrêté ministériel 2980-A du 26/08/2011) sont les suivantes :

- Dès l'entrée en mode anormal de la turbine, celle-ci se stoppe automatiquement et envoie une alerte aux opérateurs du turbinier et de l'exploitant.
- En cas de survitesse, la turbine se stoppe et l'information est relayée au niveau des deux opérateurs instantanément. L'exploitant, qui dispose au préalable des informations météo (prévision à 96 h), s'assure dans un délai de 15 minutes maximum que la turbine est à l'arrêt via l'outil informatique (SCADA) connecté avec le site.

Dans le cas contraire, instantanément il a la possibilité de la mettre à l'arrêt manuellement depuis le centre de supervision et peut empêcher un redémarrage en automatique. Il prévient également une équipe de maintenance qui se rend sur site pour contrôler l'état de la turbine. Un redémarrage est envisageable si aucun dysfonctionnement n'est constaté et si les conditions météo le permettent.

- En cas de départ de feu, la turbine se stoppe et l'information est relayée au niveau des deux opérateurs instantanément. L'exploitant, s'assure dans un délai de 15 minutes maximum que la turbine est déconnectée du réseau via l'outil informatique (SCADA) et lance l'alerte auprès des services de secours. Un périmètre de sécurité est mis en place par ces derniers et le représentant de l'exploitant (correspondante ou intervenant local) se rend sur site. Dans le cas contraire, instantanément il a la possibilité de la déconnecter du réseau depuis le centre de supervision. Il prévient également le centre de conduite du distributeur du réseau pour faciliter l'intervention des services de secours. La turbine n'est redémarrée qu'après le passage d'un expert habilité.

2.3. OPERATION DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

2.3.1. Définition de la maintenance

L'intégralité des obligations qui incombent à l'exploitant sont rétrocédés à l'opérateur de maintenance via un contrat. Des contrôles réguliers des installations sont effectués par les chargés d'exploitation, les chargés de maintenance et le correspondant local.

Il existe deux types de maintenance :

- La maintenance préventive : elle consiste à changer les composants des éoliennes suivant leur cycle de vie. VALECO établira avec les différents prestataires le planning des maintenances préventives assurant le bon fonctionnement du parc et des systèmes de détection à long terme conformément aux dispositions des articles 22 et 23 de l'arrêté ministériel du 26 Août 2011 (respectivement modifiés par les articles 16 et 17 de l'arrêté du 22 juin 2020) :
 - **Maintenance visuelle** : Contrôle visuel de tous les organes principaux, structurels (mâts ; échelles ; ascenseurs etc.), électriques (câbles ; connexions apparentes etc.) et mécaniques.
 - **Maintenance visuelle /graissage** : Vérification et mise à niveau de tous les organes de graissage (cartouches ; pompes à graisse ; graisseurs).
 - **Maintenance visuelle/électrique** : Contrôle de tous les organes de production et de régulation (génératrices ; armoires de puissance ; collecteurs tournant) ainsi que de tous éléments électriques (éclairages ; capteurs de sécurité).

- **Maintenance visuelle/mécanique** : Contrôle des boulons de tour, vérification des couples de serrage selon protocole défini, maintien des câbles et accessoires, moteurs d'orientation, poulies et treuils.

- La maintenance curative : elle consiste à changer les composants lorsque ceux-ci sont en panne. Cette maintenance sera réalisée par le personnel du constructeur.

Des opérations de maintenance périodique seront programmées tout au long des années de fonctionnement des éoliennes afin de vérifier l'état et le fonctionnement de leurs sous-systèmes, détaillées dans les procédures spécifiques.

2.3.2. Maintenance des aérogénérateurs

La maintenance des éoliennes sera assurée par le constructeur qui, dans le cadre d'un contrat global de performances, garantit entre autres la fiabilité et la disponibilité de ses machines.

La première année d'exploitation est sujette à un plus grand nombre d'interventions qui servent à affiner les paramètres de réglages des éoliennes. Un entretien préventif des aérogénérateurs aura lieu ensuite en moyenne tous les six mois.

Le programme préventif de maintenance s'étale sur quatre niveaux :

- **Type 1** : vérification après 300 à 500 heures de fonctionnement (contrôle visuel du mât, des fixations fondation/tour, tour/nacelle, rotor...et test du système de déclenchement de la mise en sécurité de l'éolienne) ;
- **Type 2** : vérification semestrielle des équipements mécaniques et hydrauliques ;
- **Type 3** : vérification annuelle des matériaux (soudures, corrosions), de l'électrotechnique et des éléments de raccordement électrique ;
- **Type 4** : vérification quinquennale de forte ampleur pouvant inclure le remplacement de pièces.

Les différents types de maintenance comprennent selon le type considéré (T1, T2, T3, T4) des inspections visuelles, des nettoyages, des tests d'étanchéité, des remplacements de filtres, des mises à niveau ou remplacement des lubrifiants, des vérifications des couples de serrage des différents organes, des tests des différents capteurs et des moyens d'alimentation électrique de secours, des vérifications des dispositifs de protection, des examens approfondis des pales...

Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fait l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

2.3.3. Prescriptions relatives à l'arrêté du 26 août 2011

L'exploitant prendra soin de respecter les articles 9, 10 et 15 à 21 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 puis par l'arrêté du 10 décembre 2021) relatifs à la maintenance des installations :

- Un rapport de contrôle d'un organisme compétent au sens de l'article 17 de l'arrêté ministériel du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation atteste de la mise à la terre de l'installation avant sa mise en service industrielle. Des contrôles périodiques sont effectués pour vérifier la pérennité de la mise à la terre, selon les périodicités suivantes : une fois par an pour le contrôle visuel et une fois tous les deux ans pour le contrôle avec mesure de la continuité électrique.
- Les installations électriques 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. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent atteste de la conformité de l'ensemble des installations électriques, avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs.
- Le fonctionnement de l'installation est assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques accidentels visés à la section 5 du présent arrêté [arrêté du 26 août 2011], ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours.
- La réalisation des exercices d'entraînement, les conditions de réalisation de ceux-ci, et le cas échéant les accidents/incidents survenus dans l'installation, sont consignés dans un registre. Le registre contient également l'analyse de retour d'expérience réalisée par l'exploitant et les mesures correctives mises en place.
- L'intérieur de l'aérogénérateur est maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables est interdit.
- Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle des brides de fixation, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât de chaque aérogénérateur. Le contrôle de l'ensemble des brides et des fixations de chaque aérogénérateur peut être lissé sur trois ans tant que chaque bride respecte la périodicité de trois ans.

- Selon une périodicité définie en fonction des conditions météorologiques et qui ne peut excéder 6 mois, l'exploitant procède à un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés, notamment par des impacts de foudre, au regard des limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt spécifiées dans les consignes établies en application de l'article 22 du présent arrêté [arrêté du 26 août 2011].
- L'installation est équipée de systèmes instrumentés de sécurité, de détecteurs et de systèmes de détection destinés à identifier tout fonctionnement anormal de l'installation, notamment en cas d'incendie, de perte d'intégrité d'un aérogénérateur ou d'entrée en survitesse. L'exploitant tient à jour la liste de ces équipements de sécurité, précisant leurs fonctionnalités, leurs fréquences de tests et les opérations de maintenance destinées à garantir leur efficacité dans le temps. Selon une fréquence qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède au contrôle de ces équipements de sécurité afin de s'assurer de leur bon fonctionnement.
- L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations de maintenance qui doivent être effectuées afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation, ainsi que les modalités de réalisation des tests et des contrôles de sécurité, notamment ceux visés par le présent arrêté.
- L'exploitant tient à jour, pour son installation, un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance qui ont été effectuées, leur nature, les défaillances constatées et les opérations préventives et correctives engagées.
- L'exploitant élimine ou fait éliminer les déchets produits dans des conditions propres à garantir les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du Code de l'environnement. Il s'assure que les installations utilisées pour cette élimination sont régulièrement autorisées à cet effet.
- Le brûlage des déchets à l'air libre est interdit.
- Les déchets non dangereux (définis à l'article R. 541-8 du Code de l'environnement) et non souillés par des produits toxiques ou polluants sont récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées

2.3.4. Formation des personnels

VALECO a défini pour son personnel des exigences minimales pour l'accès aux aérogénérateurs, en termes d'aptitude médicale, de formation et d'EPI (Equipements de protection individuels) :

- Aptitude médicale aux travaux en hauteur (certificat ou attestation en cours de validité) ;
- Formation aux travaux en hauteur, incluant une formation à l'utilisation des EPI contre les chutes de hauteur et à l'utilisation du dispositif de secours et d'évacuation de l'éolienne (attestation de formation en cours de validité et, dans tous les cas, datant de moins de 12 mois) ;
- Formation aux premiers secours (attestation de formation en cours de validité et, dans tous les cas, datant de moins de 2 ans) ;
- Formation évacuation d'urgence : 1 fois par an avec le GRIMP sur un parc en exploitation.

Ces exigences minimales sont également applicables aux sous-traitants de la société VALECO intervenant dans les aérogénérateurs.

Outre ces exigences minimales, d'autres formations en matière de santé et sécurité sont requises :

- Formation à la sécurité électrique (en France, il s'agit de l'habilitation électrique),
- Formation à la manipulation des extincteurs.

Toutes les interventions seront réalisées par **des personnels dûment habilités pour des interventions dans un milieu électrique** conformément à la norme NFC 18-510 « Opération sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique- Prévention du risque électrique » Cette norme sera rigoureusement appliquée afin de prévenir le risque électrique.

Toutes les interventions (pour montage, maintenance, contrôles) font l'objet de procédures qui définissent les tâches à réaliser, les équipements d'intervention à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accident. Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.

Afin d'assurer la sécurité des équipes intervenantes, un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne est disposé en partie basse de la tour. Ainsi, lors des interventions sur l'éolienne, les opérateurs basculent ce dispositif sur « commande locale » ce qui interdit toute action pilotée à distance. Toute intervention dans le rotor n'est réalisée qu'après mise à l'arrêt de celui-ci. De plus, des dispositifs de sectionnement sont répartis sur l'ensemble de la chaîne électrique afin de pouvoir isoler certaines parties et protéger ainsi le personnel intervenant. Au-delà de certaines vitesses de vent, les interventions sur les équipements ne sont pas autorisées.

2.4. STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

Conformément à l'article 16 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, aucun produit dangereux ne sera stocké dans les éoliennes et dans les postes de livraison du parc éolien de la Chênaie d'Eole. Les quantités de produits dangereux mis en jeu dans les installations sont précisées dans les tableaux du chapitre V.1.2.

De même, conformément à l'article 20 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020), l'exploitant éliminera ou fera éliminer les déchets produits dans des conditions propres à garantir les intérêts visés à l'article L. 511-1 du Code de l'environnement.

L'exploitant s'assurera que les installations utilisées pour cette élimination sont régulièrement autorisées à cet effet. Le brûlage des déchets à l'air libre sera interdit.

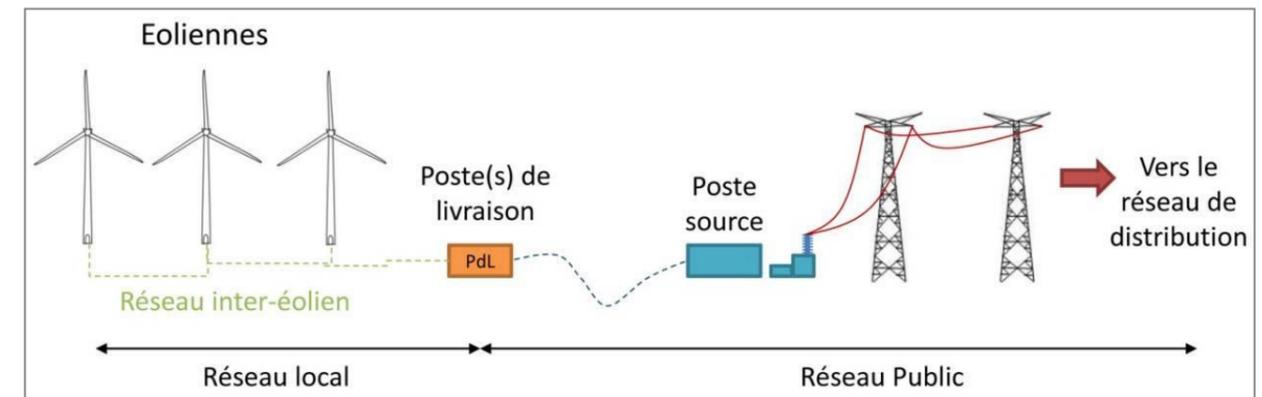
Enfin, conformément à l'article 21 de l'arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'article 15 de l'arrêté du 22 juin 2020), les déchets non dangereux (par exemple bois, papier, verre, textile, plastique, caoutchouc) et non souillés par des produits toxiques ou polluants seront récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées. Les seuls modes d'élimination qui seront autorisés pour les déchets d'emballage seront la valorisation par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir des matériaux utilisables ou de l'énergie.

3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

3.1. RACCORDEMENT ELECTRIQUE

Le seul réseau présent sur le futur parc éolien est le réseau électrique. Une représentation schématique de celui-ci est présentée ci-après.

Figure 29 : Raccordement électrique des installations.



3.1.1. Le réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne. Les liaisons électriques inter-éoliennes et entre les éoliennes et les postes de livraison seront assurées par des câbles souterrains.

La société VALECO sollicite l'approbation de la construction et de l'exploitation des ouvrages de transport et de distribution d'électricité conformément à l'article 24 du Décret n°2011-1967 du 1^{er} décembre 2011 et à l'article L. 323-11 du Code de l'énergie.

3.1.2. Le poste de livraison et le réseau électrique externe

La tension à la sortie du poste de livraison est de 20 kV (20 000 V). Tout le transport de l'énergie se fera en souterrain des éoliennes aux postes de livraison et des postes de livraison au poste source.

L'installation pourra en principe être raccordée au Réseau Public de Distribution HTA par deux postes de livraison implantés en limite de propriété, et probablement raccordés au poste source Pertain 3. La capacité d'accueil de ce poste source est actuellement de 216 MW pour les projets EnR.

Le poste auquel sera raccordé le parc éolien de la Chênaie d'Eole n'est cependant pas arrêté de manière définitive à ce jour. Le poste source, le tracé et les caractéristiques de l'offre de raccordement seront définis avec précision lors de l'étude, qui ne pourra être réalisée par la société ENEDIS qu'après l'obtention de l'Autorisation Environnementale.

Le raccordement sera placé sous la maîtrise d'œuvre de ENEDIS.

La ligne de raccordement sera réalisée en souterrain (câble enterré de 0,80 à 1,20 mètre de profondeur (hors gel) vers le poste source le long des voiries - Routes Nationale, Départementale et Voies Communale privilégiées).

Dans la mesure où la procédure de raccordement n'est lancée qu'après l'obtention de l'autorisation environnementale du parc éolien, le tracé de la ligne de raccordement n'est à ce jour pas déterminé, même si on peut indiquer que, dans le cas général, celui-ci reste sur le domaine public. Le tracé exact du câblage électrique externe au parc éolien fera l'objet d'une demande d'article 50 du décret n°75781 du 14 août 1975 auprès de l'administration.

3.2. AUTRES RESEAUX

Aucun véritable réseau autre que le réseau électrique et le réseau fibre optique ne sera présent sur le futur parc éolien car non nécessaire pour son fonctionnement. Pour chaque câble, des gaines blindées visant à limiter au maximum tout rayonnement électromagnétique seront utilisées. Le parc éolien de la Chênaie d'Eole 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.

IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS
2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION
3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

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

Ainsi, 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.

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 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...).

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

Les risques associés aux différents produits concernant le site du futur parc éolien sont :

- L'incendie : des produits combustibles sont présents le site. Ainsi, la présence d'une charge calorifique peut alimenter un incendie en cas de départ de feu.
- La toxicité : Ce risque peut survenir suite à un incendie créant certains produits de décomposition nocifs, entraînés dans les fumées de l'incendie.
- La pollution : En cas de fuite sur une capacité de stockage, la migration des produits liquides dans le sol peut entraîner une pollution, également en cas d'entraînement dans les eaux d'extinction incendie.

L'ensemble des informations concernant les dangers pour la santé et l'environnement lié à l'utilisation des produits dangereux et les mesures préventives à adopter est fourni dans les fiches de données sécurité (FDS) qui seront affichées sur site.

Les chapitres qui suivent ont pour but de synthétiser les dangers des produits stockés et utilisés sur le site sur la base de leurs propriétés.

1.1. CLASSIFICATION DES SUBSTANCES DANGEREUSES

Les substances stockées ou employées sur site peuvent être associées à un symbole de risque. Le classement donné est conforme à l'arrêté du 20 Avril 1994 modifié en janvier 2009 relatif à la déclaration, la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances.

Les abréviations utilisées dans les différentes catégories de dangers sont les suivantes :

- explosif : E ;
- comburant : O ;
- extrêmement inflammable : F+ ;
- facilement inflammable : F ;
- inflammable : R 10 ;
- très toxique : T+ ;
- toxique : T ;
- nocif : Xn ;
- corrosif : C ;
- irritant : Xi ;
- sensibilisant : R 42 et/ou R 43 ;
- cancérogène : Carc. Cat (1) ;
- mutagène : Mut. Cat. (1) ;
- toxique pour la reproduction : Repr. Cat. (1) ;
- dangereux pour l'environnement : N et/ou R.52, R.53, R.59.

(1) La catégorie appropriée de la substance cancérogène, mutagène ou toxique pour la reproduction (1, 2 ou 3) est indiquée.

1.2. PRODUITS MIS EN ŒUVRE SUR LE SITE

Les produits les plus fréquemment présents en phase d'exploitation sont :

- L'huile hydraulique (circuit haute pression) dont la quantité présente est de l'ordre de 260 litres.
- L'huile de lubrification du multiplicateur (environ 300 à 400 litres).
- L'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), qui est utilisée comme liquide de refroidissement, dont le volume total de la boucle est de 120 litres).
- Les graisses pour les roulements et systèmes d'entrainements.
- L'antigel.
- Les lubrifiants, décapants, produits de nettoyage.
- L'hexafluorure de soufre (SF₆), qui est le gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique. La quantité présente varie entre 1.5 kg et 2.15 kg suivant le nombre de caissons composant la cellule.

Ces substances ou produits chimiques seront présents en quantité restreinte sur le futur parc éolien.

Leurs caractéristiques sont reprises dans le tableau de synthèse ci-après :

Tableau 19 : Caractéristiques des produits ou substances chimiques présents sur le site

Produits	Utilisation	Phrase de risques	Symbole	N° CAS	Masse volumique	Point éclair	Limites d'inflammabilité (d'explosivité) (% volumique dans l'air)	Viscosité	Solubilité	Quantité présente
Huile hydraulique	Utilisée pour le circuit haute pression (centrale hydraulique utilisée pour maintenir en pression le circuit d'huile servant à l'orientation des pales et le circuit de frein	R10 ; Inflammable. R65 ; Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion. R66 ; L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau. <u>Remarque</u> : ce produit contient des composants présentant individuellement des dangers associés à des phrases de risques.	/	/	0,9 kg/l	> 150°C	Inférieure: Non disponible Supérieure : Non disponible	>28 mm ² /s	Insoluble dans l'eau	De l'ordre de 300 litres (fréquemment TEXACO Way, Lubricant, RENOLIN HVI 32 GA,, MEROPA WM 320, MOBILGEAR SHC XMP 320, SHELL Tellus Oil T32, 24498 RANDO HDZ 32
Huile de lubrification	Utilisée au niveau du multiplicateur	/	/	/	0.86 kg/l à 15.6 °C	205°C	LEL: 0.9 UEL: 7.0	335 mm ² /s à 40°C 38.3 mm ² /s à 100°C	Solubilité dans l'eau négligeable	Entre 300 à 400 litres dans chaque éolienne (fréquemment Mobil Gear SHCXMP 320)
Antigel	/	<u>Remarque</u> : ce produit contient des composants présentant individuellement des dangers associés à des phrases de risques : Ethylène-glycol : Xn R 22 (Nocif en cas d'ingestion) 2-ethylhexanoate de Sodium : Xn R 63 (Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant)	/	107-21-1 19766-89-3	1.0 kg/l à 15 °C	/	/	/	100% soluble dans l'eau	(fréquemment HAVOLINE XLC 50/50)

Produits	Utilisation	Phrase de risques	Symbole	N° CAS	Masse volumique	Point éclair	Limites d'inflammabilité (d'explosivité) (% volumique dans l'air)	Viscosité	Solubilité	Quantité présente
Eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol)	Utilisée comme liquide de refroidissement	<p><u>Remarque</u> : ce produit contient des composants présentant individuellement des dangers associés à des phrases de risques</p> <p>Ethylène-glycol : Xn R 22 (Nocif en cas d'ingestion)</p> <p>2-ethylhexanoate de Sodium : Xn R 63 (Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant)</p>	/	107-21-1 19766-89-3	1.0 kg/l à 15 °C	/	/	/	100% soluble dans l'eau	Environ 120 litres
Hexafluorure de soufre (SF6)	Gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique (possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important)	/	/	2551-62-4	1,4 kg/l	<p>Gaz liquéfié non inflammable et non toxique.</p> <p>En cas d'incendie la décomposition thermique peut conduire aux fumées toxiques</p> <p>et/ou corrosives suivantes : Fluorure d'hydrogène et Dioxyde de soufre</p>	/	/	Solubilité dans l'eau : 41 mg/l	<p>La quantité présente varie suivant le nombre de caissons composant la cellule</p> <p>entre 1,5 kg et 2,15 kg</p>

Quelques produits chimiques peuvent être manipulés sur le parc. Ils sont apportés par les équipes d'intervention et repris en fin d'opération.

- Inflammabilité et comportement vis à vis de l'incendie

Les huiles, les graisses et l'eau glycolée ne sont pas des produits inflammables. Ce sont néanmoins des produits combustibles qui sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense peuvent développer et entretenir un incendie. Ces produits sont souvent impliqués dans les incendies d'éoliennes.

Certains produits de maintenance peuvent être inflammables mais ils ne sont amenés dans l'éolienne que pour les interventions et sont repris en fin d'opération.

Le SF6 est pour sa part ininflammable.

- Toxicité pour l'Homme

Aucun produit ne présente de caractère de toxicité pour l'Homme, de caractère corrosif et de caractère dangereux pour l'environnement et l'homme.

- Dangerosité pour l'environnement

Vis-à-vis de l'environnement, le SF6 possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont très limitées (seulement 1 à 2 kg de gaz dans les cellules de protection).

Les huiles et graisses, même si elles ne sont pas classées comme dangereuses pour l'environnement, peuvent en cas de déversement au sol ou dans les eaux entraîner une pollution du milieu. A noter qu'en cas de fuite d'huile, celle-ci restera confinée dans l'éolienne ou dans les postes de livraison électriques.

