Février 2024

Étude de dangers du projet de parc éolien de la Lande de Faye

DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

Département : HAUTE-VIENNE (87)

Communes : DROUX – MAGNAC-LAVAL

Tome 5.1 du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

Maître d'ouvrage

ABO WIND

Étude réalisée par

ENCIS Environnement
90 rue Buck Clayton
87000 LIMOGES

Historique des révisions				
Version	**Établi par :**	**Corrigé par :**	**Validé par :**	**Commentaires et date**
0	Stéphanie CHARLAT	Marine GILLOT	Marine GILLOT	Première émission 26/02/2024
	StC	*MG*	*MG*	

Avant-propos

Depuis la publication du décret n°2011-984 du 23 août 2011 modifiant la nomenclature des installations classées, les parcs éoliens terrestres équipés d'un ou de plusieurs aérogénérateurs sont inscrits à la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), rubrique n°2980. À ce titre, et en fonction de critères dimensionnels et/ou de puissance, ils peuvent être soumis, selon les cas, au régime d'autorisation ou de déclaration. Le projet de parc éolien de la Lande de Faye sera équipé d'aérogénérateurs dont la hauteur de l'ensemble mât + nacelle dépasse 50 m ; **ce critère le soumet au régime d'autorisation**, qualifiée d'autorisation environnementale au sens de l'article L.512-1 du Code de l'environnement.

L'autorisation environnementale, encadrée par les articles L.181-1 à L.181-32 et R.181-1 à R.181-56 du Code de l'environnement, rassemble plusieurs procédures nécessaires à la réalisation d'un projet et pouvant relever de différentes législations (Code de l'environnement, Code forestier (nouveau), etc.). L'ensemble des documents justifiant la bonne prise en compte de ces procédures est compilé au sein d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) qui, suite à une phase d'instruction, permet à l'autorité administrative compétente de statuer sur une décision d'octroi ou de refus.

Conformément aux dispositions de l'article D.181-15-2 du Code de l'environnement, le Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) **doit notamment comporter une étude de dangers** dont l'objet est de justifier « *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.* ».

Ainsi, et conformément à la réglementation en vigueur, le présent rapport constitue l'étude de dangers du projet de parc éolien de la Lande de Faye. Cette étude s'est appuyée sur le Guide technique « Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre de projets éoliens », publié en mai 2012 et réalisé par un groupe de travail constitué de l'INERIS et de professionnels du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) : porteurs de projets, exploitants de parcs éoliens et constructeurs d'éoliennes, et qui présente les méthodes et outils nécessaires à la réalisation d'une étude de dangers.

Elle recense, à partir d'une description de l'installation et de son environnement, les phénomènes accidentels possibles, leurs zones d'effets, leurs conséquences, leurs probabilités d'occurrence et leurs cinétiques pour évaluer l'acceptabilité de ces risques au regard de leurs impacts potentiels sur la santé humaine.

Table des matières

Introduction 7

1 Préambule 11

1.1 Objectifs et démarche de l'étude de dangers 13
1.2 Contexte législatif et réglementaire 14
1.2.1 Application du régime des installations classées aux parcs éoliens 14
1.2.2 Règlementation relative à l'étude de dangers 14
1.3 Nomenclature ICPE 16
1.4 Rédacteur de l'étude 16

2 Informations générales concernant l'installation 17

2.1 Renseignements administratifs 19
2.2 Localisation du site 20
2.3 Définition de l'aire d'étude 21

3 Description de l'environnement de l'installation 23

3.1 Environnement humain 25
3.1.1 Habitat 25
3.1.2 Établissements Recevant du Public (ERP) 26
3.1.3 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et Installations Nucléaires de Base (INB) 26
3.1.4 Autres activités 27
3.2 Environnement naturel 28
3.2.1 Contexte climatique 28
3.2.2 Risques naturels 30
3.3 Environnement matériel 35
3.3.1 Voies de communication 35
3.3.2 Réseaux et canalisations 35
3.3.3 Autres ouvrages 36
3.4 Cartographie de synthèse 37

4 Description de l'installation 41

4.1 Caractéristiques de l'installation 43
4.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien 43
4.1.2 Activité de l'installation 44
4.1.3 Composition de l'installation 44
4.2 Fonctionnement de l'installation 46
4.2.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur 46
4.2.2 Fonctions et caractéristiques du parc éolien de la Lande de Faye 46
4.2.3 Sécurité de l'installation 47
4.2.4 Opérations de maintenance de l'installation 49
4.2.5 Stockage et flux de produits dangereux 50
4.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation 50
4.3.1 Raccordement électrique 50
4.3.2 Autres réseaux 50

5 Identification des potentiels de dangers de l'installation 51

5.1 Potentiels de dangers liés aux produits 53
5.1.1 Inventaire des produits 53
5.1.2 Dangers des produits 53
5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation 54
5.3 Réduction des potentiels de dangers à la source 54
5.3.1 Principales actions préventives 54
5.3.2 Procédures relatives à l'hygiène et à la sécurité 55
5.3.3 Utilisation des meilleures techniques possibles 57

6 Analyse du retour d'expérience 59

6.1 Inventaire des accidents et incidents en France 61
6.1.1 Méthodologie 61
6.1.2 Analyse du recensement 61
6.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international 63
6.3 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience 64
6.3.1 Analyse de l'évolution des accidents en France 64
6.3.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents 64
6.4 Limites d'utilisation de l'accidentologie 64

7 Analyse Préliminaire des Risques 65

7.1 Objectif de l'Analyse Préliminaire des Risques 67
7.2 Recensement des évènements initiateurs exclus de l'analyse des risques 67
7.3 Recensement des agressions externes potentielles 68
7.3.1 Agressions externes liées aux activités humaines 68
7.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels 68
7.4 Scénarios étudiés dans l'Analyse Préliminaire des Risques 69
7.5 Effets dominos 72
7.6 Mise en place des mesures de sécurité 72
7.6.1 Définitions 72
7.6.2 Mesures de maîtrise des risques 73
7.7 Conclusion de l'Analyse Préliminaire des Risques 77

8 Étude détaillée des risques 79

8.1 Rappel des définitions 81
8.1.1 Cinétique 81
8.1.2 Intensité 81
8.1.3 Gravité 82
8.1.4 Probabilité 82
8.1.5 Acceptabilité 83
8.2 Caractérisation des scénarios retenus 84
8.2.1 Paramètres de calcul 84
8.2.2 Évaluation de l'acceptabilité des scénarios 86
8.3 Synthèse de l'étude détaillée des risques 99
8.3.1 Tableau de synthèse des scénarios étudiés 99
8.3.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques 99
8.3.3 Cartographie des risques 99

9 Conclusion 103

Annexes 107

Annexe 1 : Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne 109
Terrains non bâtis 109
Voies de circulation 109
Logements 109

Établissements recevant du public (ERP) 109
Zones d'activité 110
Annexe 2 : Tableau de l'accidentologie française 111
Annexe 3 : Scénarios génériques issus de l'Analyse Préliminaire des Risques 144
Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02) 144
Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07) 144
Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02) 145
Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03) 145
Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P03) 145
Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10) 146
Annexe 4 : Probabilité d'atteinte et risque industriel 147
Annexe 5 : Glossaire 148
Annexe 6 : Bibliographie et références utilisées 150
Table des illustrations 151

Introduction

À la suite des accords du protocole de Kyoto et conformément à la directive européenne 2001/77/CE relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables, la France s'est engagée à augmenter la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité au niveau national.