Les quantités mises en jeu sont faibles et ne sont pas susceptibles, en cas de problème, de conduire à des effets de nature à porter atteinte de façon significative aux intérêts visés à l'article L. 511-1 du Code de l'environnement.

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

Aucune substance ou produit utilisé ne sont classifiés comme CMR (Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique) au sens de l'article R. 4411-1 et suivants du Code du travail.

Ils seront cependant conservés dans le cadre de la prise en compte du risque incendie.

- Stockage

Les volumes d'huile et de graisses nécessaires au bon fonctionnement des moteurs, roulements et pompes ainsi que les fluides du système hydraulique ne sont pas considérés comme du stockage dans la mesure où ils sont intégrés à la machine et sont nécessaires à son bon fonctionnement.

Aucun produit n'est stocké dans les machines :

- **ni les produits d'entretien / de nettoyage :**

- de tout ou partie de la machine elle-même.
- des outils nécessaires aux maintenances.

- **ni les produits employés pour les maintenances.**

- **ni les déchets issus de la maintenance (même dans le cas où une maintenance dure plusieurs jours).**

Quelle que soit la situation, l'ensemble des produits employés pour la maintenance ainsi que les éventuels déchets dangereux générés par le travail effectué sont remportés par les équipes intervenantes, et ne sont jamais laissés dans l'éolienne.

- Réflexion sur des produits de substitution

Les produits présents sur chaque éolienne (huile, fluide de refroidissement, graisse) sont des produits classiques utilisés dans ce type d'activité. Ils ne présentent pas de caractère dangereux marqué. Une rétention permet de maintenir un risque acceptable. Il n'est donc pas envisagé de produits de substitution.

1.3. ANALYSE DES POTENTIELS DE DANGERS PRESENTES PAR LES INCOMPATIBILITES ENTRE LES PRODUITS ET LES MATERIAUX

De façon à ne pas accroître les potentiels de danger, certains produits présentent des incompatibilités. Les substances appartenant à des classes de risques différentes selon le tableau des incompatibilités des produits chimiques ci-après, doivent être placées dans des zones de stockage séparées.

C'est le cas par exemple des substances comburantes et inflammables, qui stockées ensemble, présenteront un risque plus important.

Figure 30 : Grille de compatibilité des produits dangereux.

	 Inflammable	 Comburant	 Corrosif	 Toxique	 Nocif	 Nocif / Irritant
 Inflammable	+	×	×	×	×	+
 Comburant	×	+	×	×	×	×
 Corrosif	×	×	Base - Base + Acide - Acide + Acide - Base ×	×	×	×
 Toxique	×	×	×	+	+	+
 Nocif	×	×	×	+	+	+
 Nocif / Irritant	+	×	×	+	+	+

Compte-tenu des matières stockées, aucune précaution particulière de séparation des produits selon les règles d'incompatibilité n'est réalisée sur le site.

A noter qu'il n'y a pas d'incompatibilité vis-à-vis des matériaux utilisés pour le stockage des produits présents, les matériaux étant adaptés aux produits.

Aucun produit ne présente d'instabilité particulière.

La réaction chimique ne sera pas retenue pour la suite de l'étude.

2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les éoliennes peuvent présenter des défaillances et présenter un risque pour l'environnement, les infrastructures et les populations environnantes, malgré les équipements de sécurité et les maintenances réalisées.

Les équipements identifiés en première approche comme dangereux et susceptibles, en cas de défaillance, de conduire à des effets de nature à porter atteinte aux intérêts visés à l'article L. 511-1 du Code de l'environnement sont repris ci-après.

Il n'existera pas de stockage aérien et/ou enterré de produits dangereux sur le parc, ni d'opération de transfert de ce type de produits dans les équipements.

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de la Chênaie d'Eole sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau ci-dessous

Tableau 20 : Synthèse de potentiels de dangers liés aux équipements.

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

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute de nacelle	Energie cinétique de chute

Source : INERIS

Compte tenu des caractéristiques des équipements, ceux-ci seront retenus pour la suite de l'étude, un incident physique ayant une probabilité non nulle.

3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

Conformément à la circulaire du 25 juin 2003, relative aux principes généraux des études de dangers des ICPE, la réduction des potentiels de dangers peut être obtenue de différentes manières :

- en supprimant ou substituant aux procédés et aux produits dangereux, à l'origine de ces dangers potentiels, des procédés ou produits présentant des risques moindres ;
- en réduisant autant qu'il est possible le potentiel présent sur le site sans augmenter les risques.

3.1. PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

En ce qui concerne les potentiels de dangers internes aux équipements associés au projet, les équipements et installations présentes ont été optimisés de façon à réduire au mieux les potentiels de danger dans des conditions technico-économiques acceptables.

- ✓ Pour l'équipement en lui-même :

Le Maître d'Ouvrage installera sur le site des éoliennes de dernière technologie limitant ainsi le risque d'incident.

- ✓ Pour les pales :

Le projet intègre uniquement des éoliennes tripales, permettant ainsi de limiter les vibrations et la fatigue du rotor.

- ✓ Pour l'emplacement des éoliennes :

Les éoliennes ont été implantées à une distance de plus de 500 mètres des premières habitations.

- ✓ Substitution des produits utilisés :

Les huiles et lubrifiants utilisés sont des produits de base des installations de réparation et de maintenance qui ne peuvent être remplacés.

- ✓ Pour les zones de manipulation de produits dangereux :

Afin de limiter la pollution des sols et du sous-sol lors d'un déversement accidentel, la zone de fondation est bétonnée.

De plus, les personnes en charge de la maintenance et de l'entretien possèdent une instruction technique relative aux opérations réalisées.

- ✓ Autres :

Une attention particulière est portée sur la prévention des sources d'inflammation possibles (cigarette, portable...) et les travaux à point chaud font l'objet de mesures spécifiques, « le permis feux », qui est associé à un ensemble de mesure permettant de prévenir le risque d'inflammation (surveillance permanente et extincteur à proximité).

En ce qui concerne les potentiels de dangers extérieurs au site :

- ✓ Pour la foudre :

Il n'est pas possible d'agir pour supprimer ou diminuer le nombre d'impacts de foudre. Une protection contre la foudre est installée sur les éoliennes de façon à ne pas ajouter aux risques potentiellement existants, de facteur aggravant qui pourrait conduire :

- à l'apparition d'un incendie :
 - de matières combustibles ou de matériaux inflammables,
 - de construction,
- à des discontinuités dans l'écoulement des courants de foudre préjudiciables dans le cas d'atmosphères explosibles (gaz, vapeurs, poussières en couche ou en nuage).

Toutes les éoliennes sont équipées d'un système de protection contre la foudre conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400. Compte tenu de leur situation et des matériaux de construction, les pales sont les éléments les plus sensibles à la foudre. En effet, le point haut de l'éolienne est constitué du sommet de la pale et représente donc un point singulier en cas d'orage. De plus, les matériaux constituant la pale sont des matériaux synthétiques (résine et fibre de verre) mauvais conducteurs électriques et donc ne facilitant pas l'écoulement des charges en cas de coup de foudre.

Les protections installées sont considérées comme suffisantes pour qu'une Analyse des Risques Foudre (ARF) ne soit pas à réaliser conformément à l'Arrêté du 15 janvier 2008 et à sa circulaire du 24 avril 2008 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées.

✓ Pour le Transport de Matières Dangereuses :

Aucune mesure n'a été prise pour protéger le parc éolien des accidents majeurs de transport de matières dangereuses sur les voies de communication proches qui ne sont pas liés à son activité.

De plus, les faibles quantités transportées de produits dangereux pour son activité ne justifient pas la mise en place d'une procédure spécifique.

3.2. UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la Directive n° 2010/75/UE du 24/11/10 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution), dite directive IED, afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles.

Pour l'essentiel, la directive IED vise à minimiser la pollution émanant de différentes sources industrielles dans toute l'Union Européenne. Les exploitants des installations industrielles relevant de la directive IED 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.

ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE
2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL
3. INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT
4. SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR 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 le parc éolien projeté.

Les accidents et incidents représentatifs ont été analysés pour établir un retour d'expérience au bénéfice de l'exploitation du site. Il n'existe actuellement aucune véritable base de données officielle en France recensant l'accidentologie dans la filière éolienne. Néanmoins, il a été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisée, etc.). Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information.

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

A noter que les bases de données consultées ne regroupent que les accidents ou incidents déclarés et connus. Aucune obligation de déclaration des accidents ou incidents sur des aérogénérateurs n'était obligatoire avant le classement en ICPE de ces installations. Le recensement des accidents présenté est basé sur l'honnêteté de la communication des constructeurs ou exploitants de parcs éoliens. L'ensemble des tableaux suivants ne saurait donc être exhaustif. Dans les tableaux qui suivent, sont repris les accidents pertinents liés aux activités / installations étudiées survenus sur des installations et activités similaires à celles objet de notre étude et leur typologie/conséquences. Cette synthèse exclut les accidents du travail (hors champ ICPE) et les événements qui n'ont pas conduits à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs.

1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

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

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).

⁷ Cette base de données dresse l'inventaire des accidents technologiques et industriels survenus en France et dans le monde. Elle recense essentiellement les événements accidentels qui ont ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Ce recensement qui dépend largement des sources

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 :

- Le rapport sur la sécurité des installations éoliennes de juillet 2004 du Conseil général des Mines ;
- La base de données ARIA exploitée par le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI)⁷ du Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement ;
- Les données collectées sur des sites traitant du domaine de l'éolien (Vent de colère, Vent du bocage, Caithness Windfarm Information Forum, Articles de presse divers ...) ;
- Les Communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens ;
- Le site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable ».

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.

1.1. ANALYSE DU RAPPORT SUR LA SECURITE DES INSTALLATIONS EOLIENNES DU CONSEIL GENERAL DES MINES

Le rapport sur la sécurité des installations éoliennes de juillet 2004 du Conseil général des Mines (N° 04-5) mentionne les accidents suivants survenus sur le territoire français :

- **Quatre incidents majeurs** ayant entraîné des dégâts importants, voire la ruine de la machine (effondrement) ont été identifiés par la mission en France métropolitaine :
 - En novembre 2000, le mât d'une machine VESTAS V39 de la ferme éolienne de Port la Nouvelle (Aude) s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale.
 - Le 28 décembre 2002, lors de l'installation d'une des éoliennes (0,85 MW) du parc de Nevian Grande Garrigue (Aude) : **cité ci-après dans le tableau de la base de données ARIA.**
 - Le 1^{er} janvier 2004 au Portel (Boulogne-sur-Mer) : **cité ci-après dans le tableau de la base de données ARIA.**
 - Le 20 mars 2004 à Loon Plage (port de Dunkerque) : **cité ci-après dans le tableau de la base de données ARIA.**

d'informations publiques et privées ne peut être considéré comme exhaustif. Les accidents survenus hors des installations mais liés à leur activité sont aussi traités, en particulier ceux mettant en cause le transport de matières dangereuses.

Par ailleurs, des incidents importants susceptibles de porter atteinte à la sécurité (et pour certains, de même type et niveau de gravité que ceux cités ci-dessus) sont intervenus sur divers sites :

- des bris de pales ont entraîné l'éjection de masses plus ou moins importantes. Un tel incident semble être intervenu à Salles-Limousis (3 pales brisées retrouvées au pied des machines) ainsi qu'à Wormhout (Nord) en février 2002. Les pales de conception anciennes et disposant de volets d'extrémité seraient plus sensibles à ce type d'incident.
- Plusieurs fermes d'éoliennes auraient subi d'importants dégâts, et notamment des débuts d'incendie, par suite de coups de foudre.

A la date du rapport, aucun accident affectant des tiers ou des biens appartenant à des tiers n'est à déplorer.

1.2. ANALYSE DE LA BASE DE DONNEES ARIA

La recherche d'accident sur la base de données ARIA a été menée parmi les plus de 54 000 accidents recensés à l'aide de mots-clés, de critères de typologie d'accident et de critères d'activité. Les résultats de cette recherche – hors accidents répertoriés dans les bases de données spécifiques ci-après - mettent en évidence les accidents français pertinents (hors accident du travail) ci-dessous à la date de la rédaction de cette étude, repris dans le tableau ci-après.

Tableau 21 : données d'accidentologie externe de la base ARIA (mises à jour juin 2024).

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N°61371	28/09/2023	LOUVILLE-LA-CHENARD (28)	Choc entre un Râle d'eau et une pale d'éolienne	Collision avec l'éolienne lors de la migration automnale de l'espèce.
N°61372	27/09/2023	MELAGUES (12)	Choc entre une hirondelle des fenêtres et une pale d'éolienne	Phénomène de barotraumatisme lors de la migration automnale de l'espèce.
N°61404	19/09/2023	ALLEREY (21)	Découverte d'un cadavre de rapace sur un parc éolien	Les restes trouvés sont trop partiels, du fait soit d'une fauche, soit du charognage, pour être associés avec certitude à une collision, l'individu ayant pu être braconné.
N°61312	12/09/2023	FLAVIN (12)	Choc entre un rapace et une pale d'éolienne	Collision directe avec l'éolienne pendant la période de dispersion des individus faisant suite à celle de reproduction.
N°61400	11/09/2023	SEGUR (12)	Choc entre un rapace et une éolienne	Collision directe d'un jeune rapace (milan royal) en phase d'apprentissage avec l'éolienne.
N°61228	07/09/2023	CAMPBON (44)	Découverte d'un cadavre de chiroptère sur un parc éolien	Phénomène de barotraumatisme d'une chauve-souris, en période de migration. La chaleur pourrait être un facteur explicatif de l'activité importante de l'espèce sur le parc. Un bridage des éoliennes est en place depuis 5 mois.
N°61084	22/08/2023	ALLEREY (21)	Découverte d'un cadavre de gobemouche noir, espèce protégée vulnérable, à 30 mètres d'une éolienne.	Un phénomène de barotraumatisme, lors d'une vague de migration de l'espèce pendant une période de canicule, serait à l'origine du décès.
N°61070	14/08/2023	ALLEREY (21)	Choc entre un chiroptère, une noctule commune, espèce menacée, et une pale d'éolienne.	Collision avec l'éolienne.
N°60922	12/07/2023	CHANTERAIN (55)	Casse d'une pale d'éolienne.	Un impact de foudre lors des intempéries de la veille au soir serait à l'origine de la détérioration.
N°60803	20/06/2023	CRUSCADES (11)	Choc entre un faucon crécerellette, espèce vulnérable et une pale d'éolienne.	Collision avec l'éolienne.
N°60747	31/05/2023	GRENEVILLE-EN-BEAUCE (45)	Découverte d'un cadavre de linotte mélodieuse, espèce vulnérable et quasi-menacée, sur un parc éolien.	Collision avec l'éolienne.
N°60603	09/05/2023	YVIGNAC-LA-TOUR (22)	Fuite d'huile sur une éolienne. Au total, 180 l de produit ont coulé depuis la nacelle le long du mât et ont pollué le sol.	La fuite a été provoquée par une mauvaise manipulation de la cloche après le remplacement du filtre lors de la maintenance annuelle.

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N°60690	07/05/2023	VILLEVEYRAC (34)	Choc entre un oiseau migrateur, le Serin Cini, espèce protégée, et une pale d'éolienne.	Collision avec l'éolienne.
N°60413	20/03/2023	CHATENAY (28)	Avant 7 h, un feu se déclare au niveau du moteur de la nacelle d'une éolienne à 80 m de haut. La machine est en drapeau. L'incendie se propage en direction des pales.	-
N°60746	14/03/2023	PEUX-ET-COUFFOULEUX (12)	À 12h30, sur un parc éolien, un sous-traitant en intervention constate la chute du spoiler d'une pale d'éolienne.	L'arrachement du spoiler est dû à un desserrage des boulons qui a entraîné un jeu entre le spoiler et la pale qui, à force de vibration, a endommagé la fibre.
N°60487	10/03/2023	BEUREY-BAUGUAY (21)	Découverte d'un cadavre de Milan Royal, espèce menacée, à 30 m d'une éolienne.	Collision avec l'éolienne.
N°60363	09/03/2023	FROIDFOND (85)	Vers 17 h, un feu se déclare sur la nacelle d'une éolienne d'une hauteur de 77 m en tête de pylône, lors de sa remise en tension. L'incendie se propage à une pale de 40 m de longueur.	-
N°60689	02/03/2023	LAPANOUSE-DE-CERNON (12)	Choc entre une éolienne et un Milan Royal, espèce protégée.	Les conditions de vent particulières et le comportement du jeune rapace n'ont pas permis une prise en compte assez précoce pour ralentir suffisamment la rotation des pales et permettre un évitement par l'oiseau.
N°60358	23/02/2023	MOEUVRES (59)	Endommagement de la pale d'une éolienne et incident électrique sur le transformateur de la commune, rompant la communication avec le parc éolien. Des morceaux de pale, mesurant entre 10 et 70 cm, sont ramassés, ainsi que des peignes acoustiques tombés au sol. L'endommagement de la pale est constaté depuis le sol.	-
N60343	31/01/2023	TIGNY-NOYELLE	Vers 14h30, lors d'un redémarrage à la suite d'une opération de maintenance, un dégagement de fumée se produit à l'intérieur d'une éolienne dans un boîtier électrique de 20 000 V.	-
N°60248	17/01/2023	LE BORN (48)	Projection de glace par des éoliennes.	La formation de glace a été induite par les conditions météorologiques très favorables à ce phénomène, chutes de neige et températures négatives. L'incident provient d'un défaut du logigramme de fonctionnement/communication des capteurs de glace. Une défaillance au niveau des systèmes de détection de glace est à l'origine du non-arrêt des éoliennes malgré la présence de glace sur les pales.
N°60333	10/01/2023	LUNAS (34)	Découverte d'un cadavre d'un aigle royal au pied d'une éolienne	Collision avec le rotor
N°60172	09/01/2023	PETIT-CAUX (76)	Vers 15 h, des techniciens sont envoyés sur un parc éolien à la suite d'une alarme incendie sur une éolienne. À leur arrivée, ils constatent un dégagement de fumée au moment de l'ouverture de la porte de la machine. La machine et l'ensemble du parc sont mis à l'arrêt.	-
N°59952	23/11/2022	PLELAN-LE-GRAND	Vers 22h30, un orage touche un réseau électrique et des éoliennes. Une carte électronique est détériorée et la machine s'arrête.	Impact de foudre.

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N°59926	19/10/2022	JONCELS (34)	Vers 20h30, une alerte intrusion se déclenche sur le poste de livraison d'un parc éolien. La supervision à distance est perdue 10 minutes plus tard. Une équipe se rend sur place le lendemain vers 8 h pour vérifier les équipements de communication. A leur arrivée, les techniciens constatent que l'accès au local du poste de livraison abritant le système de communication à distance a été forcé et le matériel informatique vandalisé en partie.	Acte de malveillance.
N°59827	03/10/2022	THIEUX (60)	Cadavre de faucon crécerelle adulte retrouvé à 35 m d'une éolienne.	Phénomène de barotraumatisme.
N°60224	12/05/2022	BESSEY-EN-CHAUME (21)	Un opérateur de maintenance détecte une fuite d'huile hydraulique en provenance du distributeur d'une pale d'une éolienne. L'huile coule hors de la nacelle le long du mât jusqu'au sol. Les techniciens mettent en place un kit antipollution en pied de tour.	La cause de la fuite est un défaut du joint situé entre le distributeur et le vérin. Entre le moment de l'identification de la fuite sur site par les techniciens et la communication de la fuite à l'exploitant, 3 semaines se sont écoulées dont des périodes pluvieuses. La procédure habituelle n'a pas été correctement suivie et aucune excavation de la terre n'a été organisée.
N°59013	30/04/2022	ROQUETAILADE-ET-CONILHAC	Vers 18 h, avec un vent de 9 m/s et par temps clair, la pale d'une éolienne tombe et se casse au pied de l'éolienne sans occasionner d'autres dégâts.	La chute de la pale fait suite à une rupture du roulement de pale. La bague extérieure solidaire du moyeu est ouverte et les billes de roulement sont tombées au sol. La casse de boulons est constatée sur un secteur supérieur à 180 °.
N°58897	02/04/2022	SAINT-FELIX-LAURAGAIS (31)	À 9h27 un samedi, sur un parc éolien contenant 11 éoliennes, une pale d'éolienne composée de fibre de verre et de carbone de 40 m s'effondre partiellement en haut d'un mât de 60 m. Une partie de celle-ci reste suspendue au rotor.	Les jours précédents l'incident, 2 tempêtes de vent se sont produites. La nuit avant l'événement (à 20h40), une erreur du système de régulation de l'orientation (pitch) des pâles apparaît sur l'éolienne. Cette erreur détecte un décalage entre la consigne d'orientation du pitch et la position du moteur sur lequel est le capteur. Une panne/casse mécanique pourrait être à l'origine de l'erreur de pitch.
N°58778	24/02/2022	COUPELLE-VIEILLE (62)	Une cyberattaque du satellite de liaison entre le pilotage à distance et le système SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) des éoliennes entraîne la perte de surveillance et de contrôle à distance du parc éolien. Les aérogénérateurs concernés restent en service et produisent de l'énergie électrique. Ils fonctionnent en mode de sécurité automatique.	La perte de communication correspond à l'invasion russe de l'Ukraine. La panne est due à une cyberattaque.
N° 58446	24/12/2021	FECAMP (76)	Vers 19h25, un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne dans un parc éolien. L'éolienne s'arrête automatiquement.	L'exploitant explique cette nouvelle chute d'aérofrein par la combinaison de la rupture d'un tendeur et l'affaiblissement de l'assemblage collé de l'aérofrein.
N° 58412	03/12/2021	LA SOUTERRAINE (23)	Vers 16 h, une éolienne perd une pale qui tombe dans une prairie à environ 60 à 100 m du pied de l'éolienne. Des débris chutent également à proximité de l'éolienne concernée.	À la suite de l'événement des expertises sont menées sur l'ensemble des pales et des investigations complémentaires plus approfondies sont réalisées sur la pale accidentée.
N° 58114	21/10/2021	AUCHAY-SUR-VENDEE (85)	Vers 10 h, le lendemain du passage de la tempête Aurore, les pompiers sont alertés pour une pale de 60 m menaçant de tomber d'une éolienne de 180 m de haut. Une grande partie est pendante toujours solidaire de la tête rotor et des débris ont été projetés entre 100 et 400 m de l'éolienne.	Violentes rafales de vent.
N° 58388	20/10/2021	COOLE (51)	Vers 10h30, une partie en fibre du cône de nez d'une éolienne chute dans un parc éolien. Un périmètre de sécurité est mis en place. Le parc éolien est à l'arrêt, en attente d'inspections.	-
N° 58021	21/09/2021	LA ROCHE-SUR-GRANE (26)	Choc entre un oiseau migrateur et une pale d'éolienne. Lors du suivi de la mortalité aviaire sur un parc éolien, le bureau d'études découvre au sol un cadavre de balbuzard pêcheur, espèce protégée, à 30 m d'une éolienne.	Il s'agit d'une collision avec l'éolienne lors de la migration automnale de l'espèce.

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N°58012	14/09/2021	TREILLES (11)	Une défaillance dans le mécanisme du rotor d'une éolienne (boîte de vitesse) provoque un blocage de ce dernier. La machine est orientée face au vent. L'aérogénérateur est arrêté. Dans l'attente du démontage complet du rotor et en raison d'un risque de déséquilibre susceptible d'entraîner la chute de toute ou partie de l'éolienne, un balisage est mis en place et l'accès est interdit.	-
N° 57040	17/02/2021	SAINTE-ROSE (974)	Vers 23h30, un feu se déclare dans le local base vie d'un parc éolien. Les pompiers interviennent. Un déversement d'huile et de graisse (6 m ³ environ) est visible sur 20 m devant le local.	Après une inspection par le mainteneur de l'éolienne la plus proche de la base vie, il a été constaté qu'une partie du câble de basculement de l'éolienne a été impactée par l'incendie.
N° 55133	29/02/2020	BOISBERGUES (80)	Vers 13h25, un feu se déclare au niveau du moteur d'une éolienne. L'électricité est coupée et l'éolienne est mise à l'arrêt. Un technicien et le groupe d'intervention en milieu périlleux des pompiers sont sur place. Le feu reste sur le mât sans atteindre les pâles. L'éolienne est hors-service.	L'incendie est probablement dû à une fuite d'huile.
N° 56753	13/02/2021	PATAY (45)	Un samedi matin, vers 8 h, une pale se détache d'une éolienne dans un parc éolien. L'exploitant reçoit une alerte de panne d'orientation de la nacelle mettant à l'arrêt la machine vers 11 h. Vers 12 h, une équipe d'intervention constate l'arrachement de fibres de verre sur le bord de fuite de l'une des 3 pâles de la machine.	A la suite d'une analyse de l'état de la pale, un tiers-expert constate un défaut de collage, soit au niveau de la répartition de la colle, soit au niveau de la qualité de la colle.
N° 56765	12/02/2021	PRIEZ (02)	Vers 8 h, la pale d'une éolienne se casse.	La casse est due à un défaut de réparation au niveau du bord de fuite (trou).
N° 56597	12/01/2021	SAINTE-GEORGES-SUR-ARNON (36)	Vers 7 h, une pale d'une éolienne se disloque partiellement.	Lors de l'incident, l'éolienne était soumise à des vitesses de vent (entre 10 et 15 m/s) qui nécessitent une régulation de la puissance produite par le système d'orientation des pâles (pitch contrôle). Pour les 3 pâles simultanément, ce système est inopérant, l'éolienne entre alors en survitesse. Le système de frein aérodynamique se déclenche mais le pitch contrôle ne réagit pas. L'éolienne continue de tourner à grande vitesse jusqu'à la rupture de la pale, aux alentours de 6 h, entraînant l'arrêt de la machine.
N° 56358	15/11/2020	BIGNAN (56)	Vers 7 h, à la suite de vents violents, la pale d'une éolienne s'est délaminiée provoquant sa rupture au niveau de sa moitié. L'éolienne s'arrête sur alarme de vibrations.	Violentes rafales de vent.
N° 55984	01/08/2020	ISSANLAS (07)	Dégagement de fumée en nacelle d'une éolienne.	Le dégagement de fumées résulte de l'échauffement des pièces de protection (vernis, carters en plexiglas, carcasse en caoutchouc) de la génératrice de l'éolienne.
N° 55650	27/06/2020	PLEMET (22)	Un samedi, vers 10 h, une pale de 10 t se détache du rotor d'une éolienne dans un parc éolien composé de 8 machines.	La pale a glissé le long des tiges métalliques qui la relient au rotor. Une perte d'adhérence entre les inserts métalliques de liaison du pied de la pale au moyeu du rotor a conduit à la chute de la pale.
N° 55641	30/04/2020	PLOUARZEL (29)	Une pale de 20 m de long d'une des 5 éoliennes d'un parc éolien présente une pliure. De forts craquements sont audibles à 300 m de l'éolienne. Une partie de 1,5 m chute au sol. Un technicien sur place pour une intervention constate l'avarie vers 11h20.	La pale endommagée présente une détérioration à mi-longueur. Des traces de choc sur le mât sont visibles, la pale a probablement heurté plusieurs fois le mât avant de se briser.

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N° 55456	20/04/2020	LE VAUCLIN (972)	Peu avant 14 h, un feu se déclare sur le générateur d'une éolienne déposée au sol en vue de son démantèlement, programmé au 2ème trimestre 2020, dans un parc éolien comportant 4 éoliennes. Le parc est à l'arrêt depuis le début de l'année 2020. L'incendie de l'huile du transformateur électrique se propage aux broussailles à proximité. Les secours ne pouvant intervenir à cause de la présence d'électricité, un technicien de la société propriétaire de l'éolienne se rend sur place pour couper le courant électrique. Ils évitent la propagation de l'incendie aux alentours, puis éteignent l'incendie vers 16 h une fois l'installation mise hors tension.	Un court-circuit dû à un manico (famille des marsupiaux) serait à l'origine de l'incendie. Un animal est retrouvé mort dans le tableau électrique du transformateur d'une autre éolienne.
N° 55584	31/03/2020	LEHAUCOURT (02)	A 14h30, à l'occasion d'un contrôle visuel effectué depuis le sol, un technicien constate une fissure sur la pale d'une éolienne.	La fissure est due à un défaut de collage au moment de la fabrication de la pale. Les intempéries ont aggravé cette dégradation.
N° 55461	30/03/2020	POISEUL-LA-VILLE-ET-LAPERRIERE (21)	Un parc éolien est mis à l'arrêt à la suite de la découverte de 2 cadavres de Milan royal (rapace diurne, espèce strictement protégée, sensible à l'éolien par collision) au pied de 2 éoliennes.	Arrêt d'éoliennes à la suite de décès d'oiseaux.
N° 55294	24/03/2020	FLAVIN (12)	A 9h40, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne. Un riverain alerte les pompiers qui préviennent l'exploitant. A 9h42, l'exploitant perd la communication avec l'éolienne. La caméra du site confirme l'incendie. Le disjoncteur est ouvert à distance. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. A 12 h, l'incendie est terminé. Les 4 autres éoliennes sont arrêtées.	Des coulures d'huiles sont visibles sur la partie supérieure du mât mais aucune pollution du sol n'est constatée. L'incendie est limité à la nacelle et au rotor.
N° 55311	26/02/2020	THEIL-RABIER (16)	Une pale d'éolienne se rompt sur un parc comportant 12 éoliennes. L'éolienne s'arrête en sécurité et le reste des machines du parc sont mises à l'arrêt à distance par l'exploitant.	Des dommages au niveau du bord de fuite, situé à l'opposé du bord d'attaque de la pale, ont conduit au cisaillement des longerons. Les semelles en carbone fixant les longerons aux coques se sont rompues. La pale n'est alors plus rigide. L'éolienne détectant un défaut, se met à l'arrêt en plaçant la pale face au vent. C'est à ce moment-là, qu'elle se disloque et une partie tombe au sol.
N°55055	09/02/2020	BEAUREVOIR (02)	Dans la nuit, une pale d'une éolienne située dans un parc composée de 5 machines, se brise lors du passage de la tempête Ciara. L'exploitant se rend sur place pour sécuriser la zone. L'éolienne était à l'arrêt, pour une opération de maintenance, au moment de la tempête.	Violentes rafales de vent.
N°55227	09/02/2020	WANCOURT (62)	Le lendemain du passage de la tempête Ciara, des dommages sont visibles au niveau de l'aileron de la nacelle d'une éolienne. L'exploitant sécurise l'accès au site par la mise en place d'un périmètre de sécurité. L'aileron est sanglé par les pompiers puis le lendemain par le maintenancier. L'éolienne ne redémarrera pas avant que les causes profondes de l'incident ne soient déterminées.	Violentes rafales de vent.
N°54820	17/12/2019	AMBONVILLE (52)	A 14h20, un feu se déclare en partie basse d'une éolienne. Les pompiers interviennent à l'aide d'un extincteur à poudre.	L'origine du départ de feu serait liée à une défaillance électrique.
N°54985	16/12/2019	POINVILLE (28)	Vers 12h30, un feu sans flamme se déclare sur une éolienne d'un parc éolien. A 13h10, de la fumée blanche est constatée.	Seules les gaines protectrices des câbles de puissance ont brûlé sur 10 m de long. L'expert en assurance suppose une combustion sans flamme et estime la température atteinte en nacelle en dessous de 100 °C.
N°54810	09/12/2019	LA FORET-DE-TE SSE (16)	Vers 18 h, un riverain constate la chute d'un bout de pale de 7 m d'une des 12 éoliennes du parc. L'éolienne concernée s'arrête. L'exploitant met en sécurité les 11 autres éoliennes. Un périmètre de sécurité de 150 m et une surveillance sont mis en place pour interdire l'accès au public.	L'exploitant recherche les causes de cette rupture sachant qu'aucun emballement du rotor n'a été détecté dans les secondes qui ont précédé l'incident. Le lot de fabrication de la pale sinistrée est identifié par le constructeur. Les contrôles réalisés le lendemain du sinistre sur l'ensemble des 11 autres éoliennes n'identifient pas de dommage, d'imperfection ou de trace de foudre.

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N°54898	06/12/2019	AVELANGES (21)	Vers 15 h, alors qu'une équipe d'installation réalise un travail d'étiquetage sur une éolienne, cette dernière commence à tourner malgré l'absence de raccordement électrique. L'équipe évacue en urgence par l'échelle. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité de 800 m autour de l'équipement.	La mise en mouvement non contrôlée est due à une erreur de positionnement des angles des pales la veille de l'accident à 18 h et à la présence de vent violent.
N°54761	28/11/2019	HANGEST-EN-SANTERRE (80)	Dans un parc éolien, le capot se situant à l'extrémité de la nacelle d'une éolienne se décroche et tombe au sol. L'éolienne concernée ainsi que l'ensemble du parc sont mis à l'arrêt.	Cause non identifiée.
N°54407	04/09/2019	ESCALES (11)	Vers 19h30, l'arrêt d'urgence d'une éolienne se déclenche sans cause identifiée. Cet arrêt est anormalement brutal si bien que 2 aéofreins se détachent d'une des pales de l'éolienne. L'un est retrouvé à 5 m du pied de l'éolienne, l'autre à 65 m. L'exploitant arrête l'ensemble des éoliennes du parc. Le rotor de l'éolienne incriminée est bloqué mécaniquement. Un périmètre de sécurité de 20 m est mis en place. Les débris ramassés sont envoyés vers une filière de recyclage agréée.	Cause non identifiée.
N°53955	03/07/2019	SIGEAN (11)	A 18 h, une éolienne d'un parc s'arrête automatiquement à la suite d'une alarme vibration provoquée par un impact de foudre. Le lendemain, à 10 h, l'exploitant constate un impact sur le milieu de la pale et une ouverture du bout de pale sur 2 m. L'exploitant découpe l'extrémité de la pale endommagée pour éviter sa rupture complète. Le morceau de pale est stocké en vue d'une expertise. La machine est à l'arrêt et le rotor en position de sécurité.	Impact de foudre.
N°53894	27/06/2019	CHARLY-SUR-MARNE (02)	Vers 9 h, lors d'une maintenance, 2 techniciens constatent qu'une pale d'une autre éolienne présente un angle anormal. Ils demandent au centre de maintenance l'arrêt à distance de cette éolienne. Vers 9h30, lors de la mise à l'arrêt, le bout de la pale abîmée est projeté en 2 morceaux, l'un à 15 m, l'autre à 100 m dans l'enceinte du parc éolien. L'exploitant arrête l'ensemble des éoliennes du parc.	Après expertise de la pale, il est constaté un contact inadéquat de la coque côté extradors et des bords avec l'adhésif du longeron.
N°53857	18/06/2019	QUESNOY-SUR-AIRAINES (80)	Vers 17 h, un feu se déclare sur une éolienne située dans un parc éolien qui en compte 5. Les équipes de maintenance du site maîtrisent l'incendie. Les pompiers alertés par le parc éolien réalisent des contrôles thermiques pour confirmer l'extinction. Le lendemain, des pièces déposées au pied de l'éolienne à la suite de l'incendie sont dérobées.	D'après la presse, un court-circuit sur un condensateur est à l'origine du sinistre.
N°53429	02/04/2019	EQUANCOURT (80)	Dans l'après-midi, lors d'un épisode orageux, la foudre touche une des 12 éoliennes d'un parc éolien. Après constat sur place, l'éolienne est arrêtée à distance à 18h30. Une équipe technique, arrivée sur place à 20h37, place les pales en drapeau et positionne la pale impactée vers le bas, le long du mât, pour éviter tout risque complémentaire. La zone au pied de l'éolienne est balisée pour prévenir tout risque d'accident.	Impact de foudre.
N°53562	12/02/2018	AUTECHAUX (25)	A la suite d'une fissuration constatée sur une bague extérieure de roulement de pale d'une éolienne d'un parc éolien de même technologie hors de France, l'exploitant inspecte cette pièce sur 3 de ses parcs éoliens comprenant 43 éoliennes. Ces contrôles mettent en évidence 6 fissurations sur des roulements de pale positionnés entre la base de la pale et le moyeu.	L'origine des fissurations serait un défaut d'alésage qui, sous contrainte, conduirait à une fissuration par fatigue de la bague au niveau d'une zone d'amorçage propice constituée par les trous d'introduction des billes dans les roulements.
N°53139	30/01/2019	ROQUETAILLADE-ET-CONILHAC (11)	Vers 13 h, une pale d'une éolienne se rompt et chute au sol. Plusieurs vis provenant du moyeu à roulement de la pale sont retrouvées au sol.	L'exploitant ne constate pas de dommage structurel sur le reste de l'éolienne. Le mat est intact, ainsi que les fondations. Certaines des vis retrouvées au sol présentent des ruptures franches, des éléments distinctifs de fatigue et des traces de corrosion. Cette corrosion pourrait avoir été engendrée par une précharge insuffisante lors du serrage.

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N°53010	23/01/2019	BOUTAVENT (60)	A 13h25, une coupure du réseau public de distribution d'électricité provoque l'arrêt d'un parc éolien comptant 2 éoliennes. L'une s'arrête conformément aux procédures de sécurité, tandis que l'autre entre en survitesse. Les pales de celle-ci, qui ne sont plus ralenties du fait de l'arrêt du générateur, restent en position de production. La survitesse durant 40 minutes entraîne le délaminage d'une pale (cisaillement longitudinal dans l'épaisseur). Le balourd en résultant plie en 2 du mât de 66 m vers 14h40. Des débris sont projetés dans un rayon de 300 m.	La mise en repli d'une éolienne est permise par la rotation des pales à 90° sur elle-même. La rotation d'une seule pale est suffisante pour mettre à l'arrêt l'éolienne. Un moteur à la base de chaque pale dans le rotor commande la rotation. En cas de perte d'alimentation électrique, un jeu de 18 batteries au plomb, raccordées en série pour chaque pale, alimente ces moteurs. Les jeux sont autonomes. Les contrôles réalisés a posteriori sur les batteries révèlent que les batteries chargées ne disposaient pas de la puissance nécessaire (charge disponible de 43 Ah pour une charge théorique de 129,6 Ah).
N°52993	20/01/2019	ROUSSAS (26)	Dans la nuit, un feu se déclare sur 2 éoliennes d'un parc composé de 12 aérogénérateurs. Les éoliennes sont lourdement endommagées.	D'après la presse, il s'agit d'un acte criminel. Un accident similaire était survenu en juin 2018, dans un parc éolien proche appartenant au même exploitant (ARIA 51675).
N°52967	17/01/2019	BAMBIDERSTROFF (57)	Vers 15h, dans un parc éolien, une pale d'éolienne se rompt. Deux morceaux, l'un de 5 m (coque) et l'autre de 28 m (fibre de verre), chutent au sol. Celui de 28 m est projeté à 100 m de l'éolienne. L'exploitant arrête les 5 autres aérogénérateurs du parc à 15h17. Il met en place un périmètre de sécurité et ramasse la totalité des débris.	Selon les premiers éléments d'analyse, un défaut d'adhérence dû à un manque de matière entre la coque en fibre de verre et le cœur de la pale serait à l'origine de cette rupture.
N°52838	03/01/2019	LA LIMOUZINIÈRE (44)	Vers minuit, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne de 78m de haut. Des riverains donnent l'alerte. L'exploitant arrête les 4 autres éoliennes du parc à 2h05. De nombreux débris enflammés tombent au sol. Un feu se déclare au pied de l'aérogénérateur. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité de 150m. La nacelle de l'éolienne est détruite ainsi que la base des 3 pales.	Selon les premiers éléments de l'enquête, une avarie sur la génératrice de l'éolienne semble être à l'origine de l'incendie.
N°52638	19/11/2018	OLLEZY (02)	À 11h30, un agent de surveillance d'un parc éolien constate la rupture d'une pale d'une éolienne. Un morceau de 40 m est au sol dans un champ voisin, à environ 60 m. Un morceau de 18 m de long reste fixé au rotor. L'exploitant arrête les 9 aérogénérateurs du site.	Les inspections qualité en phase de fabrication relevaient des défauts d'imprégnation dans la fibre biaxiale moulée du longeron principal du côté aspiration de la pale (côté du bord d'attaque). Des échantillons du longeron principal ont été découpés des deux coques de la pale sinistrée. Une ondulation du longeron principal du côté aspiration et des délaminages à l'intérieur du longeron principal du côté pression ont été constatés.
N°52653	18/11/2018	CONILHAC-CORBIÈRES (11)	Les 3 aérofrenes en extrémité des pales d'une éolienne chutent au sol, au pied du mât. L'installation est mise en sécurité. Un accident similaire est survenu sur ce parc au début 2018 (ARIA 51122).	L'éolienne s'est arrêtée à la suite de l'ouverture de la chaîne de sécurité. La rupture des parties en fibre de verre ainsi que de l'axe en carbone de fixation de l'aérofren est constatée.
N°52558	06/11/2018	GUIGNEVILLE (45)	Vers 6 h, une éolienne, de 140 m de haut en bout de pale, s'effondre dans un parc éolien composé de 2 aérogénérateurs (3 MW). L'exploitant arrête l'autre éolienne ainsi que les éoliennes de même type dans 4 autres parcs. L'inspection des installations classées constate sur site que le mât s'est arraché de sa base en béton. Les filetages des boulons de fixation du mât sont arasés et les écrous sont arrachés. Des fissures circulaires sont présentes au niveau de la base en béton.	Le rapport d'analyse par l'exploitant est tierce expertisé. Il est conclu qu'une survitesse de rotation des pales de l'éolienne a conduit à une surcharge de contraintes sur la structure, provoquant son effondrement.
N°52498	17/10/2018	FLERS-SUR-NOYE (80)	Vers midi, un technicien de maintenance détecte une fuite d'huile hydraulique depuis la nacelle d'une éolienne. L'aérogénérateur est arrêté. 150 l d'huiles sont récupérés. Sous l'effet du vent, la zone impactée au pied de l'éolienne, ainsi que des terrains cultivés adjacents, est de 2 000 m².	La mauvaise réalisation d'une activité de maintenance annuelle préventive, la veille de l'événement, en est à l'origine.

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N°52641	28/09/2018	SAUVETERRE (81)	<p>Vers 2h, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne dans un parc éolien. L'exploitant arrête les 4 aérogénérateurs du site. Les pompiers rencontrent des difficultés d'accès à la zone sinistrée. Des éléments enflammés chutent au sol. L'incendie se propage à la végétation voisine.</p> <p>La nacelle, les pales et des armoires de commande en pied de mât sont détruits. La machine est démantelée début novembre. L'incendie impacte également 2,5 ha de végétation, essentiellement une plantation de résineux, qui ont brûlé.</p>	La présence de 2 foyers et de traces d'effraction sur la porte d'accès amènent les secours à conclure à un acte de malveillance.
N°51853	04/07/2018	PORT-LA-NOUVELLE (11)	Vers 18 h, une avarie est constatée sur 2 des pales d'une éolienne : leurs extrémités se sont disloquées. Des éléments sont projetés à 150 m du mât après s'être décrochées.	-
N°51681	05/06/2018	AUMELAS (34)	Un feu se déclare vers 18h45 dans la nacelle d'une éolienne de 70 m de haut. 10 minutes plus tard, l'exploitant découple à distance le parc éolien du réseau électrique. Des éléments de l'éolienne en feu chutent au sol. Les flammes se propagent en partie basse de l'aérogénérateur. La nacelle de l'aérogénérateur est presque totalement détruite.	Selon la presse, un dysfonctionnement électrique serait à l'origine de l'incendie.
N°51675	01/06/2018	MARSANNE (26)	Vers 2h30, un feu se déclare au pied d'une éolienne dans un parc composé de 8 aérogénérateurs. L'incendie se propage jusqu'à sa nacelle. La nacelle est entièrement brûlée ainsi que la base des pales mais celles-ci restent en place. Une deuxième éolienne fait également l'objet d'un départ de feu, mais celui-ci est resté confiné à sa base.	La gendarmerie conclut que l'origine de l'événement est criminelle : les portes d'accès aux éoliennes impliquées ont été fracturées et du combustible est découvert.
N°53153	08/03/2018	VILLERS-GRELOT (25)	Dans un parc de 14 éoliennes, l'alarme de suivi des vibrations de composants mobiles de l'une d'elle s'active. La machine s'arrête automatiquement. Une équipe de l'exploitant se rend sur place. Elle constate qu'une dent de l'arbre rapide, situé entre le multiplicateur et la génératrice, est cassée. Aucune conséquence n'est relevée sur d'autres composants ou l'environnement.	L'exploitant contacte le fabricant de l'éolienne. Ce dernier détecte un défaut de fabrication au niveau de la couronne dentée de l'arbre rapide : une inclusion de bulle d'air est découverte dans l'acier.
N°51122	06/02/2018	CONILHAC-CORBIERES (11)	<p>Vers 11h30, l'aéofrein d'une pale d'éolienne chute au sol dans un parc éolien. L'équipe technique présente sur site arrête l'aérogénérateur. La zone est sécurisée, les débris ramassés.</p> <p>Un accident similaire est survenu sur ce parc 2 ans auparavant (ARIA 47675).</p>	À la suite d'un défaut sur l'électronique de puissance, l'éolienne est passée en arrêt automatique par sollicitation du freinage aérodynamique. Lors de l'ouverture de l'aéofrein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute.
N°50905	04/01/2018	NIXEVILLE-BLERCOURT (55)	Dans un parc éolien, l'extrémité d'une pale d'une éolienne de 2 MW se rompt lors d'un épisode venteux. Un morceau de 20 m chute au sol. L'exploitant sécurise la zone. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m.	Episode venteux.
N°50913	01/01/2018	BOUIN (85)	En début de matinée lors d'une tempête, le mât d'une éolienne de 60 m de haut se brise en 2. Les 55 m supérieurs de l'éolienne chutent au sol. Des débris s'éparpillent sur une surface assez importante. Le rotor est enfoncé dans le sol. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. L'exploitant arrête les 7 autres éoliennes du parc et met en place un gardiennage.	Violentes rafales de vent - La machine ne s'arrête pas à cause d'une usure anormale des blocs de frein du système d'orientation des pales.
N°50694	08/11/2017	ROMAN (27)	En fin d'après-midi, le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne tombe au sol dans un parc éolien. Cette pièce, en matériaux composites, mesure 2 m de diamètre et pèse plusieurs dizaines de kg. Elle supporte une armoire électrique.	L'exploitant conclut que la chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages. La procédure n'aurait pas été respectée lors du montage des turbines.