En particulier, la loi n°2005-781 du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique (loi POPE) a donné un cap à suivre pour les décennies suivantes. Cette loi s'était construite autour de quatre grands objectifs à long terme :

- l'indépendance énergétique du pays ;
- l'assurance de prix compétitifs de l'énergie ;
- la garantie de la cohésion sociale et territoriale par l'accès de tous à l'énergie ;
- la préservation de la santé, notamment en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre.

La loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement (loi Grenelle I), a confirmé, précisé et élargi les engagements de la France en matière de production d'énergies renouvelables (EnR). Elle prévoyait ainsi de porter la part des EnR à au moins 23 % de sa consommation d'énergie finale d'ici 2020 ; valeur actualisée à la suite de l'adoption de la loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte qui a porté cette part à 32 % à l'horizon 2030. Les objectifs par filière ont été définis en premier lieu par l'arrêté du 15 décembre 2009 relatif à la Programmation Pluriannuelle des Investissements (PPI) de production électrique modifié par l'arrêté du 24 avril 2016[1], puis par la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) publiée par décret le 21 avril 2020. Ce texte fixe pour l'éolien terrestre un objectif de puissance totale installée de 24 100 MW au 31 décembre 2023 et compris entre 33 200 (hypothèse basse) et 34 700 MW (hypothèse haute) au 31 décembre 2028.

La publication de ces objectifs, dans un contexte mondial favorable au développement des énergies renouvelables, a donc permis un développement technologique spectaculaire : ainsi, alors que dans les années 1980 une éolienne permettait d'alimenter environ 10 personnes en électricité, une éolienne de nouvelle génération délivrant une puissance de 2 MW fournit en moyenne de l'électricité pour 1 000 foyers[2].

La base de données en ligne du Service des données et études statistiques du Ministère en charge de l'environnement a publié les chiffres du parc éolien raccordé en France au troisième trimestre 2023 : la puissance installée et raccordée en métropole et dans les DOM atteignait 23 443 MW au 30/09/2023.

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

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

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

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

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (loi Grenelle II) réaffirme tout d'abord la nécessité du développement de la filière éolienne pour atteindre les objectifs nationaux fixés dans les PPI/PPE.

Cette loi prévoit également de soumettre les éoliennes au régime d'autorisation au titre de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Conformément à cette réglementation, les exploitants sont notamment amenés à formaliser leur savoir-faire en matière de maîtrise des risques dans une étude de dangers.

Ainsi, la présente étude s'inscrit dans une double démarche :

- d'une part réglementaire pour vérifier que les risques des parcs éoliens sont maîtrisés, et cela en toute transparence avec le grand public ;
- d'autre part méthodologique, pour permettre aux exploitants de formaliser et d'améliorer sans cesse les mesures de maîtrise des risques qu'ils mettent en place.

[1] Arrêté du 24 avril 2016 relatif aux objectifs de développement des énergies renouvelables, JORF n°0098 du 26 avril 2016

[2] Source : Rapport « L'éolien en 10 questions » édition avril 2019 – ADEME

1 Préambule

1.1 Objectifs et démarche de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la CPENR de la Lande de Faye pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de la Lande de Faye, autant technologiquement réalisable qu'économiquement acceptable, 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 le gabarit des éoliennes du parc étudié. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur ce 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.

L'étude de dangers s'articule autour de plusieurs axes :

- **identifier les enjeux pour permettre une bonne caractérisation des conséquences des accidents** (présence et vulnérabilité de maisons, infrastructures, etc.) : cette étape s'appuie sur une description et caractérisation de l'environnement ;
- **connaître les équipements étudiés pour permettre une bonne compréhension des dangers potentiels qu'ils génèrent :** cette étape s'appuie sur une description des installations et de leur fonctionnement ;
- **identifier les potentiels de danger :** cette étape s'appuie sur une identification des éléments techniques et la recherche de leurs dangers ; suit une étape de réduction / justification des potentiels ;
- **connaître les accidents qui se sont produits sur le même type d'installation pour en tirer des enseignements** (séquences des événements, possibilité de prévenir ces accidents, etc.) : cette étape s'appuie sur un retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs) ;
- **analyser les risques inhérents aux installations étudiées en vue d'identifier les scénarios d'accidents possibles** (qui se sont produits et qui pourraient se produire) : cette étape utilise notamment les outils d'analyses de risques classiques (tableaux d'Analyse Préliminaire des Risques par exemple) ;
- **caractériser et classer les différents phénomènes et accidents en termes de probabilités, cinétique, intensité et gravité** : c'est l'étape détaillée des risques, avec mise en œuvre des outils de quantification en probabilité et en intensité / gravité ;
- **réduire le risque si nécessaire :** cette étape s'appuie sur des critères d'acceptabilité du risque : si le risque est jugé inacceptable, des évolutions et mesures d'amélioration sont proposées par l'exploitant ;
- **représenter le risque :** cette étape s'appuie sur une représentation cartographique ;
- **résumer l'étude de dangers** : cette étape s'appuie sur un résumé non technique de l'étude des dangers.

Le graphique suivant synthétise ces différentes étapes et leurs objectifs :

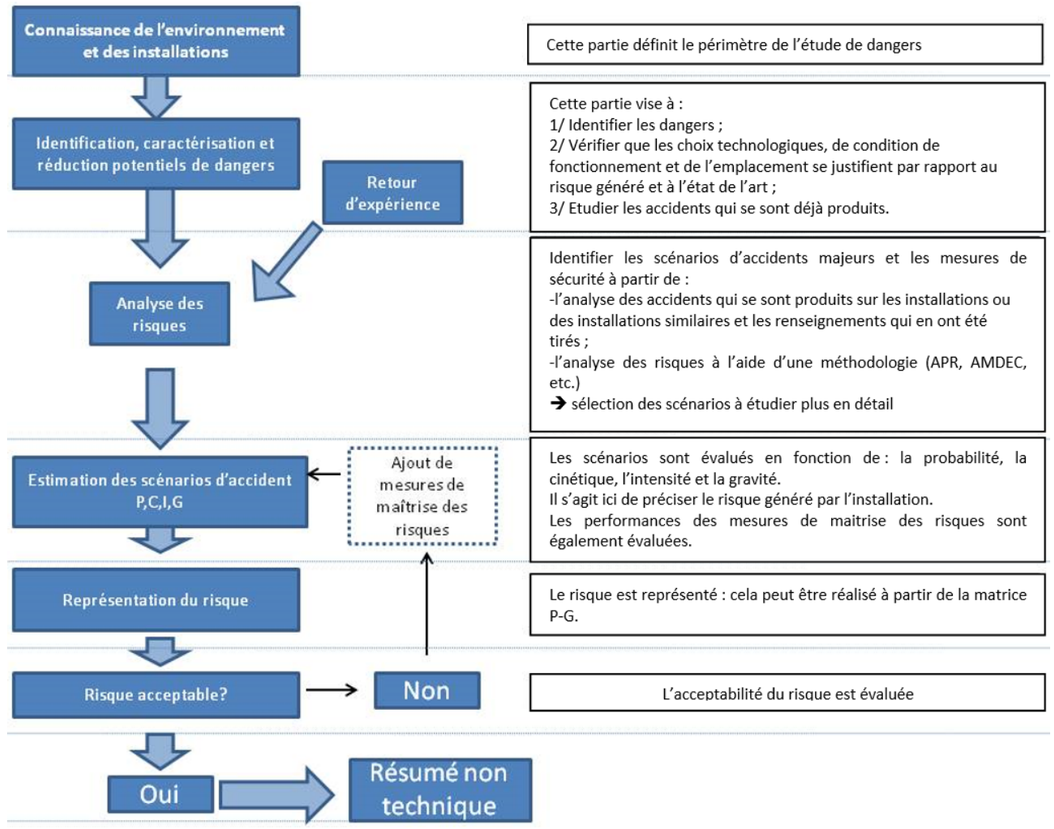


Figure 1 : Étapes de la démarche d'étude de dangers (Source : Guide technique, mai 2012)

Si la démarche de réduction du risque est considérée comme acceptable, une représentation cartographique et un résumé non technique sont réalisés.

1.2 Contexte législatif et réglementaire

1.2.1 Application du régime des installations classées aux parcs éoliens

En application de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle II, les éoliennes sont soumises au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

Le décret n°2011-984 du 23 août 2011, modifiant l'article R.511-9 du Code de l'environnement, crée la rubrique 2980 pour les installations de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs. Cette rubrique, dont le contenu a été modifié par le décret n°2019-1096 du 28 octobre 2019[3], prévoit deux régimes d'installations classées pour les parcs éoliens terrestres :

- le régime d'**autorisation** pour les installations comprenant au moins une éolienne dont l'ensemble mât + nacelle a une hauteur supérieure ou égale à 50 m et pour les installations comprenant uniquement des éoliennes dont l'ensemble mât + nacelle a une hauteur comprise entre 12 et 50 m et dont la puissance totale est supérieure ou égale à 20 MW ;
- le régime de **déclaration** pour les installations comprenant uniquement des éoliennes dont l'ensemble mât + nacelle a une hauteur comprise entre 12 et 50 m et dont la puissance totale est inférieure à 20 MW.

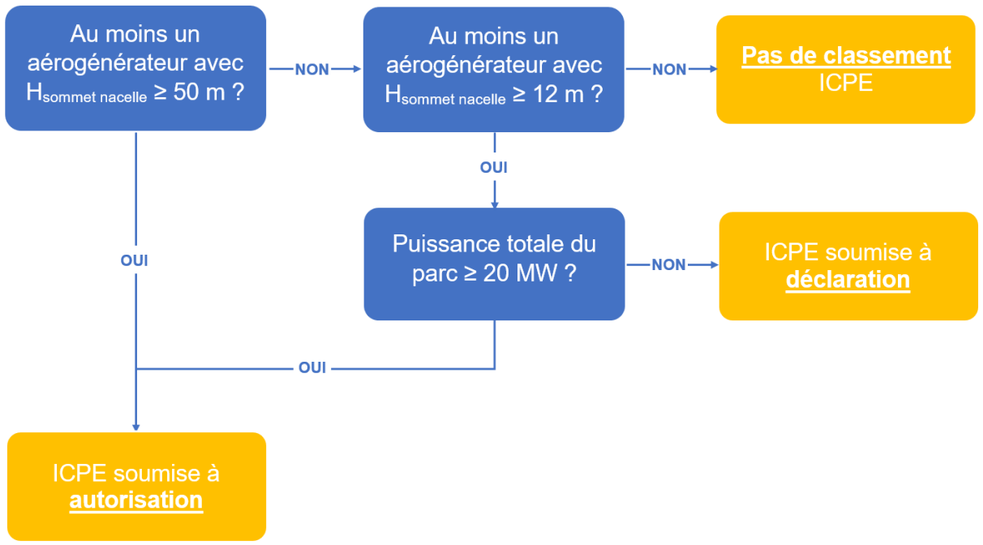


Figure 2 : Détermination du régime ICPE d'un parc éolien (Source : ENCIS Environnement)

La réglementation prévoit que, dans le cadre d'une demande d'autorisation environnementale d'ICPE, l'exploitant doit réaliser une étude de dangers.

Enfin, l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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 prévoit 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. Elles devront être prises en compte dans le cadre de l'étude de dangers.

1.2.2 Règlementation relative à l'étude de dangers

Selon l'article L.181-25 du Code de l'environnement, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L.511-1 **en cas d'accident**, que la cause soit interne ou externe à l'installation. Les impacts de l'installation sur ces intérêts en fonctionnement normal sont traités dans l'étude d'impact sur l'environnement.

Article L.512-1 du Code de l'environnement

Sont soumises à autorisation les installations qui présentent de graves dangers ou inconvénients pour les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1.

L'autorisation, dénommée autorisation environnementale, est délivrée dans les conditions prévues au chapitre unique du titre VIII du livre Ier.

Article L.181-25 du Code de l'environnement

Le demandeur fournit une étude de dangers qui précise 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.

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.

En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite.

Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents.

Article L.181-26 du Code de l'environnement

La délivrance de l'autorisation peut être subordonnée notamment à l'éloignement des installations vis-à-vis des habitations, immeubles habituellement occupés par des tiers, établissements recevant du public, cours d'eau, voies de communication, captages d'eau, zones fréquentées par le public, zones de loisir, zones présentant un intérêt naturel particulier ou ayant un caractère particulièrement sensible ou des zones destinées à l'habitation par des documents d'urbanisme opposables aux tiers.

Les intérêts visés à l'article L.511-1 sont la commodité du voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publiques, l'agriculture, la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, l'utilisation rationnelle de l'énergie, la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

[3] Décret n°2019-1096 du 28 octobre 2019 modifiant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

Cependant, il convient de noter que 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 classés soumises à autorisation 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 s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. 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.**

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

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini au III de l'article D.181-15-2 du Code de l'environnement.

Extrait de l'article D.181-15-2 du Code de l'environnement

III. - 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.

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181-3.

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. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8[4], le pétitionnaire doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.

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.

Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement de l'étude de dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L. 512-5.

Pour certaines catégories d'installations impliquant l'utilisation, la fabrication ou le stockage de substances dangereuses, le ministre chargé des installations classées peut préciser, par arrêté pris en application de l'article L. 512-5, le contenu de l'étude de dangers portant, notamment, sur les mesures d'organisation et de gestion propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident majeur.

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 :

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

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** 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 29 septembre 2005** modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

[4] Les parcs éoliens terrestres ne font pas partie de cette liste.

1.3 Nomenclature ICPE

Conformément à l'annexe de l'article R.511-9 du Code de l'environnement, les parcs éoliens sont soumis à la rubrique 2980 de la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement :

A - Nomenclature des installations classées			
N°	**DESIGNATION DE LA RUBRIQUE**	**REGIME (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 la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 50 m..... 2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 12 m, lorsque la puissance totale installée est : a) supérieure ou égale à 20 MW..... b) inférieure à 20 MW.....	A A D	6 6
(1) A : Autorisation, D : Déclaration. (2) Rayon d'affichage pour l'enquête publique en kilomètres			

Tableau 1 : Rubrique 2980 de la nomenclature ICPE

Le parc éolien de la Lande de Faye comprend au moins un aérogénérateur dont la hauteur en sommet de nacelle est supérieure ou égale à 50 m : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Le dossier de demande d'autorisation, qualifiée d'autorisation environnementale, doit présenter une étude de dangers.