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N°50148	04/08/2017	PRIEZ (02)	<p>Vers 3 h une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol. L'aérogénérateur se situe dans un parc composé de 7 machines. Un agriculteur voisin, réveillé par la chute de la pale, donne l'alerte. Une alarme se déclenche auprès du fabricant. Les débris sont retrouvés par l'exploitant au pied du mât le matin. Il en sécurise l'accès et fait surveiller la zone. L'inspection des installations classées demande la mise à l'arrêt de tous les aérogénérateurs du parc dans l'attente de la compréhension de l'événement.</p> <p>Le parc vient d'être construit et entre dans sa phase de mise en service. Les premiers essais sur le mât ont commencé deux semaines avant l'incident.</p> <p>Le fabricant précise que la pale s'est brisée lors de sa descente et était en position basse lors de sa rupture.</p>	Cause non identifiée.
N°50291	17/07/2017	FECAMP (76)	Vers 23h30, un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne dans un parc éolien. Le lendemain matin, un agent de maintenance découvre l'équipement au pied du mât de 49 m. La clôture du site est endommagée. L'éolienne est arrêtée.	L'exploitant conclut que le desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en serait à l'origine.
N°49902	24/06/2017	CONCHY-SUR-CANCHE (62)	Vers 23h30, une pale d'une éolienne se brise au niveau de sa jonction avec le rotor dans un parc éolien. La pale chute à la verticale, au pied du mât. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m. L'exploitant arrête l'installation ainsi que les 4 autres aérogénérateurs du site, du même modèle.	Cause non identifiée.
N°49768	08/06/2017	AUSSAC-VADALLE (11)	Durant la nuit lors d'un orage, une partie d'une pale d'une éolienne chute au sol. Le lendemain matin, l'exploitant arrête les 4 éoliennes de son parc. Il collecte les débris tombés dans une zone de 50 à 100 m du mât et met en place un balisage. Il avertit l'exploitant agricole propriétaire du champ où est installée l'éolienne.	Impact de foudre Survenu à 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuite, puis une déchirure du fragment.
N°49746	06/06/2017	ALLONNES (46)	Vers 18 h, un feu se déclare dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant met en sécurité les 17 machines du parc éolien. Les secours coupent la circulation sur la N154. L'incendie s'éteint seul, à la fin de la combustion de la nacelle, vers 19h30. La nacelle et le rotor sont totalement calcinés. Une partie des pales ainsi que le haut du mât ont été touchés par l'incendie. Des éléments sont tombés au sol. L'exploitant met en place un gardiennage.	Des coulures d'hydrocarbures sont constatées sur le mât. Les dégâts sont de nature à compromettre la stabilité mécanique du mât, de la nacelle, des pales et du rotor de l'éolienne. En première hypothèse, l'exploitant indique qu'un défaut des condensateurs du boîtier électrique, situé dans la nacelle, pourrait être à l'origine du sinistre.
N°49374	27/02/2017	TRAYES (79)	Vers 22 h, le système d'exploitation d'un parc éolien émet des alarmes portant sur l'une des éoliennes : mise à l'arrêt de l'éolienne et incohérence entre les vitesses de rotation du rotor et de l'arbre de la génératrice électrique. Le lendemain matin, l'exploitant constate sur place que les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m. L'exploitant place les 4 autres éoliennes du parc en position de sécurité et initie des expertises. Il collecte les débris et sécurise le site.	L'exploitant envisage qu'un défaut au niveau du bord d'attaque de la pale puisse être la cause du bris de pale. Il écarte les possibilités d'un impact de foudre, ou de fortes rafales de vent.
N°49359	27/02/2017	LAVALLEE (55)	Lors d'un orage, la pointe d'une pale d'éolienne se rompt. L'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne. L'ensemble du parc éolien, qui compte 4 éoliennes de 2 MW et 80 m de haut, est mis à l'arrêt. Les débris sont ramassés et traités par une société spécialisée, pour expertise.	Une rafale de vent extrême ayant été mesurée dans les secondes précédant la rupture, cette origine est privilégiée pour expliquer la casse de la pale. Le contrôle de 2 autres éoliennes du parc ne révèle pas de défaut.
N°49151	18/01/2017	NURLU (80)	<p>Un particulier constate qu'une pale d'éolienne est tombée au sol et s'est brisée en plusieurs morceaux. Il informe l'exploitant qui arrête toutes les machines du parc en activité. Arrivés sur site à 11h30, des agents demandent la mise en sécurité de l'éolienne et mettent en place un périmètre de sécurité autour de la zone.</p> <p>Sur place le lendemain, l'inspection des installations classées constate que les 2/3 de la pale sont brisés, mais que son armature est toujours en place. L'essentiel des débris se situe à moins de 90 m du mât. Les débris les plus lourds sont à moins de 27 m.</p>	Selon la presse, la tempête survenue quelques jours auparavant pourrait être à l'origine de la chute.

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N°49104	12/01/2017	TUCHAN (11)	Vers 4 h, au cours d'un épisode de vents violents, les 3 pales d'une éolienne chutent au sol. L'exploitant collecte les morceaux de fibre de carbone répartis autour du mat de 40 m de l'éolienne. Des impacts sur le mat sont visibles. Il met en place des barrières et un gardiennage pour en sécuriser l'accès.	Violentes rafales de vent.
N°49413	11/01/2017	LE QUESNOY (59)	Une fissure de 6,5 m de long est constatée sur une pale d'une éolienne. L'exploitant arrête l'installation. Le constructeur de l'éolienne expertise la pale. Le dommage est situé sur l'habillage de la pale et n'affecte pas la partie structurelle. Selon le constructeur, ce défaut est réparable et ne nécessite pas le remplacement de l'intégralité de la pale.	Selon le constructeur, le défaut est un cas isolé et ne présente pas de caractère générique.
N°48471	18/08/2016	DARGIES (60)	Un technicien de maintenance d'un parc éolien constate vers 9 h qu'une éolienne ne tourne plus. Il découvre que de la fumée s'échappe de la tête de l'aérogénérateur, à 80 m de haut. Des pompiers spécialisés dans les interventions en milieux périlleux effectuent une reconnaissance en partie haute de la machine. Ils ouvrent une trappe de ventilation.	Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie. L'armoire électrique ou le pupitre de commande en serait le point de départ.
N°48426	10/08/2016	HESCAMPS (80)	Vers 15 h, un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor. Un technicien maîtrise l'incendie avant l'arrivée des pompiers. Il redescend seul les 70 m de l'échelle intérieure de l'éolienne. Il est légèrement intoxiqué par les fumées. Les pompiers contrôlent l'extinction complète et procèdent à la ventilation.	Une défaillance électrique serait à l'origine du départ de feu.
N°48264	28/05/2016	JANVILLE (28)	Un employé constate un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne.	La défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de l'éolienne est à l'origine de la fuite.
N°47763	07/03/2016	CALANHEL (22)	Une des pales d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. La turbine s'arrête automatiquement.	Une défaillance du système d'orientation de la pale.
N°47680	08/02/2016	DINEAULT (29)	Lors d'une tempête, des vents à 160 km/h endommagent une éolienne : une pale chute au sol, une autre se déchire.	Violentes rafales de vent.
N°47675	07/02/2016	CONILHAC-CORBIERES (11)	L'aéofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol.	Un point d'attache du système mécanique de commande de l'aéofrein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aéofrein.
N°47377	10/11/2015	MENIL-LA-HORGNE (55)	Les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé.	Une défaillance de l'arbre lent, qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice.
N°47062	24/08/2015	SANTILLY (28)	Un feu se déclare sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur. La nacelle étant trop haute pour la grande échelle des pompiers, ces derniers décident de laisser brûler le foyer sous surveillance.	Incident électrique.
N°46237	06/02/2015	LUSSERAY (79)	Un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations.	Incident électrique.
N°53862	05/04/2015	ROQUETAILLADE-ET-CONILHAC (11)	Vers 1h24, une alarme due à un défaut vibratoire est remontée. L'éolienne s'arrête automatiquement. Lors du déplacement des techniciens sur site vers 12h17, ils constatent la présence d'une pale au sol en pied de tour, les 2 autres pales étant toujours solidaires du moyeu.	L'exploitant contrôle le couple de serrage de l'ensemble des vis de fixation des pales au moyen des 4 éoliennes de même technologie. La grande majorité des vis sont en mauvais état (déformation, rouille, usure,...).
N°46304	29/01/2015	REMIGNY (02)	A 6h25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée.	Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre.

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N°46030	05/12/2014	FITOU (11)	A leur arrivée dans un parc éolien, des techniciens de maintenance constatent que l'extrémité d'une pale d'une éolienne est au sol. L'éolienne est arrêtée et mise en sécurité la pale endommagée vers le bas.	L'exploitant attribue l'incident à une défaillance matérielle ou à un décollement sur les plaques en fibre de verre.
N°45960	14/11/2014	SAINT-CIRGUES-EN-MONTAGNE (07)	La pale d'une éolienne chute lors d'un orage. Des rafales de vent atteignent les 130 km/h. L'élément principal chute au pied de l'éolienne. Certains débris sont projetés à 150 m.	Violentes rafales de vent.
N° 44870	20/01/2014	SIGEAN (11)	Une des éoliennes d'un parc s'arrête automatiquement à la suite d'un défaut « vibration ». une pale de 20 mètres est retrouvée au pied du mât.	Des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée «alu ring», située à la base de la pale. Cette pièce sert de jonction entre la pale en fibre de verre et le moyeu métallique.
N°44831	09/01/2014	ANTHENY (08)	Un feu se déclare au niveau de la partie moteur d'une éolienne de 2,5 MW, la nacelle est détruite.	Incident électrique.
N°44197	03/08/2013	MOREAC (56)	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique. Le produit pollue le sol sur 80 m². 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.	-
N°45016	20/06/2013	LABASTIDE-SUR-BESORGUES (07)	Endommagement d'une éolienne. Une pale est déchirée sur 6 mètres de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits.	Impact de foudre.
N°43630	17/03/2013	EUVY	Feu dans la nacelle d'une éolienne. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. 450 litres d'huile de boîte de vitesse s'écoulent.	Défaillance électrique.
N°43576	06/03/2013	CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE (11)	Décrochage d'une pale des 3 éoliennes. Mât percuté par l'une des trois pales.	Non renseigné.
N°43228	05/11/2012	SIGEAN (11)	Incendie sur une éolienne de 660 kW au sein d'un parc. Des projections incandescentes enflamment 80 m² de garrigue environnante + chute d'une pale.	Dysfonctionnement de disjoncteur situé sur l'éolienne.
N°43120	01/11/2012	VIEILLESPESE (15)	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât, à l'intérieur de la parcelle clôturée du parc de 4 aérogénérateurs de 2,5 MW mis en service en 2011.	Non renseigné.
N°43110	30/05/2012	PORT-LA-NOUVELLE (11)	Chute d'une éolienne.	Rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit qui ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut.
N° 42919	18/05/2012	FRESNAY-L'EVEQUE (28)	Chute d'une pale et rupture du roulement qui raccordait la pale au hub.	Traces de corrosion détectées dans les trous d'alésages traversant une des bagues du roulement reliant pale et hub. Cette corrosion proviendrait des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement.
N° 43841	11/04/2012	SIGEAN (11)	Impact sur le mât et projection de débris de pale. Un débris de pale long de 15 m est projeté à 20 m.	Impact de foudre.
N° 41578	04/01/2012	WIDEHEM (62)	Alors que le vent souffle en rafales à plus de 100 km/h, les 6 éoliennes d'un parc se mettent en arrêt de sécurité. Sur l'une d'elles, une pale se disloque, percute le mât puis une seconde pale. Des débris sont projetés à 160° jusqu'à 380 m de distance sur une surface de 4,3 ha.	Violentes rafales instantanées.

Référence ARIA	Date	Localisation	Typologie d'accident	Causes
N° 38999	19/09/2010	Rochefort-en-Valdaine (26)	Feu qui se déclare simultanément sur 2 éoliennes hautes de 45 m et distantes de 3 km. L'une se disloque et projette des débris entraînant 2 incendies de végétation sur 3 500 et 1 500 m ² .	Dysfonctionnement des freins hydrauliques automatiques sur 2 éoliennes ⇒ emballement et incendie.
N° 37601	30/10/2009	Freysenet (07)	Incendie au sommet du rotor d'une éolienne de 70 mètres de haut, mise en service en 2005. Le matériel, en fibre de carbone et de verre, fond sous l'effet de la chaleur en dégageant de la fumée et en générant des nuisances olfactives perceptibles dans la vallée de l'Ouvèze.	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance.
N° 34340	10/03/2008	Dinéault (29)	Au cours de fortes bourrasques soufflant à plus 100 km/h, l'une des 4 éoliennes (0,3 MW) installées depuis les années 2000 ne se met pas en sécurité.	Défaillance du système de freinage.
N° 43107	02/03/2007	Clitourps (50)	Bris de pale d'un aérogénérateur. Un débris long de 5 m est projeté dans un champ à 200 m du mât.	Non renseigné.
N° 29385	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort (26)	Dans un parc d'aérogénérateurs de 750 kW, de la fumée et un bruit inhabituel provenant de la nacelle d'une éolienne sont signalés aux secours. Bris de 3 pâles (2 sont tombées au sol désintégrées et la 3ème qui est cassée pend) et début d'incendie sur une éolienne.	Défaillance du système de freinage, régulant la vitesse du rotor et l'immobilisant lorsque le vent est trop fort, qui est à l'origine d'une vitesse de rotation excessive ayant conduit au bris de pales.
N° 29388	20/03/2004	Loon plage - Dunkerque (59)	Couchage d'une des 9 éoliennes (0,3 MW) en service, avec le mât. Une partie de sa fondation a été arrachée, suivi de l'éclatement de la nacelle, rotor et pales.	Dimensionnement insuffisant des fondations.
N° 26119	01/01/2004	Le Portel (62)	Une des 4 éoliennes d'une ferme éolienne inaugurée en mai 2002 perd une pale puis les deux autres. Le mât se brise à mi-hauteur et la nacelle chute. Une pale est retrouvée à proximité, les deux autres dérivent en mer jusqu'à Wimereux (à 8 km).	Défaut de serrage des boulons servant à relier 2 tronçons du mât (défaillance d'entretien).
N° 42882	28/12/2002	Nevian (11)	Dans un parc de 18 aérogénérateurs en construction, l'une des pales d'une éolienne se détache et entraîne l'effondrement du mât de 40 m.	Défaillance du système de freinage du rotor : le vent soufflant à plus de 100 km/h ce jour-là, celui-ci aurait dû bloquer l'hélice.

1.3. ANALYSE DE LA BASE DE DONNEES DU GROUPE DE TRAVAIL DE SER/FEE

La base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE (France Energie Eolienne (FEE) est la branche éolienne du Syndicat des énergies renouvelables (SER)) ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens, apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et fin 2011. Sont présentés chronologiquement par typologie dans le tableau ci-dessous ces accidents répertoriés par SER/FEE hormis les accidents ne concernant pas l'étude de dangers ainsi que les accidents cités dans les chapitres ci-avant.

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

Tableau 22 : Accidentologie externe entre 2000 et fin 2011.

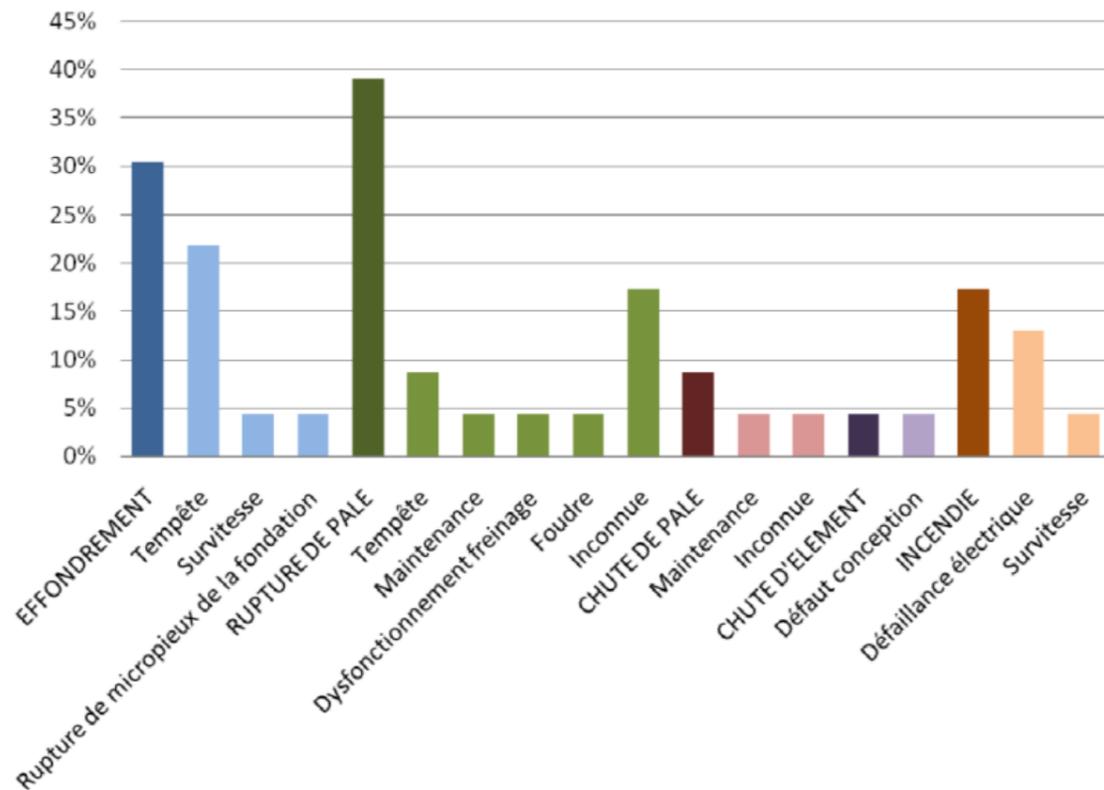
Date	Localisation	Puissance des éoliennes concernées (en MW)	Type d'accident	Causes	Conséquences
25/02/2002	Sallèles-Limousis (11)	0,75	Rupture de pale	Tempête	Bris de pale en bois sur une éolienne bipale
05/11/2003	Sallèles-Limousis (11)	0,75	Rupture de pale	Dysfonctionnement du système de freinage	Bris de pales en bois sur trois éoliennes et morceaux disséminés sur 100 m
22/06/2004 et 08/07/2004	Pleyber-Christ (29)	0,3	Rupture de pale	Tempête	Survitesse puis projection de bouts de pale sur deux éoliennes à 50 m
2004	Escales-Conilhac (11)	0,75	Rupture de pale	Non précisée	Bris trois pales
2005	Wormhout (59)	0,4	Rupture de pale	Non précisée	Bris de pale
07/10/2006	Pleyber-Christ (29)	0,3	Rupture de pale	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Chute d'une pale de 20 m
18/11/2006	Roquetaillade (11)	0,66	Incendie	Acte de malveillance	Incendie d'une éolienne qui s'est propagé jusqu'à la nacelle
03/12/2006	Bondues (59)	0,08	Effondrement	Tempête	Effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle suite au sectionnement du mât
31/12/2006	Ally (43)	1,5	Rupture de pale	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors
11/10/2007	Plouvien (29)	1,3	Chute d'élément	Défaut au niveau des charnières	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite)
04/04/2008	Plouguin (29), lieu-dit « Lescoat »	2	Collisions avion avec deux éoliennes	obstination à atteindre la destination, en régime de vol à vue, par conditions météorologiques défavorables	Légère dégradation des pales des éoliennes par les extrémités des ailes gauche et droite de l'avion qui se trouvent sectionnées
19/07/2008	Erize la Brûlée (55)	2	Rupture de pale	Foudre et défaut de pale	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre
28/08/2008	Vauvillers (80)	2	Incendie	Problème au niveau d'éléments électroniques	Incendie de nacelle

Date	Localisation	Puissance des éoliennes concernées (en MW)	Type d'accident	Causes	Conséquences
26/12/2008	Raival (55)	2	Rupture de pale	Non précisée	Chute de pale
08/06/2009	Bollène (84)	2,3	Rupture de pale	Coup de foudre	Bout de pale d'une éolienne ouvert
21/10/2009	Froidfond Espinassière (85)	2	Incendie	court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Incendie de la nacelle
30/05/2010	Port-la-Nouvelle (11)	0,2	Effondrement	rotor endommagé par effet de survitesse. La dernière pale a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base, entraînant la chute de l'ensemble	Effondrement d'une éolienne
19/09/2010	Montjoyer-Rochefort (26)	0,75	Incendie	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, survitesse	Emballement de 2 éoliennes et incendie de nacelle

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

- La répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie, par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur foncée.