1.4 Rédacteur de l'étude

La réalisation de cette étude de dangers a été effectuée par Stéphanie CHARLAT pour ENCIS Environnement.

Le bureau d'études ENCIS Environnement est spécialisé dans les problématiques environnementales, d'énergies renouvelables et d'aménagement durable. Dotée d'une expérience de plus de dix années dans ces domaines, notre équipe indépendante et pluridisciplinaire accompagne les porteurs de projets publics et privés au cours des différentes phases de leurs démarches.

L'équipe du pôle Environnement-ICPE, composée d'ingénieurs, d'environnementalistes, de géographes, d'écologues et de paysagistes-concepteurs, s'est spécialisée dans les problématiques environnementales, paysagères et patrimoniales liées aux projets de parcs éoliens, de centrales photovoltaïques et autres infrastructures.

En 2024, les responsables d'études d'ENCIS Environnement ont pour expérience la coordination et/ou réalisation de 400 études d'impact sur l'environnement pour des projets d'énergies renouvelables (éolien, solaire) et une trentaine d'études de dangers pour des parcs éoliens.

Structure	encis environnement
Adresse	90 rue Buck Clayton 87000 LIMOGES
Téléphone	05 55 36 28 39

2 Informations générales concernant l'installation

2.1 Renseignements administratifs

Les renseignements administratifs relatifs au porteur de la Demande d'Autorisation Environnementale et à l'exploitant du parc éolien de la Lande de Faye sont compilés dans le tableau suivant.

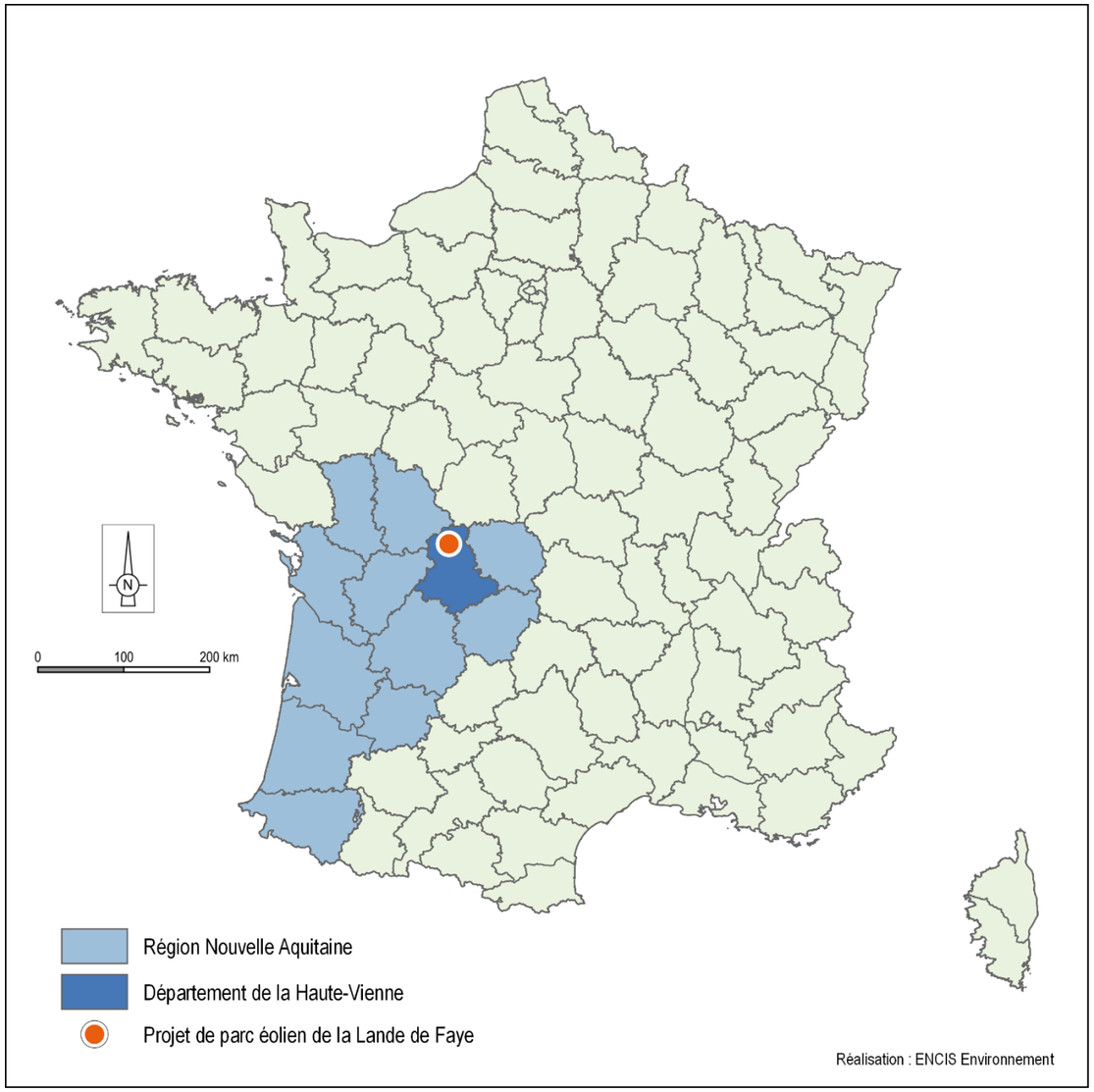
Le projet de parc éolien de la Lande de Faye est porté par la Centrale de Production d'Énergies Renouvelables de la Lande de Faye **(CPENR de la Lande de Faye)**, filiale de ABO Wind, société spécialisée dans la **réalisation de parcs éoliens « clés en main »**, c'est-à-dire depuis le développement, la construction et l'exploitation, en allant jusqu'au démantèlement en fin de vie du parc éolien.

Porteur du projet	
Nom	ABO Wind
Adresse	2 rue du Libre Échange - CS 95893 31506 TOULOUSE Cedex 5
N° téléphone	05 32 26 13 79
N° SIRET	441 291 432 00041
Exploitant du parc éolien	
Nom	CPENR de la Lande de Faye
Adresse	2 rue du Libre Échange - CS 95893 31506 TOULOUSE Cedex 5
N° SIRET	927 686 691 00019

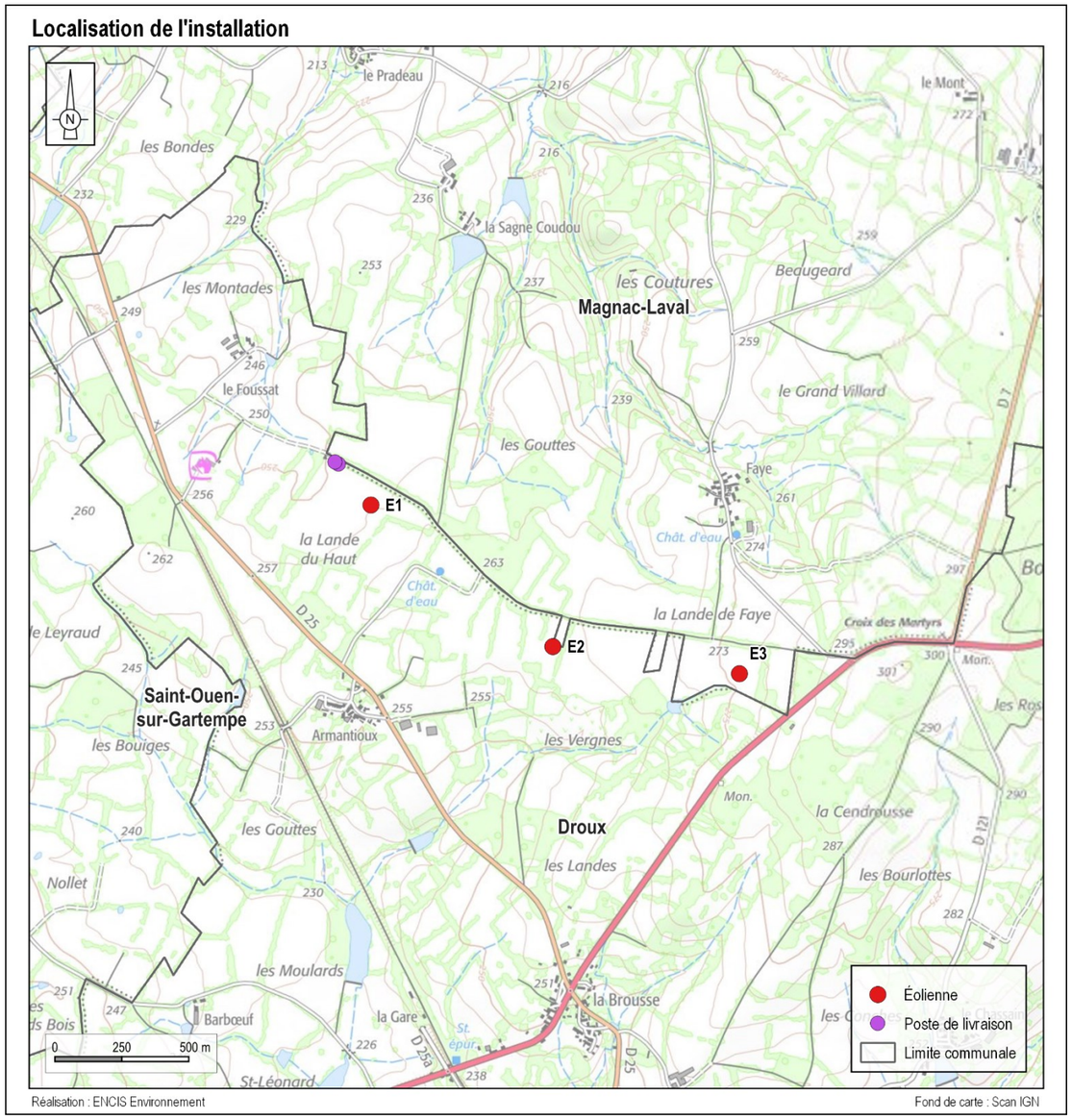
Tableau 2 : Coordonnées du porteur de projet et de la société exploitante

2.2 Localisation du site

Le projet de parc éolien de la Lande de Faye est localisé sur les communes de Droux et de Magnac-Laval, dans le département de la Haute-Vienne (87) en région Nouvelle Aquitaine.



Carte 1 : Localisation du site



Carte 2 : Localisation des éoliennes de la Lande de Faye

2.3 Définition de l'aire d'étude

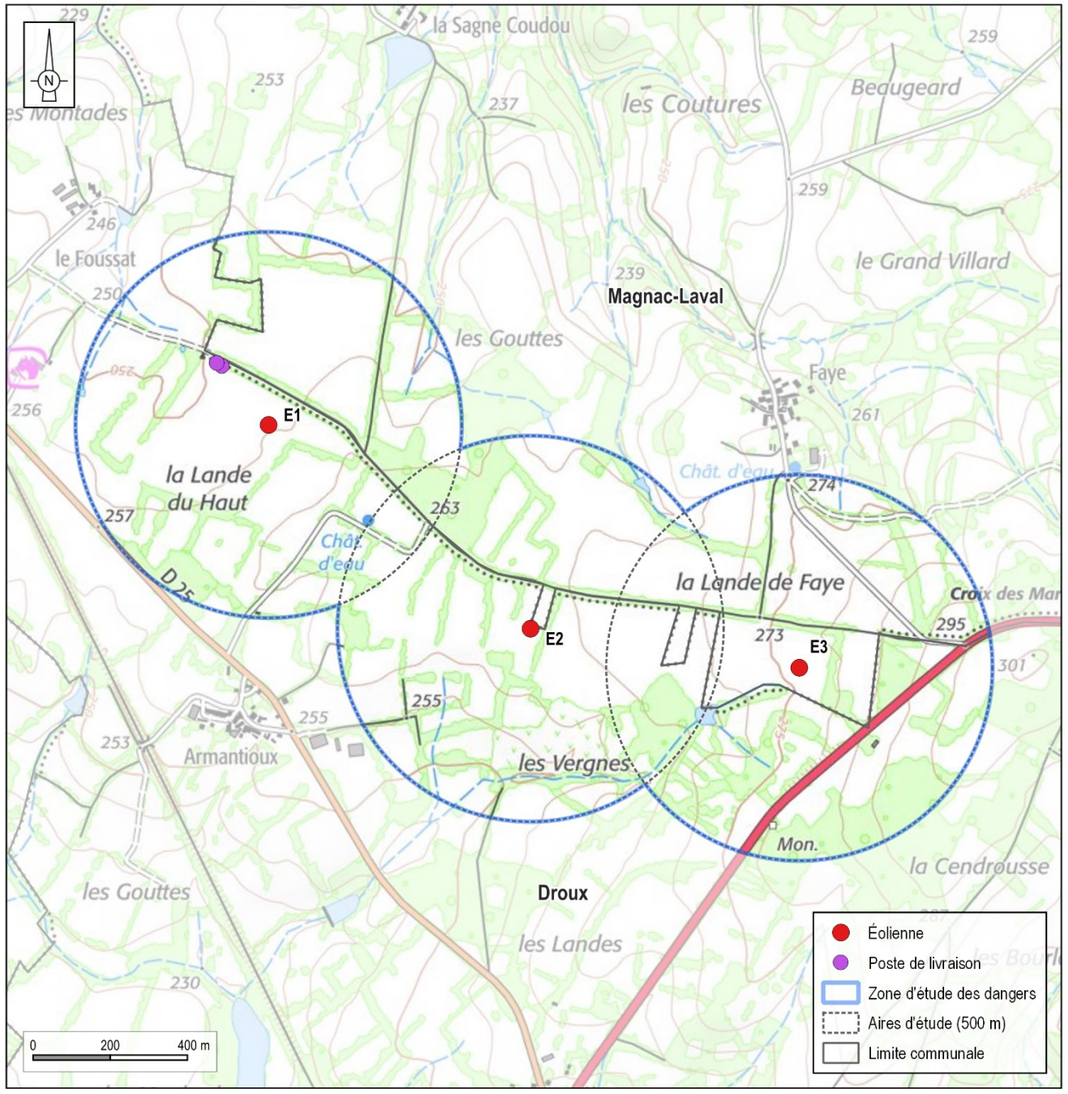
Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour le phénomène de projection d'éléments du rotor, scénario accidentel dont la portée est la plus étendue (cf. chapitre 8.2.2.4).