Figure 31 : répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011

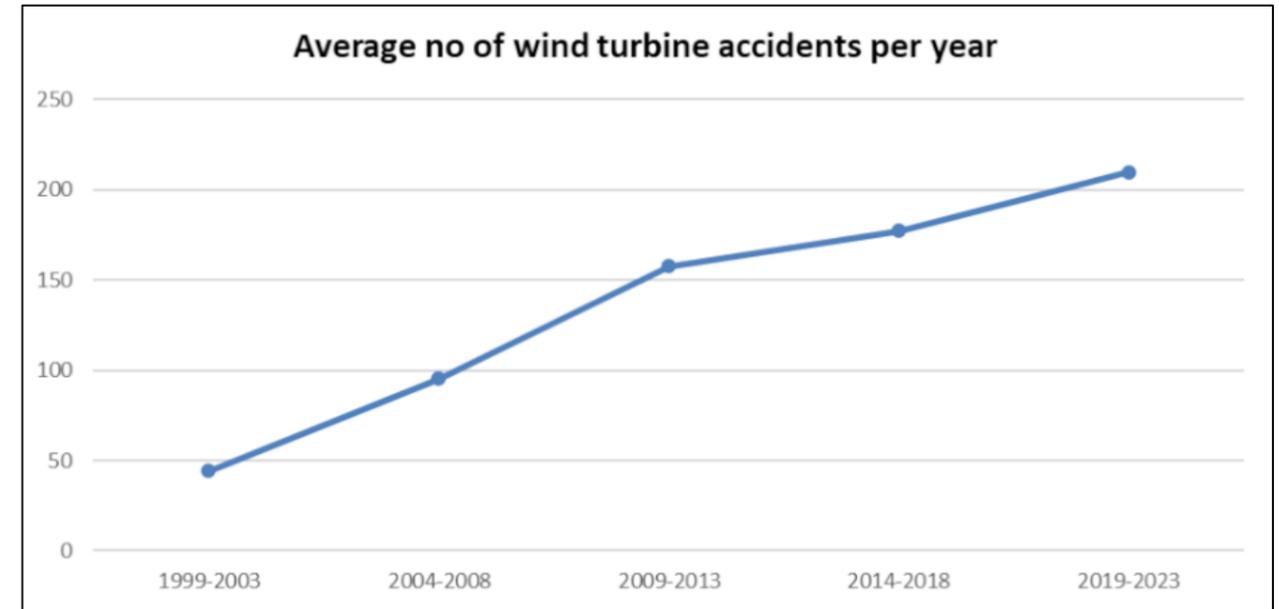


- La répartition des causes premières pour chacun des événements décrits ci-dessus. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur claire.

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

2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

L'association Caithness Windfarm Information Forum (CWIF) tient à jour sur son site des statistiques mondiales sur les accidents de tout type d'éolienne (industrielle ou privée) de toute génération. La liste est arrêtée au 31 mars 2024. A cette date, 3 540 accidents ont été répertoriés depuis les années 1970.



La synthèse est la suivante :

- 169 accidents mortels

Année	Avant 2000	2000-2005	2006-2010	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Non.	24	16	37	16	17	5	3	8	6	9	4	5	9	3	3	3	1

- 355 blessures humaines

Année	Avant 2000	2000-2005	2006-2010	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Non.	5	17	67	13	15	9	9	9	10	14	5	48	118	3	7	6	0

- 223 incidents d'éoliennes ayant un impact sur la santé humaine

Année	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Non.	6	27	19	13	17	36	28	22	20	14	9	8	4

- 535 incidents relatifs à la défaillance de la lame

Année	Avant 2000	2000-2005	2006-2010	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Non.	35	65	106	20	29	37	32	22	21	19	28	25	32	18	23	13	9

- 484 incendies :

Année	Avant 2000	2000-2005	2006-2010	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Non.	7	77	86	23	24	26	21	24	28	26	27	25	25	21	19	16	9

- 267 défaillances structurelles :

Année	Avant 2000	2000-2005	2006-2010	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Non.	15	39	56	13	10	15	13	12	11	15	9	8	10	13	16	8	4

- 47 projections de glaces :

Année	Avant 2000	2000-2005	2006-2010	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Non.	9	12	11	1	1	0	1	1	3	1	2	3	1	0	0	1	0

- 290 accidents de transport :

Année	Avant 2000	2000-2005	2006-2010	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Non.	-	13	59	24	17	14	17	14	16	19	15	25	23	15	13	3	3

- 414 dommages environnementaux (sur le site lui-même ou sur la faune)

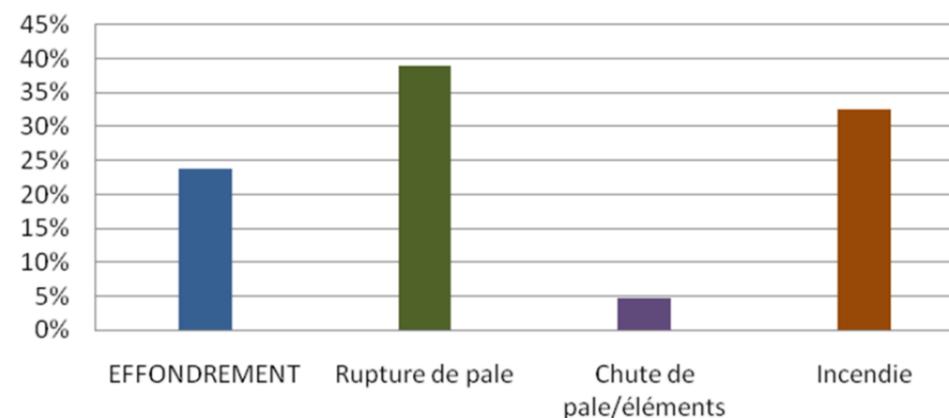
Année	Avant 2000	2000-2005	2006-2010	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Non.	1	18	69	20	20	16	21	18	22	16	25	27	27	30	36	40	7

756 incidents divers sont également présents dans les données. Il s'agit notamment des violations de planification, de la corruption, des violations du consentement et d'autres qui ne peuvent pas être facilement attribuées à d'autres catégories. Une défaillance d'un composant ou d'un appareil mécanique a été signalée ici s'il n'y a pas eu de dommages structurels consécutifs. Sont également inclus le manque d'entretien, les pannes électriques (non entraînées par un incendie ou une électrocution), etc. La construction et les accidents de soutien à la construction sont également inclus, ainsi que la foudre lorsqu'une collision n'a pas endommagé la pale ou provoqué un incendie.

Année	Avant 2000	2000-2005	2006-2010	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Non.	13	59	111	43	36	33	33	42	32	34	56	47	53	64	52	37	10

Le graphique suivant issu du guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012) montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés. Il est issu de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF).

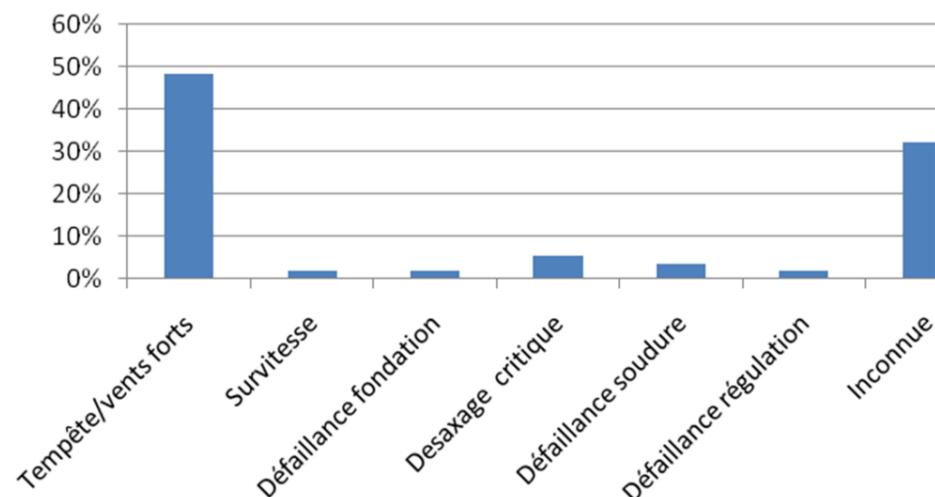
Figure 32 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011.



[Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012]

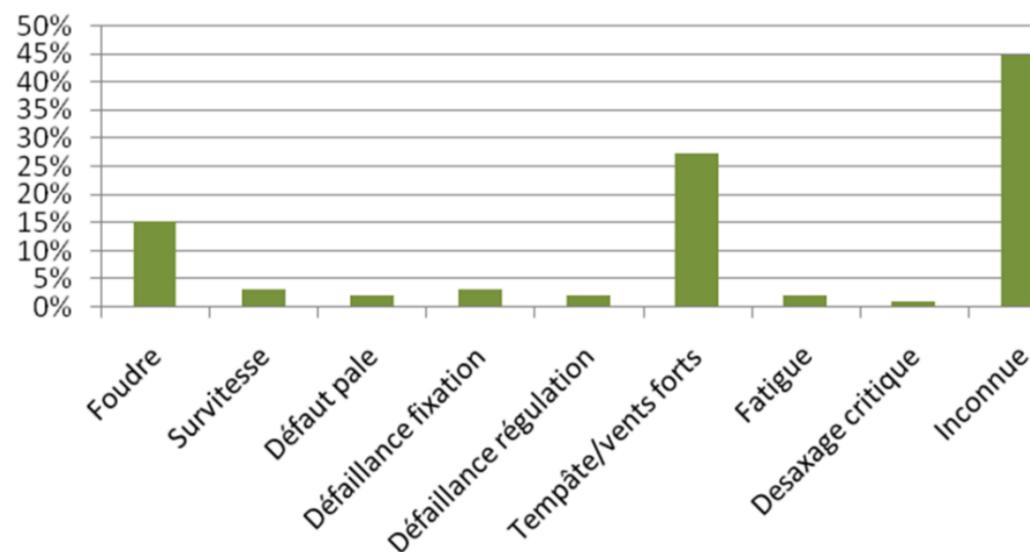
Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés).

Figure 33 : Répartition des causes premières d'effondrement



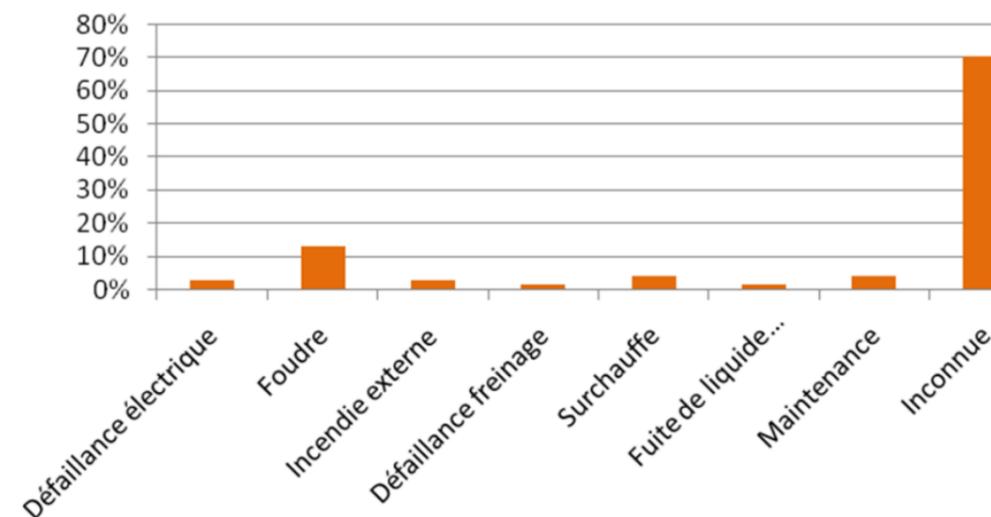
[Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012]

Figure 34 : Répartition des causes premières de rupture de pale



[Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012]

Figure 35 : Répartition des causes premières d'incendie



[Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012]

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.

3. INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

La société VALECO n'a jamais connu d'accident majeur sur l'un de ses parcs éoliens.

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

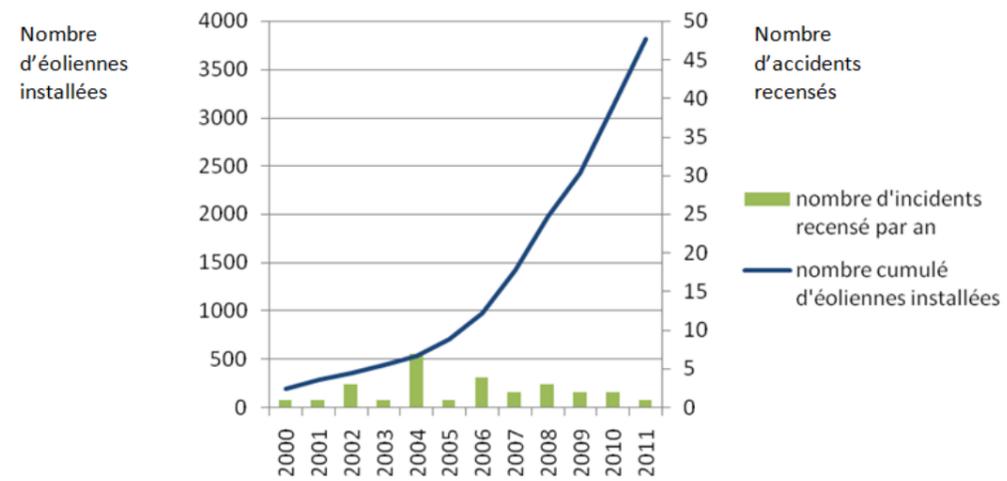
4.1. ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

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-après 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 36 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées entre 2000 et 2011.



[Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012]

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

4.2. ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENT LES PLUS FREQUENTS

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

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

Sur la base de l'ensemble des accidents énumérés ci-avant, le tableau suivant présente, par typologie d'accident, les principaux moyens de protection et de prévention adoptés par les constructeurs retenus en première approche et/ou VALECO capables de supprimer ou de réduire leurs conséquences.

Tableau 23 : Principaux moyens de protection et de prévention adoptés par le constructeur et/ou VALECO pour réduire les accidents

Événement	Moyens de protection et de prévention adoptés capables de supprimer ou de réduire les accidents
Chute d'éléments (dont glace) et de nacelle	Contrôle périodique Détection de balourd et système de détection du givre
Effondrement	Etude préalable de sol Calcul des fondations selon les normes en vigueur Contrôle des calculs et des travaux Renforcement du sol naturel Déclaration de conformité selon normes en vigueur
Incendie	Capteurs de température avec alarmes Alarme de niveau sur les circuits d'huiles Vérification périodique des organes de sécurité DéTECTEURS de fumée Protection foudre (mise à la terre + para-surtenseurs) Consignes et procédures
Rupture de pale	Choix des matériaux adaptés aux contraintes Essais de résistance et de fatigue sur séries prototypes avec validation par une société de contrôle Contrôles lors de la fabrication Protection foudre
Collision	Luminaire d'aviation sur chaque turbine
Survitesse de la turbine	Capteur de vitesse de vent alarmé avec arrêt par le système de conduite pour des vents supérieurs à 25 m/s (mise en drapeau de la turbine) Arrêt sur survitesse du rotor par le système de sécurité

Selon les chiffres publiés par l'Association mondiale de l'énergie éolienne (WWEA), la puissance cumulée de toutes les éoliennes en service sur notre planète dépasse les 906 GW en 2022. Aucun accident mortel impliquant directement la machine (par chute ou projection d'objet) et affectant des tiers ou des biens appartenant à des tiers n'est à déplorer. Le seul accident de personne recensé en France relève de la sécurité du travail dans des locaux où des appareils à haute tension sont en service.

4.3. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

Comme indiqué dans le Guide INERIS, 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.

ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES
2. RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES
3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES
4. SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES
5. EFFETS DOMINO
6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE
7. FORMATIONS ET DOCUMENTS A DISPOSITION DU PERSONNEL PRESENT SUR SITE
8. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif l'identification :

- des situations dangereuses amenant à des risques majeurs⁸ pour le site.
- des mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets.

Elle met en œuvre des méthodes qualitatives basées sur le retour d'expérience et l'état de l'art dans le domaine des études de dangers.

Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basée sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

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

2. RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Conformément à 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, les événements initiateurs (ou agressions externes) suivants sont exclus de l'analyse des risques :

- Chute de météorite ;
- Séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées ;
- Crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- Événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes) ;

⁸ Dans le cas des scénarios d'effondrement, de projection ou de chute d'objets tels que retenus pour les parcs éoliens, un accident majeur correspond à l'atteinte d'une cible.

- Rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R. 214-112 du Code de l'environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-113 du même Code ;
- Actes de malveillance.

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

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

3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les « agressions externes potentielles ». Ces agressions provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes. Par exemple, un séisme peut endommager les fondations d'une éolienne et conduire à son effondrement. Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés : les agressions externes liées aux activités humaines et les agressions externes liées à des phénomènes naturels. Les tableaux suivants constituent une synthèse des agressions externes identifiées par le groupe de travail à l'origine du guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012.

3.1. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

Le tableau présenté en page suivante synthétise les principales 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) à l'exception de la présence des aérodromes qui sera reportée lorsque ceux-ci sont implantés dans un rayon de 2 km et des autres aérogénérateurs qui seront reportés dans un rayon de 500 mètres. Ces informations sont issues de la recherche menée au chapitre 3.

Tableau 24 : Distance des installations aux agressions externes liées aux activités humaines.

Infrastructure	Fonction	Evénement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Présence dans le périmètre concerné
Voies de circulation structurantes	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Non
Aérodrome public	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Non
Aérodrome privé	Loisir (ULM)	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Non
Ligne HTA	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	3 m	Non
Réseau souterrain d'eau potable	Transport d'eau	Rupture du réseau	Rupture du réseau	200 m	Non
Canalisation de transport de gaz	Transport de gaz	Rupture de canalisation	Incendie, explosion	200 m	Non
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Non

3.2. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels identifiées au chapitre 3.2 :

Tableau 25 : Intensité des agressions externes liées aux phénomènes naturels à laquelle les aérogénérateurs seront soumis.

Agression externe	Intensité
Séisme	Zone d'aléa très faible (zone de sismicité 1).
Vents et tempête	Aucun arrêté de catastrophe naturelle de type « Tempête » sur la commune d'implantation. Emplacement non compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux.
Foudre	La protection foudre des éoliennes répond au standard IEC61400-24 (Juin 2010) et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 (Décembre 2006) et IEC62305-4.
Glissement de sols/ affaissement miniers	La commune de Parvillers-le-Quesnoy est concernée par un Plan de Prévention des Risques naturels (PPRn) Mouvement de terrain et présente de ce fait une sensibilité importante à ce genre d'aléas. Des cavités souterraines ont été recensées à proximité des éoliennes. Les éoliennes du projet sont concernées par un aléa retrait - gonflement des argiles faible. ⇒ Réalisation d'études géotechniques et pédologiques sur les points d'implantation des éoliennes pour déterminer la technologie de fondation la plus adaptée au sol concerné.

Comme indiqué dans le guide technique, « les agressions externes liées à des inondations ou à des incendies de forêt ou de cultures ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont inférieurs aux dommages causés par le phénomène naturel lui-même ». Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques puisque la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) sera respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 ci-après. En ce qui concerne la foudre, on considère que le respect des normes rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable (risque électrique, risque d'incendie, etc.). En effet, le système de mise à la terre permet d'évacuer l'intégralité du courant de foudre. Cependant, les conséquences indirectes de la foudre, comme la possible fragilisation progressive de la pale, sont prises en compte dans les scénarios de rupture de pale.

4. SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Le tableau en page suivante présente l'analyse générique des risques, appliquée au site. 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.

Les différents scénarios listés dans ce tableau sont regroupés et numérotés par thématique (x6), en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail ayant participé à la rédaction du guide technique⁹ :

- « 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.

⁹ constitué de l'INERIS et de professionnels du Syndicat des énergies renouvelables : porteurs de projets, exploitants de parcs éoliens et constructeurs d'éoliennes. L'INERIS a validé la méthodologie suivie dans le présent guide, au regard de la

réglementation en vigueur et des pratiques actuelles en matière d'étude de dangers dans les autres installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Tableau 26 : Résultats de l'APR générique pouvant être considérée comme représentatifs des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet ¹⁰
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
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

¹⁰ - « 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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet ¹⁰
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet ¹⁰
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	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	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

Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012.

5. EFFETS DOMINO

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.

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

*En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise : « [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...]. Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ». **C'est la raison pour laquelle, il est proposé, selon le guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012, de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.***

Il n'existe aucune autre ICPE située dans un rayon de 100 mètres autour des aérogénérateurs¹¹. De ce fait, comme indiqué dans le Guide technique INERIS, aucune évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE n'est à réaliser.

¹¹ Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est proposé de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres (Source : Guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012)

6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc de la Chênaie d'Eole. Ils sont issus du guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012, et vérifiés par la société VALECO (mesures effectivement prises).

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées sur les éoliennes. Ces tableaux sont génériques et constituent un « cahier des charges » des mesures typiques mises en œuvre sur les aérogénérateurs en France.

Un principe clé du processus d'élaboration d'une étude de dangers est qu'elle doit être proportionnelle au niveau de risques engendrés par les éoliennes sur leur environnement. Dans ce cadre, cette étape consiste à conduire une description simple des mesures de sécurité mises en œuvre sur leurs machines, et de leurs critères de défaillance. En particulier, il n'est pas demandé de conduire les analyses poussées demandées aux installations classées soumises à Autorisation avec Servitudes (AS).

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

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).

Note : Il n'est pas demandé de décrire dans le détail la marque ou le fonctionnement de l'équipement considéré, simplement de mentionner leur existence.

- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.

- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).
- **Temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité.
- **Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.
- **Test (fréquence)** : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.
- **Maintenance (fréquence)** : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

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 de glace qui analyse la courbe de puissance de la machine : arrêt automatique de la machine (redémarrage auto quand les conditions climatiques sont revenues normales) En option : système de chauffage de pale permettant de limiter la taille des blocs de glace pouvant être projetés. Capteur de températures extérieures.		
Indépendance	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'article 19 de l'arrêté du 22 juin 2020).		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine. Eloignement des zones habitées et fréquentées.		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'article 10 de l'arrêté du 22 juin 2020)).		
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		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques. Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes. Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement.		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle un an après leur mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'article 13 de l'arrêté du 22 juin 2020). Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage. Etudes de vent - Design des éoliennes.		
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. Capteur de sécurité (mécanique) de survitesse qui déclenche l'éolienne. En cas de vents violents, mise en position de la machine pour minimiser les contraintes (position face au vent, position des pales en drapeau). Système de régulation « storm control » (limite la fatigue car n'arrête pas la machine brutalement). Batteries de secours (dans la partie tournante : rotor) en cas de survitesse liée au dysfonctionnement simultané des 3 pitch (impossibilité de régler l'angle des pales).		
Indépendance	Oui		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute. L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'arrêté du 22 juin 2020).		
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 (tel que modifié par l'arrêté du 22 juin 2020).		
Maintenance	Maintenance préventive. Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle un an après leur mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'article 13 de l'arrêté du 22 juin 2020). Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde.		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent atteste de la conformité de l'installation pour prévenir les risques électriques, avant sa mise en service industrielle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'article 8 de l'arrêté du 22 juin 2020).		

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010). Dispositif de capture + mise à la terre. Parasurtenseurs sur les circuits électriques. Protection parafoudre dédiée pour les anémomètres et les pales.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif.		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Maintenance préventive du système parafoudre. Selon une périodicité définie en fonction des conditions météorologiques et qui ne peut excéder 6 mois, l'exploitant procède à un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés, notamment par des impacts de foudre, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'article 13 de l'arrêté du 22 juin 2020). Contrôle périodique de la mise à la terre (mesure). Inspection visuelle du système foudre.		

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. Zone de dégagement initiale autour de l'éolienne (liée à la phase de montage). DGPT2, protection courant → coupure du transformateur et arrêt de l'éolienne. IP3X sur équipements HT, cellules conformes IEC 62 271-200.		
Description	Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		

Tests	/
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle un an après leur mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'article 13 de l'arrêté du 22 juin 2020). Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Procédure d'urgence. Kit antipollution.		
Description	Les déchets polluants et toxiques seront éliminés conformément au Code de l'environnement et à l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020). Les déchets non polluants doivent être recyclés ou réutilisés. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...); - de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite.		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	/		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.). Procédures qualités. Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223. Structures internes à la tour accrochées avec des barres antisismiques (Calcul de stress pour les charges sismiques zone IV vérifiées selon DIN 4149-1 du 04/1981).		
Indépendance	Oui.		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Trois mois, puis un an après leur mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât de chaque aérogénérateur. Le contrôle de l'ensemble des brides et des fixations de chaque aérogénérateur peut être lissé sur trois ans tant que chaque bride respecte la périodicité de trois ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'article 13 de l'arrêté du 22 juin 2020). Examen des installations suite à un évènement sismique.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance.		
Description	Présence 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. 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 pales) 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. En cas de vents violents, mise en position de la machine pour minimiser les contraintes (position face au vent, position des pales en drapeau). Système de régulation « storm control » (limite la fatigue car n'arrête pas la machine brutalement).		
Indépendance	Oui.		
Temps de réponse	< 1 min		
Efficacité	100 %. NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.		
Tests	Vérification du bon fonctionnement de l'écran tactile et du câble communication, suivant une périodicité qui ne peut excéder un an.		
Maintenance	Vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt.		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques	N° de la fonction de sécurité	12
	SANS OBJET.		

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) 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. Notamment, suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, VALECO réalisera 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.

L'article 8 de l'arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) précise que « L'aérogénérateur est conçu pour garantir le maintien de son intégrité technique au cours de sa durée de vie. Le respect de la norme **NF EN 61 400-1** ou **IEC 61 400-1** (qui spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes) dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale prévu par l'article L. 181-8 du

Code de l'environnement, ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté, permet de répondre à cette exigence.

« **Un rapport de contrôle d'un organisme compétent** atteste de la conformité de chaque aérogénérateur de l'installation avant leur mise en service industrielle. « En outre l'exploitant dispose des justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation est conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du Code de la construction et de l'habitation. »

L'article 9 de l'**arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'arrêté du 22 juin 2020)** précise que : « **l'installation est mise à la terre pour prévenir les conséquences du risque foudre** ».

L'article 10 de l'**arrêté du 26 août 2011 (tel que modifié par l'arrêté du 22 juin 2020)** précise que « **l'installation est conçue pour prévenir les risques électriques.** les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables ; pour les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur, le respect des normes NF C 15-100, NF C 13-100 et NF C 13-200, dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale prévu par l'article L. 181-8 du Code de l'environnement, permet de répondre à cette exigence.

7. FORMATIONS ET DOCUMENTS A DISPOSITION DU PERSONNEL PRESENT SUR SITE

7.1. PERSONNEL SUR SITE

Le personnel de la société VALECO interviendra sur site pour les visites d'exploitation et de maintenance et si besoin, en intervention d'urgence.

De plus, des intervenants extérieurs sont amenés à se déplacer sur site :

- Correspondant local (visites régulières),
- Naturalistes pour suivi environnemental,
- Acousticiens,
- Personnel d'entretien des aménagements extérieurs,
- Personnel d'entretien et/ou d'intervention du poste de livraison sous garantie,
- Personnel de maintenance (turbiniéristes),
- Services de secours (SDIS, GRIMP),
- Bureau de contrôle.

La plupart de ces intervenants extérieurs sont signataires du plan de prévention des risques.

7.2. DOCUMENTS

7.2.1. Plan de prévention des risques

Le document est rédigé afin de limiter les risques de co-activités. Il contient le plan détaillé du parc, les entreprises extérieures répertoriées, la liste des documents à remettre, l'analyse des risques et les mesures de prévention associées, le manuel d'utilisation des appareils, la feuille d'émargement de ce document et de la visite préalable, les procédures d'intervention dans l'éolienne et dans les postes de livraison. En annexe figurent le manuel de secours, les consignes en cas d'incendie et d'accident, l'organisation générale des travaux, le modèle de fiche d'opération particulière, la notice d'utilisation des étiquettes de non-conformité.

Il est réalisé par la société VALECO et signé lors de la visite préalable sur site de tous les signataires, puis archivé au siège de VALECO. Le document sera adressé à tous les intervenants sur le parc et aux services de secours.

Il sera à signer à nouveau chaque année ; il doit être modifié et signé en cas modifications importantes (nouvelles entreprises ou nouveaux risques identifiés).

7.2.2. Registre de sécurité

Le document est rédigé pour toute la durée d'exploitation du parc pour toutes les entreprises agissant sur le parc pour avoir une trace de l'ensemble des actions faites sur le parc pendant toute sa phase d'exploitation.

Il contient l'inventaire du matériel et des machines du parc, des EPI et du matériel de contrôle, le registre des contrôles réglementaires périodiques (date, entreprise, signature), registre des non conformités par éolienne et par local HTA, registre des visites de contrôle (inspection du travail, etc...), le registre des exercices de sécurité réalisés par le SDIS (Service Départemental de l'Incendie et de Secours) et le GRIMP (Groupe de Reconnaissance et d'Intervention en Milieux Périlleux).

7.2.3. Document Unique de l'évaluation des risques

Le document est rédigé pour répertorier l'ensemble des risques auxquels les salariés sont soumis. Ceci est fait par l'évaluation des risques de chaque poste de travail. Obligation réglementaire du Code du travail : R. 4121-1.

Rédigé par la société VALECO et mis à jour tous les ans, il est tenu à disposition des travailleurs, des membres du CHSCT, de la médecine du travail, des agents de l'inspection du travail, des agents des services de prévention des organismes de sécurité sociale, des agents des organismes professionnels de santé, de sécurité et des conditions de travail.

7.2.4. Manuel de secours

Annexé au plan de prévention des risques, le document est rédigé pour les services de secours (SDIS et GRIMP) du département où est situé le parc et regroupe sur un seul document l'ensemble des informations nécessaires aux services de secours dont dépend le parc.

Il contient un plan détaillé du parc, les principales caractéristiques des machines, les instructions en cas d'incendie ou d'accident.

7.2.5. Affichage des consignes

Les consignes de sécurité en cas d'incendie et en cas d'accident ainsi que le plan d'évacuation d'urgence et de sauvetage sont affichés sur les postes de livraison et dans chaque éolienne en pied de mât et dans la nacelle.

De plus, en cas d'accident du travail et/ou d'accident corporel significatif, les consignes à tenir figurent dans le plan de prévention, le manuel de secours et le carnet de terrain.

8. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Dans le cadre de l'APR appliquée au site sur la base de l'APR générique, trois catégories de scénarios ont été exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Tableau 27 : Liste des catégories de scénarii exclus dans le cadre de l'APR.

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 tel que modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200).
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques. Toutefois, il devra être identifié et cité en conclusion de l'étude.

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques au chapitre suivant 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.**

ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

1. RAPPEL DES DEFINITIONS

2. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

3. SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

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 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. 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 n° 2003-699 du 30/07/03 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages. 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 de l'INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi n° 2003-699 du 30/07/03 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.

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.

1.1. CINETIQUE

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables. Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 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, la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours.

Dans le 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.

1.2. INTENSITE

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

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.

Tableau 28 : Classes d'intensité

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

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

1.3. GRAVITE

Par analogie aux niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de 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, 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.

Tableau 29 : Classes des seuils de gravité

Gravité \ Intensité	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
« Déastreux »	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 »

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet sera effectuée à l'aide de la méthode présentée en annexe 1 du Guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012, basée sur la fiche n°1 de 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 n° 2003-699 du 30/07/03 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées.

Ainsi, pour chaque phénomène dangereux identifié, sera comptabilisé l'ensemble des personnes présentes dans la zone d'effet correspondante. Dans chaque zone couverte par les effets d'un phénomène dangereux issu de l'analyse de risque, les ensembles homogènes (ERP, zones habitées, zones industrielles, commerces, voies de circulation, terrains non bâtis...) seront pris en compte et on en déterminera la surface (pour les terrains non bâtis, les zones d'habitat) et/ou la longueur (pour les voies de circulation).

1.4. PROBABILITE

L'annexe I de 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 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur :

Tableau 30 : Classes de probabilité

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.	$\leq 10^{-5}$

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 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.

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 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 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.

1.5. NIVEAU DE RISQUE

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire abrogée¹² du 29 septembre 2005 relative aux critères d'appréciation de la démarche de maîtrise des risques d'accidents susceptibles de survenir dans les établissements dits « SEVESO », visés par l'arrêté du 10 mai 2000 modifié reprise dans 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 n° 2003-699 du 30/07/03 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages mentionnée ci-dessus sera utilisée.

Tableau.31.: Niveau de risque et grille de criticité

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Orange	Orange	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Orange	Orange	Orange	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Vert	Orange	Orange	Rouge
Modéré	Vert	Vert	Vert	Vert	Orange

Avec :

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

Source : Guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens - Mai 2012

¹² Texte abrogé 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.

2. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

Le projet sera donc composé de 6 éoliennes, dont les caractéristiques sont les suivantes :

Tableau 32 : Caractéristiques techniques maximisantes des éoliennes

Données techniques	
Modèle	Gabarit maximisant
Puissance nominale	7,2 MW
Diamètre du rotor	163 mètres
Demi-diamètre du rotor	81,5 mètres
Hauteur du mât	119 mètres
Longueur de pale	79,7 mètres
Hauteur maximale en bout de pale	200 mètres
Largeur de la base de pale	3,3 mètres
Largeur de la base de la tour	4,3 mètres

2.1. EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE

- **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 200 mètres.

Remarque : 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 du parc éolien de la Chênaie d'Eole.

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

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = (H) \times L + 3 \times R \times LB / 2$ = 906,215	$Z_E = \pi \times (H+R)^2$ = 124 035,39	0,73 %	Exposition modérée

Avec :

R est la longueur de pale : 79,7 mètres

H est la hauteur du mât = 119 mètres

L est la largeur moyenne du mât = 4,3 mètres

LB est la largeur de la base de pale = 3,3 mètres

▪ **Gravité**

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, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne.

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) ¹³	Niveau de gravité considéré
E1	0,184	Modéré
E2	0,174	Modéré
E3	0,166	Modéré
E4	0,186	Modéré
E5	0,21	Modéré
E6	0,19	Modéré

Le détail du calcul du nombre de personnes impactées est présenté en Annexe.

▪ **Probabilité**

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

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbines ¹⁴	4,5 x 10 ⁻⁴	Retour d'expérience
Specification of minimum distances ¹⁵	1,8 x 10 ⁻⁴ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

¹³ La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers, repris en Annexe 1 du guide technique INERIS

¹⁴ 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

Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » selon 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.

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'expérience¹⁶, 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 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, d'une probabilité « C », à savoir : « *Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité* ». Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

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

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

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

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) 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 permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité d'effondrement.

¹⁵ Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004

¹⁶ Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

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

- **Acceptabilité**

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de la Chênaie d'Eole, 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)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable

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

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 WECO¹⁷, une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concerné par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

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

- **Zone d'effet**

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

Pour le parc éolien de la Chênaie d'Eole, la zone d'effet a donc un rayon de 81,5 mètres pour les éoliennes. 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-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien de la Chênaie d'Eole.

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

¹⁷ Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000.

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
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 = 1	Z _E = π x (D/2) ² = 20 867,244	d = Z _I /Z _E = 0,0048 % (< 1 %)	Exposition Modérée

Avec :

Z_I est la zone d'impact,

Z_E est la zone d'effet,

D est le diamètre du rotor : 163 m

SG est la surface du morceau de glace majorant (SG= 1 m²).

▪ **Gravité**

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, dans la zone de survol de l'éolienne de 81,5 mètres :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) ¹⁸	Niveau de gravité considéré
E1	0,063	Modéré
E2	0,058	Modéré
E3	0,05	Modéré
E4	0,063	Modéré
E5	0,05	Modéré
E6	0,063	Modéré

Le détail du calcul du nombre de personnes impactées est présenté en Annexe.

¹⁸ La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers, repris en Annexe 1 du guide technique INERIS

▪ **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 de la Chênaie d'Eole, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Niveau de gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de la Chênaie d'Eole, 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 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) 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.

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'éléments 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. Pour le parc éolien de Parvillers-le-Quesnoy, la zone d'effet a donc un rayon de 81,5 mètres pour les éoliennes.

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

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 la Chênaie d'Eole.

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)				
	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
	$Z_I = R \times LB / 2$ = 131,505	$Z_E = \pi \times (D/2)^2$ = 20 867,244	$d = Z_I / Z_E$ = 0,63 %	Exposition Modérée

Avec :

R est la longueur de pale : 79,7 m

d est le degré d'exposition,

Z_I la zone d'impact,

Z_E la zone d'effet,

D est le diamètre du rotor : 163 m

LB est la largeur de la base de pale = 3,3 m

¹⁹ La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers, repris en Annexe 1 du guide technique INERIS

▪ Gravité

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) ¹⁹	Niveau de gravité considéré
E1	0,063	Modéré
E2	0,058	Modéré
E3	0,05	Modéré
E4	0,063	Modéré
E5	0,05	Modéré
E6	0,063	Modéré

Le détail du calcul du nombre de personnes impactées est présenté en Annexe.

▪ 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 x 10⁻⁴ événement par éolienne et par an).

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

▪ **Acceptabilité**

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable

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

2.4. PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

▪ **Zone d'effet**

Dans l'accidentologie française, 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.

D'après le guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012, une distance d'effet de 500 mètres est considérée comme distance raisonnable pour la prise en compte des projections de pales ou de fragments de pales dans le cadre des études de dangers des parcs éoliens.

▪ **Intensité**

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de la Chênaie d'Eole (il faut également noter que la projection peut concerner uniquement des fragments et non la pale entière).

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
	$Z_I = R \times LB / 2$ = 131,505	$Z_E = \pi \times r^2$ = 785 400	= 0,017% (< 1 %)	Exposition Modérée

Avec :

d est le degré d'exposition,

Z_I la zone d'impact et Z_E la zone d'effet,

R est la longueur de pale : 79,7 mètres

r est le rayon de la zone d'effet : 500 mètres

LB est la largeur de la base de pale : 3,3 mètres

▪ **Gravité**

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, dans 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)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Niveau de gravité considéré
E1	0,947	Modéré
E2	0,995	Modéré
E3	1,002	Sérieux
E4	0,961	Modéré
E5	0,984	Modéré
E6	24,753	Important

Le détail du nombre de personnes potentiellement exposées à ce phénomène dangereux est présenté en annexe.

▪ **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 ²⁰	1 x 10 ⁻⁶	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines ²¹	1,1 x 10 ⁻³	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances ²²	6,1 x 10 ⁻⁴	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

²⁰ Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit 7,66 x 10⁻⁴ événement par éolienne et par an).

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

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

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

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) 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 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 ».

²¹ 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

²² Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004

▪ **Acceptabilité**

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de la Chênaie d'Eole, 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
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Important	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de la Chênaie d'Eole, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

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 propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

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

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures. **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.**

Ainsi, pour le parc éolien de la Chênaie d'Eole, la distance d'effet est donc de 424,5 mètres des éoliennes.

▪ **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-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien de la Chênaie d'Eole.

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de RPG = 1,5 x (H+Ø) autour de l'éolienne)				
	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Eoliennes	Z _I = SG = 1	Z _E = π x [1,5x(H+Ø)] ² = 566 115,78	0,00018 % (< 1 %)	Exposition Modérée

Avec :

d est le degré d'exposition,

Z_I la zone d'impact,

Z_E la zone d'effet,

H est la hauteur du moyeu = 120 m

SG est la surface du morceau de glace majorant (SG= 1 m²)

Ø est le diamètre du rotor = 163 m

▪ **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, dans la zone d'effet de ce phénomène :

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+\emptyset)$ autour de l'éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) ²³	Niveau de gravité considéré
E1	0,707	Modéré
E2	0,742	Modéré
E3	0,727	Modéré
E4	0,717	Modéré
E5	0,737	Modéré
E6	7,8	Sérieux

Le détail du calcul du nombre de personnes impactées est présenté en Annexe.

▪ **Probabilité**

D'après le guide INERIS, 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 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020).

le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace.

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

²³ La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers, repris en Annexe 1 du guide technique INERIS

▪ **Acceptabilité**

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+\emptyset)$ autour de l'éolienne)			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1	Modéré	oui	Acceptable
E2	Modéré	oui	Acceptable
E3	Modéré	oui	Acceptable
E4	Modéré	oui	Acceptable
E5	Modéré	oui	Acceptable
E6	Sérieux	oui	Acceptable

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

3. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

3.1. TABLEAU DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Le tableau regroupe les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Tableau 33 : Synthèse des scénarios étudiés

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	200 mètres	Rapide	Exposition modérée	D	Modéré pour les éoliennes E1 à E6
Chute de glace	81,5 mètres	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré pour les éoliennes E1 à E6
Chute d'élément de l'éolienne	81,5 mètres	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré pour les éoliennes E1 à E6
Projection de pales ou de fragments de pales	500 mètres	Rapide	Exposition modérée	D	Modéré pour les éoliennes E1, E2, E4 et E5 Sérieux pour l'éolienne E3 Important pour l'éolienne E6
Projection de glace	424,5 mètres	Rapide	Exposition modérée	B	Modéré pour les éoliennes E1 à E5 Sérieux pour l'éolienne E6

3.2. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

Le positionnement des accidents potentiels de chacun des phénomènes dangereux étudiés est repris dans la matrice de criticité de synthèse ci-dessous afin de conclure à l'acceptabilité (ou non) du risque généré par le parc éolien de la Chênaie d'Eole :

Tableau 34 : Synthèse des scénarios étudiés et acceptabilité des risques associés.

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	4 ter	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	4 bis	Jaune	5 bis	Rouge
Modéré	Vert	1-4	3	5	2

1 : Effondrement de l'éolienne (pour les 6 éoliennes)

2 : Chute de glace (pour les 6 éoliennes)

3 : Chute d'éléments de l'éolienne (pour les 6 éoliennes)

4 : Projection de pales ou de fragments de pale (pour les éoliennes E1, E2, E4 et E5)

4 bis : Projection de pales ou de fragments de pale (pour l'éolienne E3)

4 ter : Projection de pales ou de fragments de pale (pour l'éolienne E6)

5 : Projection de glace (pour les éoliennes E1 à E5)

5 bis : Projection de glace (pour l'éolienne E6)

Avec :

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

Source : Guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens - Mai 2012

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice.
- Trois accidents figurent en case jaune (projection de pale et projection de glace pour l'éolienne E6, et la chute de glace pour les 6 éoliennes), il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 seront mises en place.

Le risque généré par le futur parc est donc acceptable car le risque associé à chaque événement redouté central étudié, quelle que soit l'éolienne considérée, est acceptable.

3.3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

Les cartes de synthèse des risques ci-après présentent, pour chaque aérogénérateur, pour les scénarios détaillés dans le tableau de synthèse :

- Les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques (personnes exposées, biens, infrastructures ou autres établissements) ;
- L'intensité des différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de chaque phénomène dangereux ;
- Le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.

Figure 37 : Synthèse des risques associés à l'éolienne E1.

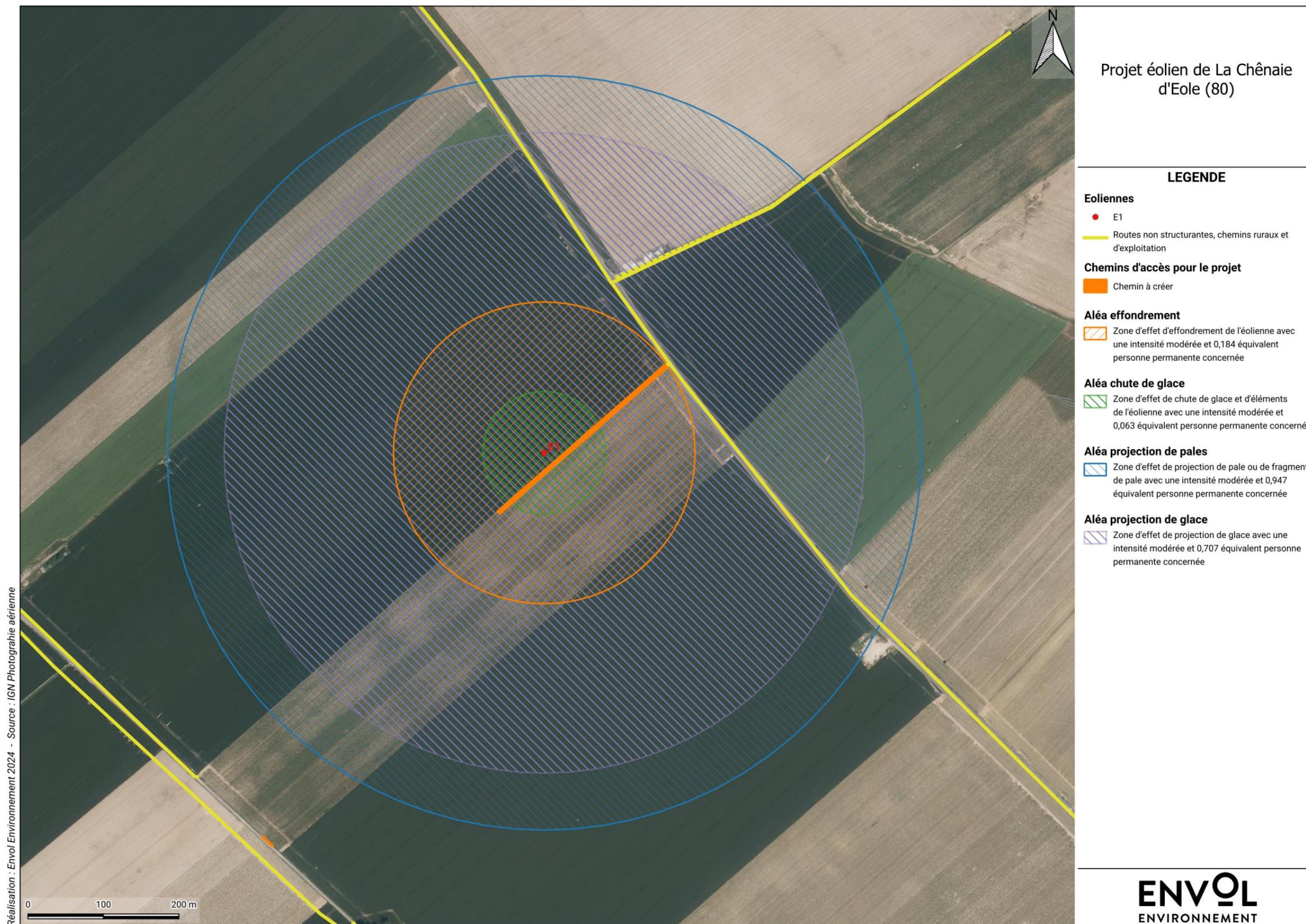


Figure 38 : Synthèse des risques associés à l'éolienne E2.