La zone d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison, qui sont néanmoins représentés sur la carte suivante. Les expertises réalisées par l'INERIS et le SER FEE dans le cadre de la réalisation du guide pour l'élaboration des études de dangers de parcs éoliens terrestres ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur d'un poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

Sera appelé dans la suite du document « zone d'étude des dangers » l'ensemble du territoire couvert par les aires d'études définies autour de chaque mât d'éolienne (rayon de 500 m).

Localisation de la zone d'étude des dangers



Carte 3 : Zone d'étude et aires d'études des dangers définies autour de chaque aérogénérateur

3 Description de l'environnement de l'installation

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

3.1 Environnement humain

3.1.1 Habitat

La carte suivante permet de visualiser la situation des bâtiments d'habitation et zones destinées à l'habitation des documents d'urbanisme vis-à-vis de la zone d'étude des dangers.

Il apparaît ainsi que **l'entité la plus proche**, une habitation située au sud du bourg de Faye, **s'inscrit à 551 m au nord de l'éolienne E3**.

La zone à urbaniser la plus proche se trouve quant à elle à dans le bourg de Droux, à 2,1 km au sud de l'éolienne E3.

Aucune habitation ou zone destinée à l'habitation n'est donc présente au sein du périmètre d'étude.

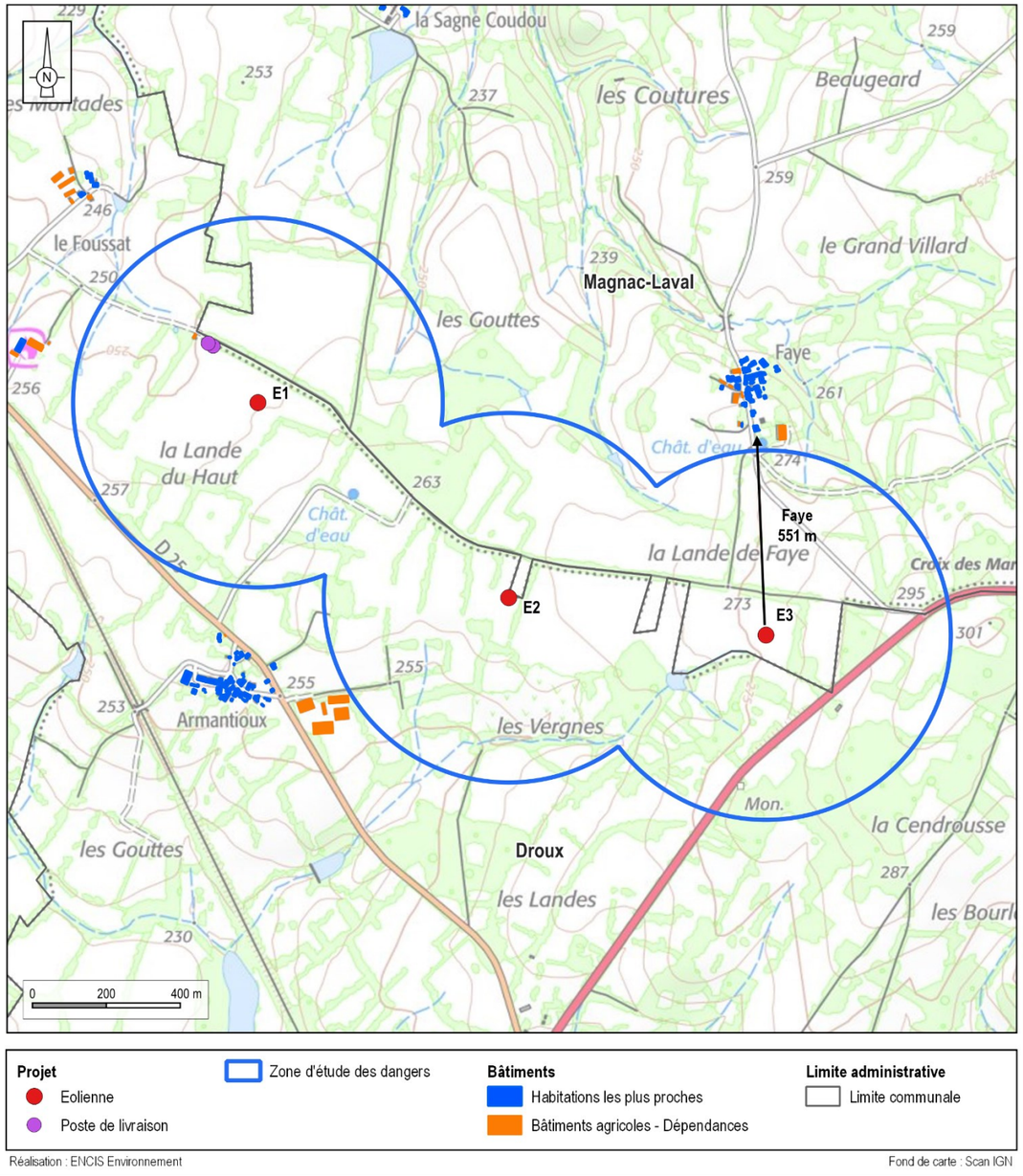


Photographie 1 : Entrée sud du hameau de Faye, avec l'habitation la plus proche de la zone d'étude (Source : ENCIS Environnement)

Ainsi, compte tenu de l'absence d'habitations et de zones destinées à l'habitation au sein de la zone d'étude des dangers, l'habitat n'est pas considéré comme un enjeu à protéger au regard des risques potentiels induits par un parc éolien.
Par ailleurs, ces lieux de vie ne constituent pas non plus un agresseur potentiel pour les aérogénérateurs.

Nota : Le bâtiment agricole situé au nord-ouest de E1 est traité au chapitre 3.1.4 en page 27.

Habitations autour de la zone d'étude des dangers



Carte 4 : L'habitat au regard de la zone d'étude des dangers

3.1.2 Établissements Recevant du Public (ERP)

Selon l'article R.123-2 du Code de la construction et de l'habitation, « *constituent des établissements recevant du public tous bâtiments, locaux et enceintes dans lesquels des personnes sont admises, soit librement, soit moyennant une rétribution ou une participation quelconque, ou dans lesquels sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitation, payantes ou non. Sont considérées comme faisant partie du public toutes les personnes admises dans l'établissement à quelque titre que ce soit en plus du personnel.* ». Le site officiel de l'administration française (service-public-pro.fr) précise que « *les établissements recevant du public (ERP) sont des bâtiments dans lesquels des personnes extérieures sont admises.* […] *Une entreprise non ouverte au public, mais seulement au personnel, n'est pas un ERP.* ».

Aucun établissement recevant du public n'est présent sur le territoire de la zone d'étude ; la majorité des ERP du secteur (mairies, églises, commerces, etc.) est en effet implantée dans les lieux de vie du secteur (bourgs et hameaux).

Ainsi, les ERP ne constituent pas un enjeu à protéger ni un agresseur potentiel.