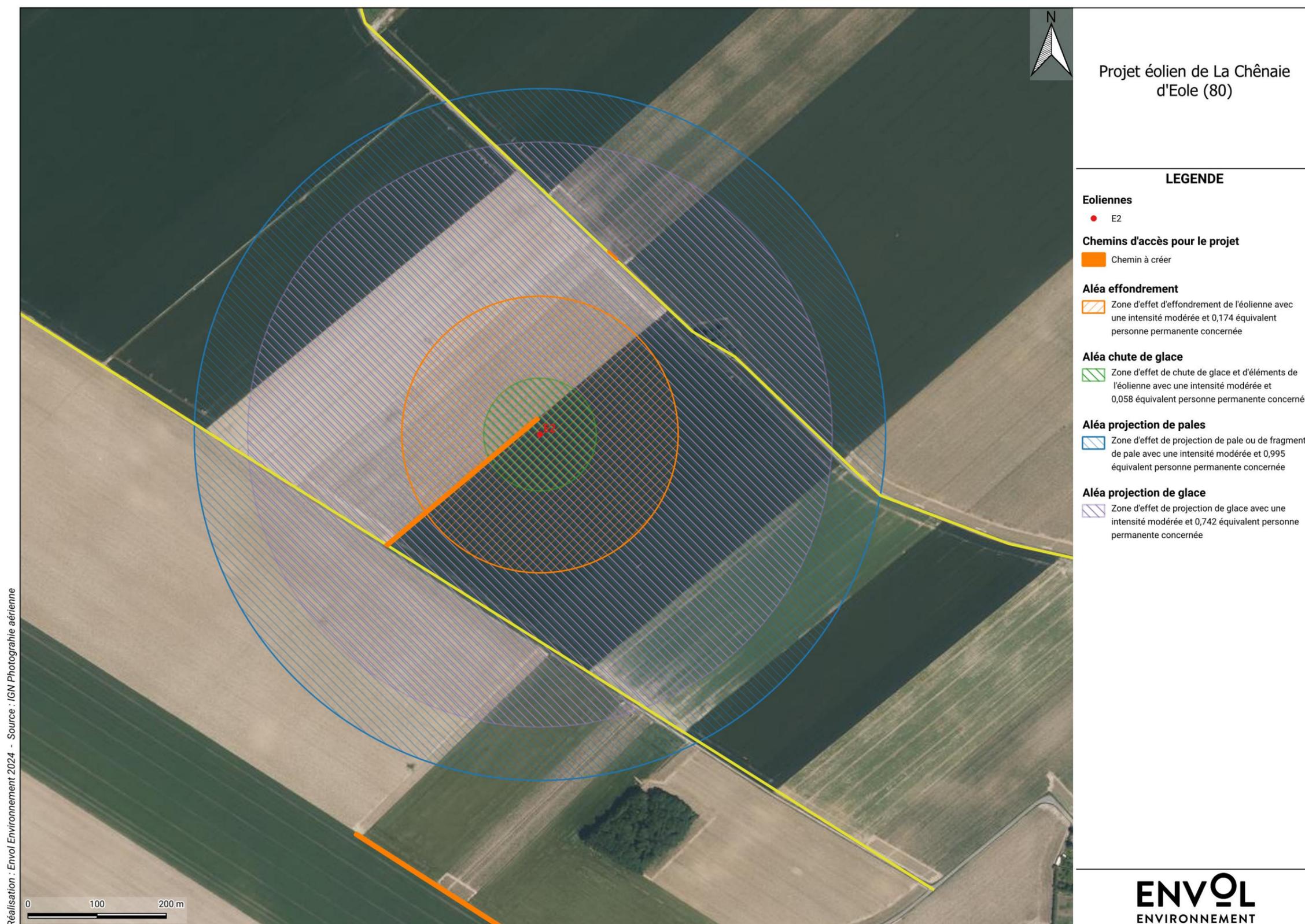


Figure 39 : Synthèse des risques associés à l'éolienne E3

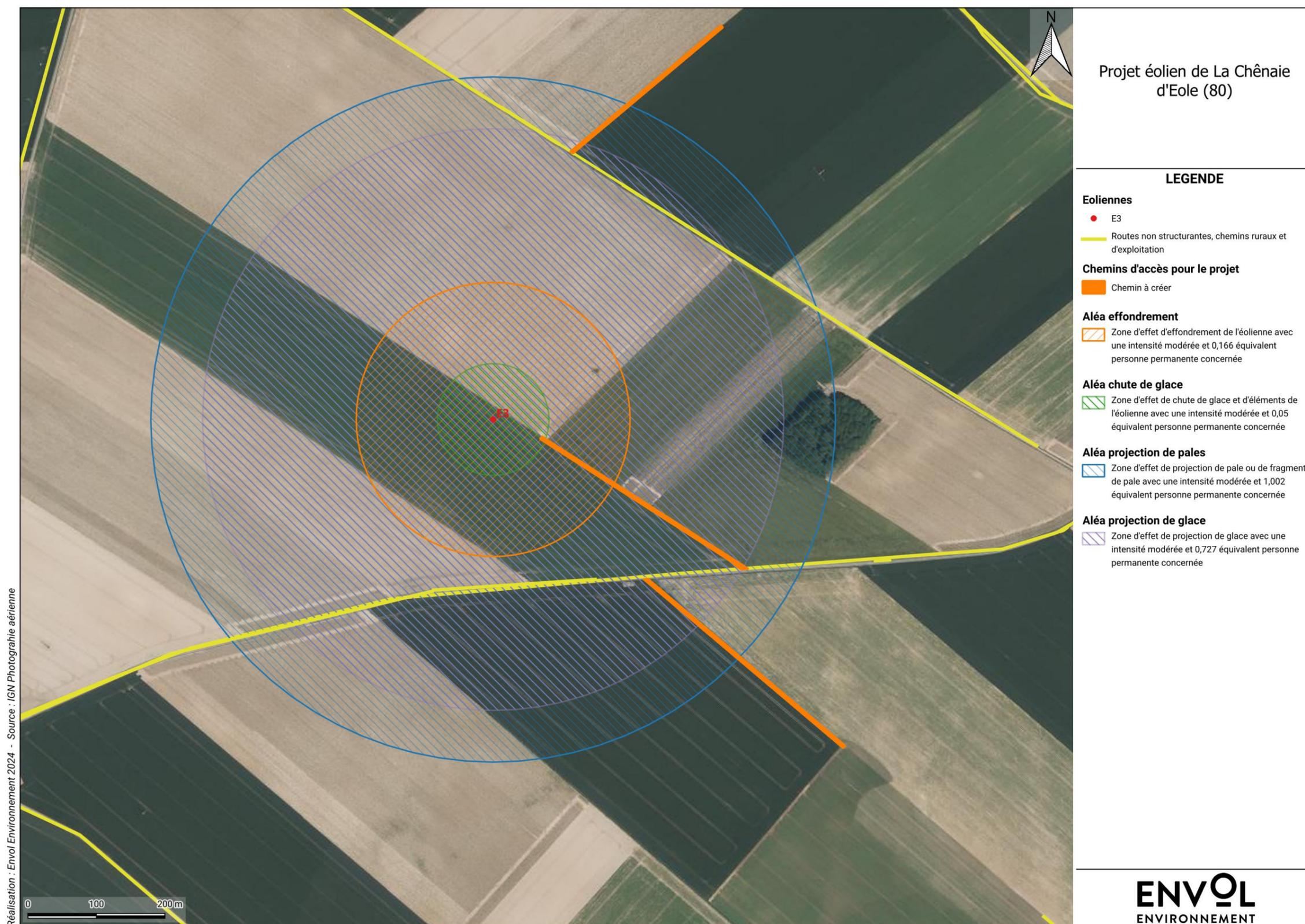


Figure 40.: Synthèse des risques associés à l'éolienne E4

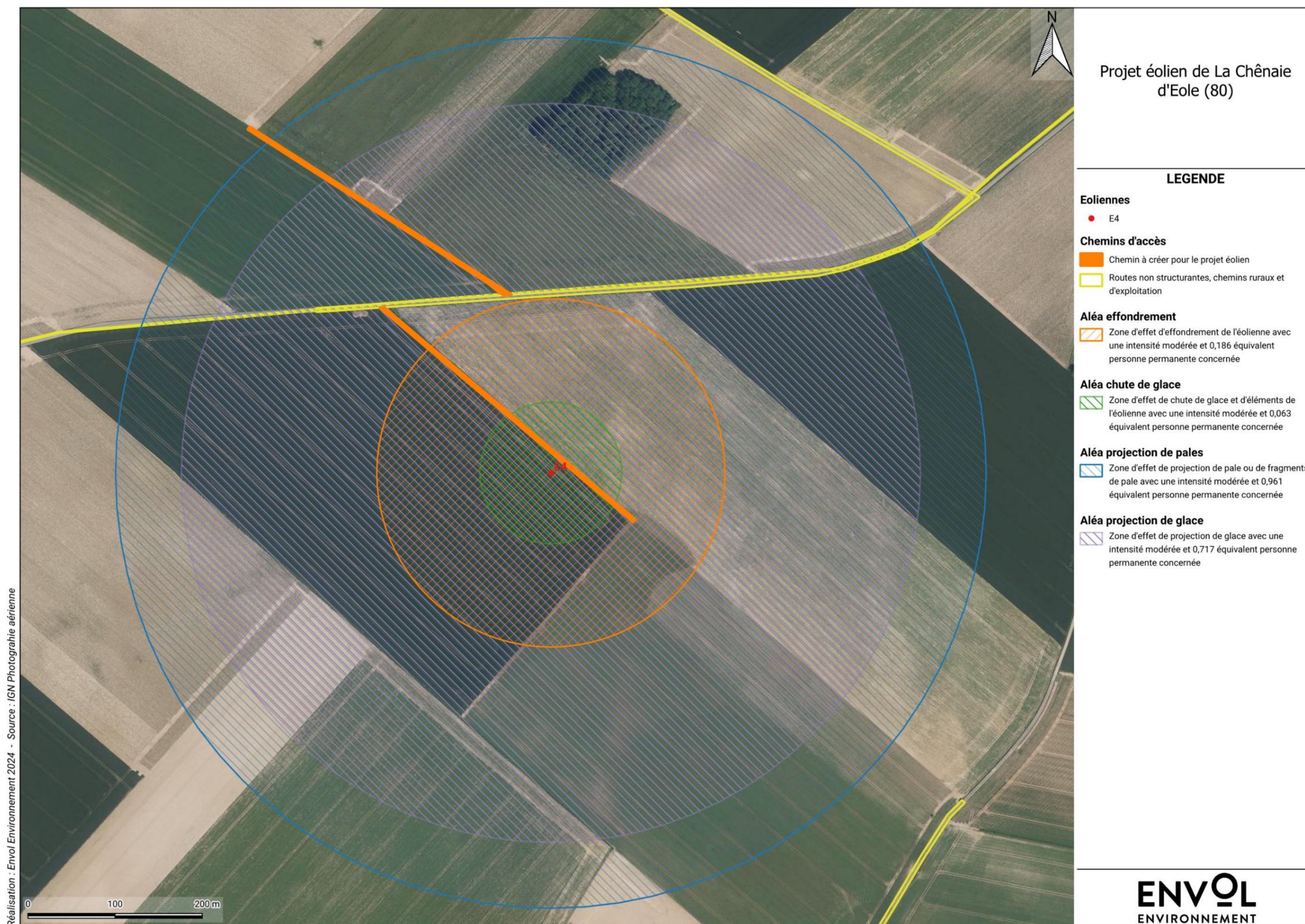


Figure 41.: Synthèse des risques associés à l'éolienne E5

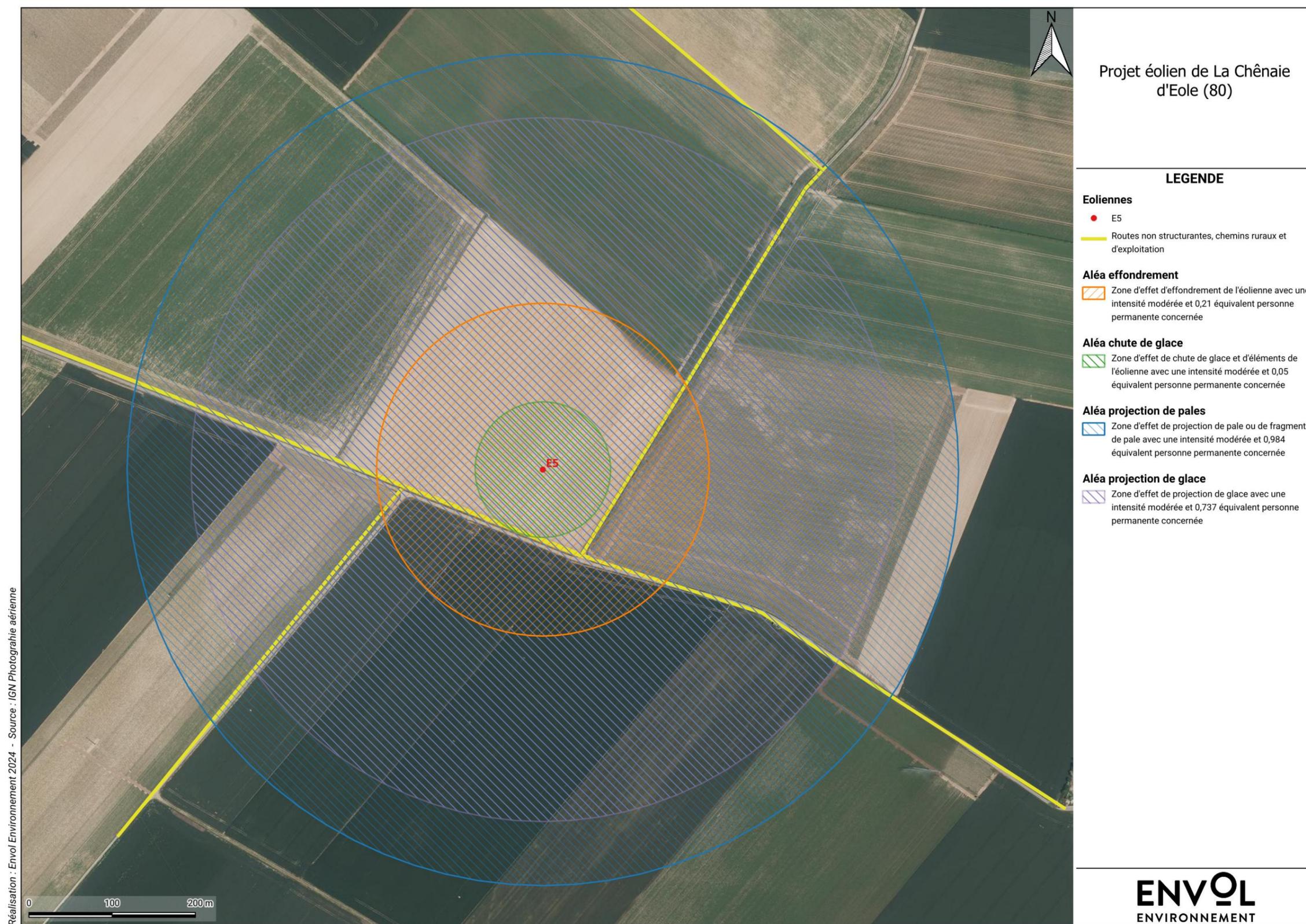
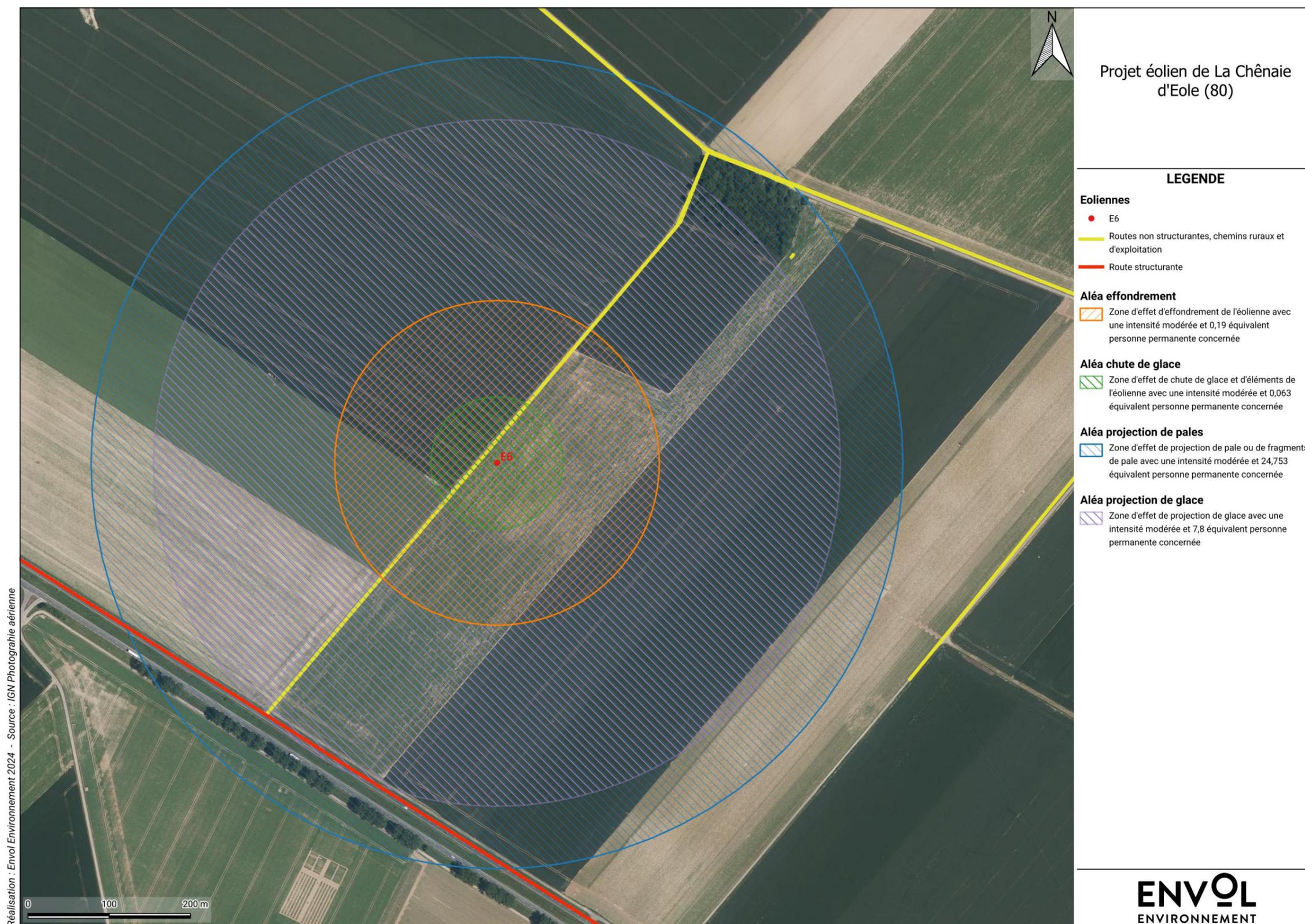


Figure 42.: Synthèse des risques associés à l'éolienne E6



Le présent document constitue l'étude de dangers du futur parc éolien de la Chênaie d'Eole. Les installations projetées sont des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent (éoliennes) regroupant 6 aérogénérateurs dont les mâts ont une hauteur supérieure à 50 mètres.

Les installations du futur parc projeté sont soumises à autorisation environnementale puisqu'elles sont classées sous la rubrique ICPE 2980-1 de la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) (annexe à l'article R511-9 du Code de l'environnement).

Cinq accidents majeurs identifiés par l'INERIS ont fait l'objet d'une caractérisation plus approfondie.

Il s'agit des accidents suivants :

- Effondrement d'une éolienne ;
- Chute d'élément d'une éolienne ;
- Chute de glace issue d'une éolienne ;
- Projection de pales ou de fragments de pale d'une éolienne ;
- Projection de glace issue d'une éolienne.

La probabilité et la gravité des accidents majeurs les plus significatifs en termes de risque sont les suivants :

- pour l'effondrement (pour les 6 éoliennes) : Probabilité comprise entre 10^{-5} et 10^{-4} correspondant à un phénomène « rare » / Gravité modérée avec présence humaine exposée inférieure à « une personne » dans la zone d'effet.

- pour la chute de glace (pour les 6 éoliennes) : Probabilité supérieure à 10^{-2} correspondant à un phénomène « Courant²⁴ » / Gravité modérée avec présence humaine exposée inférieure à « une personne » dans la zone d'effet.

- pour la chute d'élément de l'éolienne (pour les 6 éoliennes) : Probabilité comprise entre 10^{-4} et 10^{-3} correspondant à un phénomène « Improbable²⁵ » / Gravité modérée avec présence humaine exposée inférieure à « une personne » dans la zone d'effet.

- pour la projection de pales ou de fragments de pale (pour les éoliennes E1, E2, E4 et E5) : Probabilité comprise entre 10^{-5} et 10^{-4} correspondant à un phénomène « rare » / Gravité modérée avec présence humaine exposée inférieure à « une personne » dans la zone d'effet.

- pour la projection de pales ou de fragments de pale (pour l'éolienne E3) : Probabilité comprise entre 10^{-5} et 10^{-4} correspondant à un phénomène « rare » / Gravité sérieuse avec moins de 10 personnes exposées dans la zone d'effet.

²⁴ 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.

- pour la projection de pales ou de fragments de pale (pour l'éolienne E6) : Probabilité comprise entre 10^{-5} et 10^{-4} correspondant à un phénomène « rare » / Gravité importante avec entre 10 et 100 personnes exposées dans la zone d'effet.

- pour la projection de glace (pour les éoliennes E1 à E5) : Probabilité comprise entre 10^{-3} et 10^{-2} correspondant à un phénomène « probable » / Gravité modérée avec présence humaine exposée inférieure à « une personne » dans la zone d'effet.

- pour la projection de glace (pour l'éolienne E6) : Probabilité comprise entre 10^{-3} et 10^{-2} correspondant à un phénomène « probable » / Gravité sérieuse avec moins de 10 personnes exposées dans la zone d'effet.

Le positionnement des accidents potentiels de chacun des phénomènes dangereux étudiés a été réalisé dans la matrice de criticité de synthèse, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 relative aux critères d'appréciation de la démarche de maîtrise des risques d'accidents susceptibles de survenir dans les établissements dits « SEVESO », reprise dans 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.

Ce positionnement a été réalisé afin de conclure à l'acceptabilité du risque généré par le parc éolien de la Chênaie d'Eole.

Il apparaît, au regard de la matrice complétée, qu'aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice et que trois accidents figurent en case jaune (projection de pale et projection de glace pour l'éolienne E6, et la chute de glace pour les 6 éoliennes), il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées seront mises en place. En particulier, la maintenance, la surveillance des installations, la formation du personnel ainsi que les procédures de sécurité, d'entretien et de travail sont des éléments essentiels de la sécurité et du bon fonctionnement.

Ainsi, compte tenu de la probabilité, de la gravité des accidents majeurs les plus significatifs et des fonctions de sécurité qui seront mises en place, le risque associé à chaque événement redouté central étudié, quelle que soit l'éolienne considérée, est acceptable. Aussi, de façon globale, les risques d'accidents majeurs liés aux activités sur le futur parc éolien peuvent être considérés comme maîtrisés, dans des conditions économiques acceptables. Aucun plan d'action particulier n'est à prévoir.

²⁵ 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.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	200 mètres	Rapide	Exposition modérée	D	Modéré pour les éoliennes E1 à E6
Chute de glace	81,5 mètres	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré pour les éoliennes E1 à E6
Chute d'élément de l'éolienne	81,5 mètres	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré pour les éoliennes E1 à E6
Projection de pales ou de fragments de pales	500 mètres	Rapide	Exposition modérée	D	Modéré pour les éoliennes E1, E2, E4 et E5 Sérieux pour l'éolienne E3 Important pour l'éolienne E6
Projection de glace	424,5 mètres	Rapide	Exposition modérée	B	Modéré pour les éoliennes E1 à E5 Sérieux pour l'éolienne E6

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 qui caractérisent le danger).

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

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

Eléments vulnérables (ou enjeux) : Eléments tels que les personnes, les biens ou les différentes composantes de l'environnement susceptibles, du fait de l'exposition au danger, de subir, en certaines circonstances, des dommages. Le terme de « cible » est parfois utilisé à la place d'élément vulnérable. Cette définition est à rapprocher de la notion « d'intérêts à protéger » de la législation sur les installations classées (art. L. 511-1 du Code de l'environnement).

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.

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables 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.

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) ».

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.

Réduction du risque : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. 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).

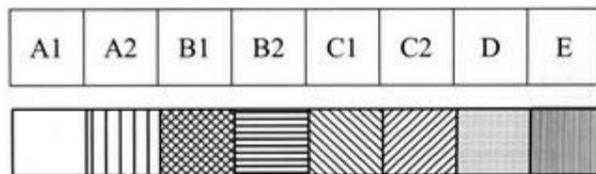
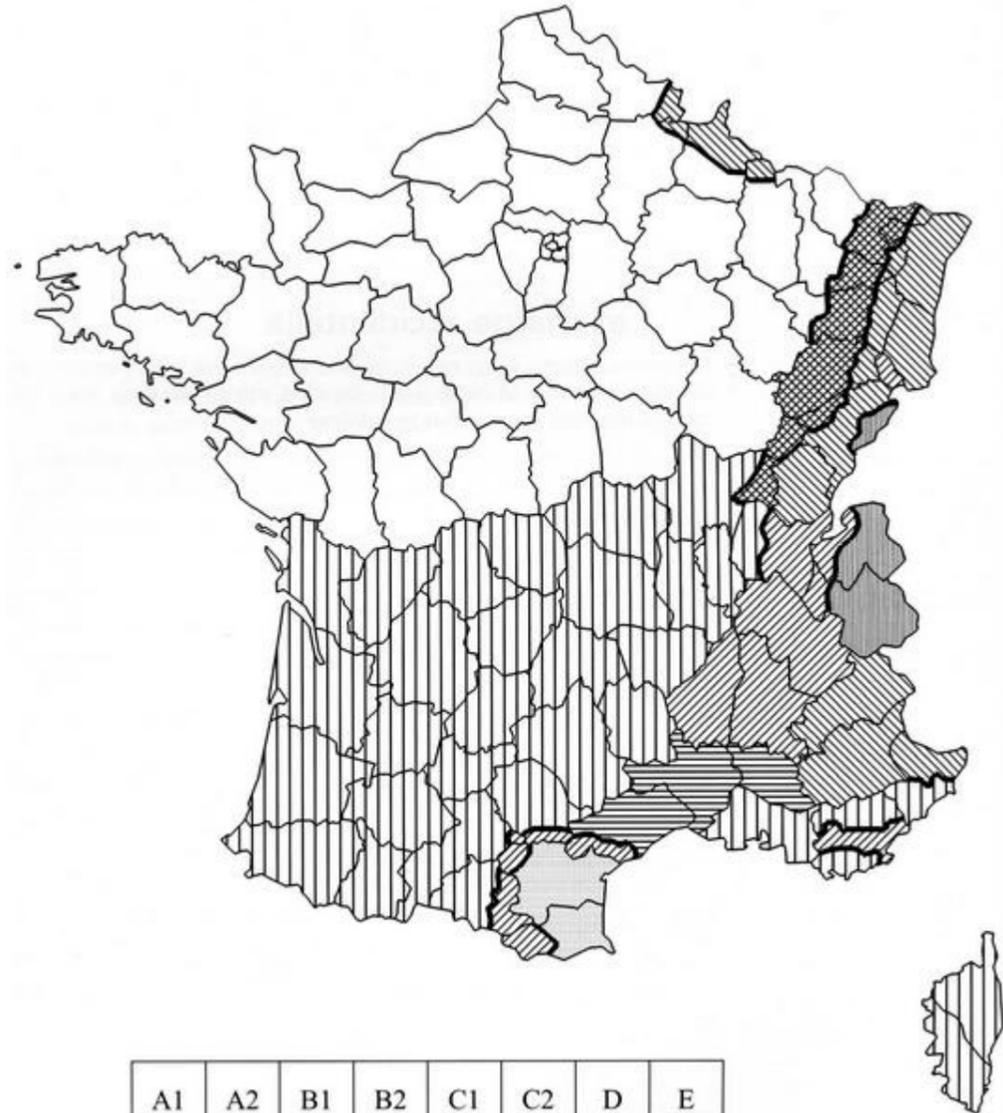
Risque : « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51).

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 avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

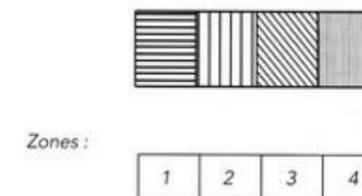
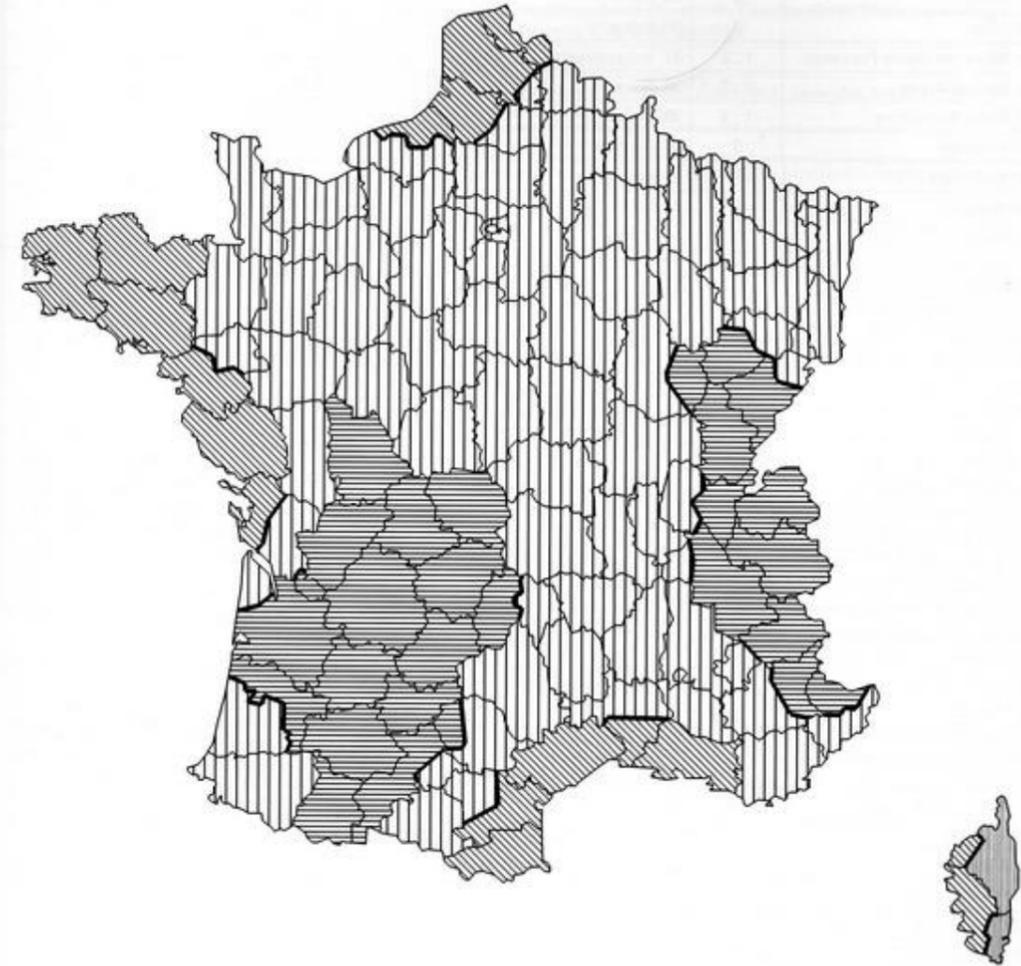
ANNEXE 1 : REGLES NV 65 FIXANT LES VALEURS DES SURCHARGES CLIMATIQUES (NEIGE ET VENT) EN REFERENCE AU DOCUMENT TECHNIQUE UNIFIE (DTU) 06-002 D'AVRIL 2000

Calcul de neige selon les régions



Calcul de vent selon les zones

France métropolitaine : carte des zones de vent.



ANNEXE 2 : DETAILS DES CALCULS DE NOMBRE DE PERSONNES IMPACTEES POUR LES 5 ACCIDENTS

Effondrement de l'éolienne :

Pour chaque éolienne, au niveau de l'événement « effondrement de l'éolienne », seuls des « terrains non aménagés et très peu fréquentés » (champs, friches, forêts) et des « terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins) sont présents dans la zone concernée par l'accident (rayon 200 m autour des éoliennes).

Le guide INERIS indique que pour ces terrains aménagés mais peu fréquentés, il faut compter 1 personne par tranche de 10 hectares et 1 personne par tranche de 100 hectares pour les « terrains non aménagés et très peu fréquentés ».

Dans le cas de l'effondrement de l'éolienne, la surface concernée est de 12,6 ha pour les éoliennes.

Eoliennes	Terrains non bâtis				Nombre total de personnes potentiellement impactées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : Champs, prairies, friches, forêts		Terrains aménagés mais peu fréquentés : Routes non structurantes, chemins, plateformes		
	Surface (ha) délimitée par la zone d'effet du phénomène d'effondrement	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les Terrains non aménagés et très peu fréquentés de la zone d'effet du phénomène d'effondrement	Surface (ha) délimitée par la zone d'effet du phénomène d'effondrement	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les terrains aménagés mais peu fréquentés de la zone d'effet du phénomène d'effondrement	
E1	11,841	0,118	0,659	0,066	0,184
E2	12,07	0,121	0,527	0,053	0,174
E3	12,159	0,122	0,441	0,044	0,166
E4	11,978	0,120	0,662	0,066	0,186
E5	11,675	0,117	0,925	0,093	0,21
E6	11,887	0,119	0,713	0,071	0,19

Exemple de calcul pour l'éolienne E1 :

La surface de l'étude se situe dans un rayon de 200 mètres autour de chaque éolienne, et sera donc :

$$\text{Surface autour d'une éolienne : } \pi R^2 = \pi \times 200^2 = 12,6 \text{ Ha}$$

Il a été comptabilisé 344,4 mètres de **terrains aménagés mais peu fréquentés** dans un rayon de 200 mètres autour de l'éolienne. En prenant en compte 10 mètres de largeur : $(344,4 \times 10) / 10000 = 0,344 \text{ ha}$

Auxquels il faut ajouter la surface de la plate-forme de montage, estimée à **0,315 ha**

Au total, cela donne 0,659 ha de terrains aménagés mais peu fréquentés.

Pour le calcul **des terrains non aménagés et très peu fréquentés** :

$$((\pi \times 200 \times 200) / 10000) - 0,0659 = 11,841 \text{ ha}$$

Chute de glace / chute d'éléments de l'éolienne :

Pour chaque éolienne, au niveau de l'événement « Chute de glace ou d'éléments de l'éolienne », seuls des « terrains non aménagés et très peu fréquentés » (champs, friches, forêts) et des « terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins, plateformes) sont présents dans la zone concernée par l'accident.

Le guide INERIS indique que pour ces terrains aménagés mais peu fréquentés, il faut compter 1 personne par tranche de 10 hectares et 1 personne par tranche de 100 hectares pour les « terrains non aménagés et très peu fréquentés ».

Dans le cas de la chute de glace, la surface concernée est de 2,09 ha pour les éoliennes.

Eoliennes	Terrains non bâtis				Nombre total de personnes potentiellement impactées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : Champs, prairies, friches, forêts		Terrains aménagés mais peu fréquentés : Routes non structurantes, chemins, plateformes		
	Surface (ha) délimitée par la zone d'effet du phénomène d'effondrement	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les Terrains non aménagés et très peu fréquentés de la zone d'effet du phénomène de chute de glace / d'éléments	Surface (ha) délimitée par la zone d'effet du phénomène d'effondrement	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les terrains non aménagés et peu fréquentés de la zone d'effet du phénomène de chute de glace / d'éléments	
E1	1,617	0,016	0,473	0,047	0,063
E2	1,683	0,017	0,407	0,041	0,058
E3	1,768	0,018	0,322	0,032	0,05
E4	1,617	0,016	0,473	0,047	0,063
E5	1,775	0,018	0,315	0,032	0,05
E6	1,616	0,016	0,474	0,047	0,063

Exemple de calcul pour l'éolienne E1 :

La surface de l'étude se situe dans un rayon de 81,5 mètres autour de chaque éolienne, et sera donc :

$$\text{Surface autour d'une éolienne} : \pi R^2 = \pi \times 81,5^2 = 2,09 \text{ Ha}$$

Il a été comptabilisé 158,2 mètres de **terrains aménagés mais peu fréquentés** dans un rayon de 81,5 mètres autour de l'éolienne. En prenant en compte 10 mètres de largeur : $(158 \times 10) / 10000 = 0,158 \text{ ha}$

Auxquels il faut ajouter la surface de la plate-forme de montage, estimée à **0,315 ha**

Au total, cela donne 0,473 ha de terrains aménagés mais peu fréquentés.

Pour le calcul des **terrains non aménagés et très peu fréquentés** :

$$((\pi \times 81,5 \times 81,5) / 10000) - 0,473 = 1,617 \text{ ha}$$

Projection de pale :

	Terrains non bâtis			Nombre total de personnes potentiellement impactées
	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les terrains non aménagés et très peu fréquentés : champs, prairies, friches	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les terrains aménagés mais très peu fréquentés : chemins ruraux et d'exploitations, routes non structurantes	Routes structurantes	
E1	0,767	0,180	0	0,947
E2	0,762	0,233	0	0,995
E3	0,761	0,241	0	1,002
E4	0,766	0,195	0	0,961
E5	0,763	0,221	0	0,984
E6	0,757	0,146	23,85	24,753

Projection de glace

Pour chaque éolienne, au niveau de l'événement « Projection de glace », sont présents dans la zone concernée par l'accident (rayon de 424,5 mètres) :

- des « terrains non aménagés et très peu fréquentés » (champs, friches, forêts).
- des « terrains aménagés mais peu fréquentés » (voies de circulation non structurantes, chemins).
- une route structurante.

Le guide INERIS indique que sur ces terrains aménagés mais peu fréquentés, il faut compter 1 personne par tranche de 10 hectares et 1 personne par tranche de 100 hectares pour les « terrains non aménagés et très peu fréquentés ». Pour les routes structurantes, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Dans le cas de la projection de glace, la surface concernée est de 56,6 ha.

Eoliennes	Terrains non bâtis						Nombre total de personnes potentiellement impactées dans la zone d'effet du phénomène projection de glace
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : Champs, prairies, friches, forêts		Terrains aménagés mais peu fréquentés : Routes non structurantes, chemins, plateformes		Routes structurantes		
	Surface (ha) délimitée par la zone d'effet du phénomène de projection de glace	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les terrains non aménagés et très peu fréquentés de la zone d'effet du phénomène de projection de glace	Surface (ha) délimitée par la zone d'effet du phénomène de projection de glace	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les terrains aménagés mais peu fréquentés de la zone d'effet du phénomène de projection de glace	Surface (ha) délimitée par la zone d'effet du phénomène de projection de glace	Nombre de personnes potentiellement présentes sur les routes structurantes de la zone d'effet du phénomène de projection de glace	
E1	55,034	0,55	1,566	0,157	0	0	0,707
E2	54,637	0,546	1,963	0,196	0	0	0,742
E3	54,815	0,548	1,785	0,179	0	0	0,727
E4	54,924	0,549	1,676	0,168	0	0	0,717
E5	54,7	0,547	1,9	0,19	0	0	0,737
E6	55,029	0,55	1,158	0,116	0,413	7,1	7,8

Exemple de calcul pour l'éolienne E1 :

La surface de l'étude se situe dans un rayon de 424,5 mètres autour de chaque éolienne, et sera donc :

$$\text{Surface autour d'une éolienne} : \pi R^2 = \pi \times 424,5^2 = 56,6 \text{ Ha}$$

Il a été comptabilisé 1 251 mètres de **terrains aménagés mais peu fréquentés** dans un rayon de 424,5 mètres autour de l'éolienne. En prenant en compte 10 mètres de largeur : $(1\,251 \times 10) / 10000 = 1,251 \text{ ha}$

Auxquels il faut ajouter la surface de la plate-forme de montage, estimée à **0,315 ha**

Au total, cela donne 1,566 ha de terrains aménagés mais peu fréquentés.

Pour le calcul des **terrains non aménagés et très peu fréquentés** :

$$((\pi \times 424,5 \times 424,5) / 10000) - 1,566 = 55,034 \text{ ha}$$

Calcul pour le cas de l'éolienne E6 :

Il a été comptabilisé 843,2 mètres de **terrains aménagés mais peu fréquentés** dans un rayon de 424,5 mètres autour de l'éolienne. En prenant en compte 10 mètres de largeur : $(843,2 \times 10) / 10000 = 0,843 \text{ ha}$

Auxquels il faut ajouter la surface de la plate-forme de montage, estimée à **0,315 ha**

Au total, cela donne 1,158 ha de terrains aménagés mais peu fréquentés.

Il a été comptabilisé 165,1 mètres de **routes structurantes** dans un rayon de 424,5 mètres autour de l'éolienne. En prenant en compte 25 mètres de largeur : $(165,1 \times 25) / 10000 = 0,413 \text{ ha}$

Le nombre de personnes présentes pour les routes structurantes se calcule ainsi : $0,4 \times 0,165 \times 10\,800 / 100 = 7,1 \text{ personnes}$

Pour le calcul des **terrains non aménagés et très peu fréquentés** :

$$((\pi \times 424,5 \times 424,5) / 10000) - (1,158 + 0,413) = 55,029 \text{ ha}$$

ANNEXE 3 : ACCIDENTOLOGIE INTERNATIONALE ISSUE DU RAPPORT SUR LA SECURITE DES EOLIENNES DU CONSEIL GENERAL DES MINES

Rapport sur la sécurité des éoliennes du Conseil Général des Mines

Inventaire des incidents et accidents en Europe (hors accident de travail) :

→ Rapport d'étude de décembre 2000 par M. Dieter Krâmer (membre d'une association de protection de la nature allemande opposée aux éoliennes), à partir d'informations parues dans la presse pour la période 1997-2000. Cette étude porte aussi partiellement sur les Pays-Bas et le Danemark. Dans cet inventaire, sont essentiellement répertoriés des éjections de pièces (morceaux de pale, voire pale entière ou d'autres éléments), ainsi que celle de morceaux de glace en hiver pour un parc allemand estimé à 11 000 éoliennes :

- Le 4 avril 1997, un monteur a été mortellement blessé par la chute de la turbine d'une éolienne prototype, à la ferme éolienne expérimentale de Kaiser-Wilhelm-Kood (Allemagne), par vent violent ;
- Le 5 mars 1998, la nacelle d'une éolienne est tombée du mât de 30 à 40 m, au cours d'un violent orage ;
- Le 16 janvier 1999, le générateur et les pales d'une éolienne tombent de 63 m à Rebgeshain (Allemagne) ;
- Le 1^{er} mars 1999, même accident à une éolienne de même marque à Vogelsberg, dans la Hesse (Allemagne) ;
- Le 20 septembre 1999, la nacelle d'une éolienne est détruite par un incendie à Grafchaft (Allemagne) ;
- Le 3 décembre 1999, chute de 11 petites éoliennes (sur un parc de 5 500), détruites par l'ouragan au Danemark ;
- Le 12 décembre 1999, à Lichtenau (Allemagne), le mât d'une éolienne de 46 m de diamètre, touché par la foudre s'est plié à 10 m du sol entraînant la destruction de la nacelle ;
- Le 19 décembre 1999, à Stöffin (Allemagne), une pale d'une éolienne éclate contre le mât. L'éolienne est démantelée ensuite pour expertise ;
- Le 10 février 2000, à Wittmund (Allemagne), effondrement d'une éolienne, liée à une défectuosité de la fondation en béton de la tour de 33 m.

→ Travaux de M. Paul Gide, USA (www.wind-works.org), sur la mortalité due à l'énergie éolienne : un seul accident concerne un tiers : une parachutiste allemande débutante a été tuée par une éolienne en 2000.

Inventaire des incidents et accidents dans le Monde - hors Europe (hors accident de travail) :

- Le 9 juin 1998, destruction en Inde d'une centaine d'éoliennes dans divers sites (dont plusieurs fermes éoliennes) par des ouragans.