3.1.3 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et Installations Nucléaires de Base (INB)

La consultation de la base nationale des installations classées du Ministère en charge de l'environnement[5] a permis de mettre en évidence **l'absence d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement au sein de la zone d'étude des dangers**.

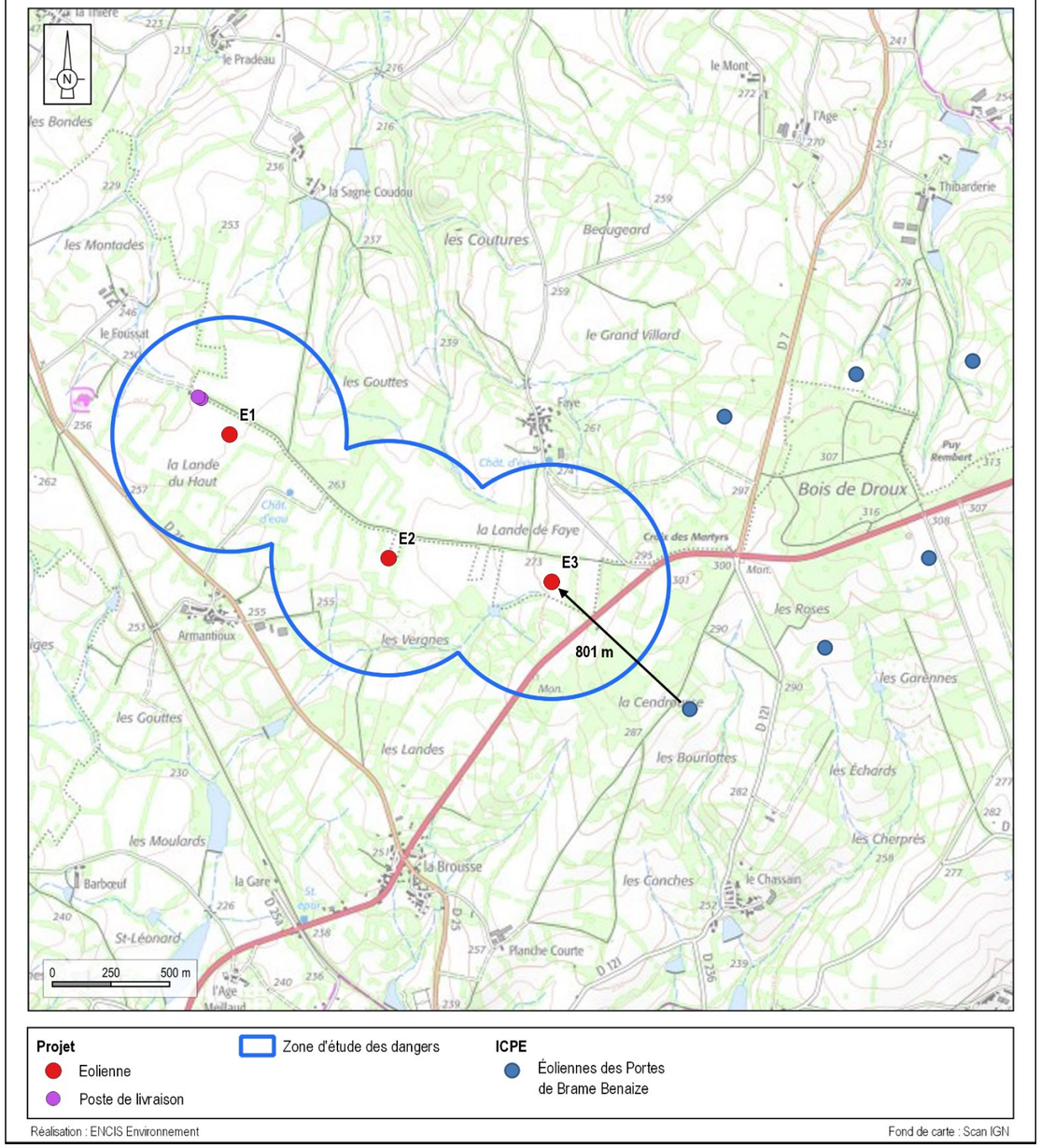
L'entité la plus proche est le parc éolien (autorisé et en construction) des Portes de Brame Benaize, dont l'éolienne la plus proche sera située à environ 301 m au sud-est de la zone d'étude (et à environ 801 m au sud-est de E3).

À noter par ailleurs qu'aucune installation « SEVESO » n'est présente sur le territoire des communes de Droux et de Magnac-Laval ou leurs communes limitrophes.

Enfin, la consultation de la « Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2023 », éditée par l'Autorité de Sûreté Nucléaire, permet de confirmer l'**absence d'Installations Nucléaires de Base au sein de la zone d'étude des dangers** ou à proximité.

Les ICPE et INB ne constituent pas un enjeu à protéger ni un agresseur potentiel dans le cas du présent projet.

Localisation des ICPE



Carte 5 : localisation des ICPE à proximité de la zone d'étude

[5] https://www.georisques.gouv.fr/dossiers/installations/donnees#/

3.1.4 Autres activités

Les activités et équipements connexes recensés sur le site sont associés pour la plupart aux occupations du sol de la zone d'étude des dangers (terrains agricoles essentiellement, boisements, sentiers).

Ainsi :

- le territoire est majoritairement occupé par des terres agricoles, qu'il s'agisse de **parcelles cultivées ou pâturées** ; **un bâtiment agricole destiné au stockage de matériel est d'ailleurs intercepté** par l'aire d'étude de l'aérogénérateur E1, puisque situé à 244 m de E1 (cf. Photographie 2 et Carte 4) ;
- **aucun sentier de randonnée** inscrit au PDIPR ou identifié dans les bases de données touristiques **n'est identifié au sein de la zone d'étude** ;
- malgré l'absence d'équipements de chasse, **l'utilisation du site par des chasseurs ne peut être exclue** compte tenu de la présence de parcelles agricoles et de boisements au sein de la zone d'études des dangers ;
- enfin, **deux châteaux d'eau sont présents au sein ou à proximité de la zone d'étude**, puisque l'un est situé entre E1 et E2, et l'autre à l'entrée du hameau de Faye au nord de E3 ; ils ne sont cependant plus en service et **ne seront pas reconsidérés dans la suite de cette étude**.

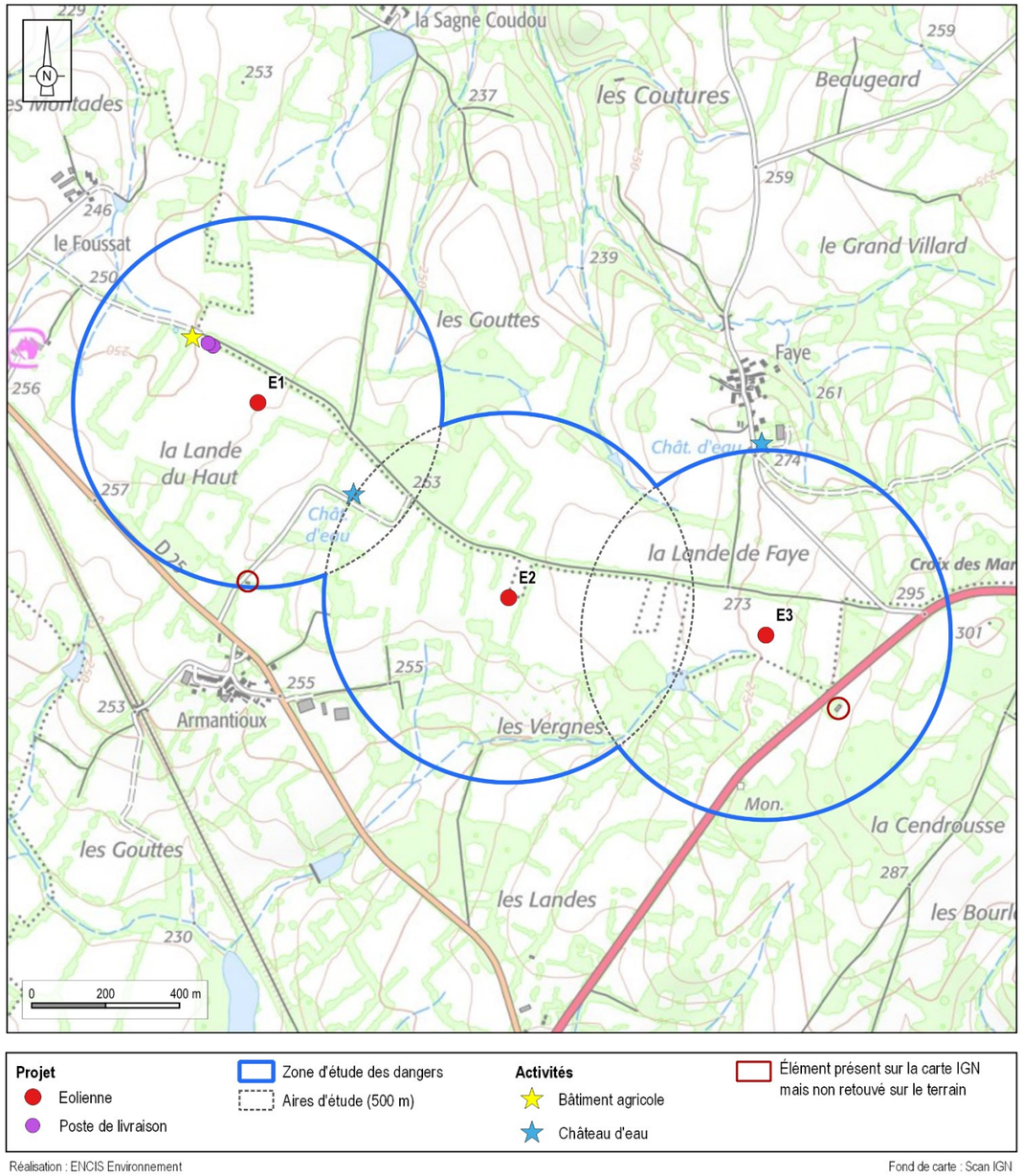


Photographie 2 : Bâtiment agricole situé à proximité des postes de livraison, et les deux châteaux d'eau abandonnés (Source : ENCIS Environnement)

Pour précision, deux éléments cartographiés comme bâtiments sur la carte IGN au sein de la zone d'étude des dangers n'ont pas été retrouvés (démantèlement, ruine, etc.) lors de la visite de terrain effectuée dans le cadre de l'étude d'impact le 13 janvier 2023. Comme pour le cas des châteaux d'eau, **ils ne seront plus mentionnés dans la suite de cette étude**.

Ainsi, les différentes occupations du sols et équipements identifiés sur le site d'étude sont associés à la présence d'individus (agriculteurs, promeneurs, etc.).
Ils constituent donc des enjeux à protéger en cas d'accident survenant sur les éoliennes de la Lande de Faye.
Les activités recensées ne sont en revanche pas de nature à représenter un risque pour l'installation.

Localisation des activités



Carte 6 : Les activités identifiées au droit de la zone d'étude des dangers

3.2 Environnement naturel

3.2.1 Contexte climatique

Seront abordés ici les paramètres climatiques susceptibles de constituer un agresseur potentiel pour les aérogénérateurs et pouvant être à l'origine d'un accident. Ces paramètres sont :

- les **températures**, en particulier les températures négatives, qui sont susceptibles par temps humide d'entraîner la formation de glace sur les pales des éoliennes ; les blocs formés, s'ils sont importants et se maintiennent dans le temps, peuvent alors fragiliser la structure des pales en raison de leur poids ou causer un déséquilibre du rotor du fait d'une répartition inégale des masses sur celui-ci (balourd) ; ces contraintes pourraient causer à terme des casses sur le rotor, voire un endommagement du mât de l'éolienne ;
- les **précipitations** (pluie, neige, grêle) qui peuvent être à l'origine de phénomènes divers : inondations, accumulation sur les pales, dégradation des équipements (courts-circuits et incendies, déstabilisation, casses matérielles, etc.) ;
- le **brouillard** dont l'effet est indirect et porte sur le manque de visibilité qu'il génère ; un risque de collision des éoliennes par des véhicules utilisant les voies de communication les plus proches (routes, couloirs de vols) est envisageable ;
- les **vents violents** : bien que les éoliennes soient conçues pour capter l'énergie du vent, des conditions extrêmes pourraient générer des contraintes suffisamment importantes sur le rotor pour le fragiliser : survitesse, rupture de pale, etc.

Les données météorologiques renseignées ci-après sont issues de la station météorologique de Magnac-Laval située à près de 5,1 km au nord-est du parc ainsi que des informations enregistrées par le mât de mesures météorologiques implanté sur le site du projet.

3.2.1.1 Températures

Selon les données enregistrées à la station météorologique de Magnac-Laval entre 1995 et 2020, **la température moyenne annuelle du secteur est de 12,0°C** ; le mois de janvier étant généralement le plus froid, avec 5,1°C de moyenne, et août le plus chaud, avec une moyenne de 19,7°C.

Concernant les températures minimales, il est à noter que :

- celles-ci sont en moyenne toujours positives avec une fourchette comprise entre 1,6°C et 13,5°C selon les mois sur la période 1995-2020 ; ce constat atteste d'un climat général tempéré ;
- entre mars 1995 et octobre 2022, seuls les mois de juin, juillet et août n'ont jamais enregistré de températures négatives ;
- le record de température la plus basse est de -18,6°C (le 06 février 2012) ;
- le nombre moyen de jours avec des températures minimales inférieures à 0°C (donc formation possible de gel) est de 46,3 jours par an.

Ainsi, au vu de ces différentes statistiques, il apparaît que le secteur d'implantation du projet est régulièrement concerné par des périodes où les températures descendent en dessous de 0°C. À noter par ailleurs que les températures à hauteur de rotors sont plus basses qu'au niveau du sol.

Selon les données enregistrées à 117 m de hauteur par le mât de mesures entre le 06 avril 2023 et le 09/02/2024, **la température moyenne du site sur cette période est de 15,4°C**, les températures minimale et maximale enregistrées étant de -4,8°C et 36,3°C.

Les données du mât de mesure font état de températures négatives (<0°C) pour 1,9 % du temps sur cette même période.

Les températures négatives associées à la formation de gel sont donc retenues comme agresseur potentiel pour les éoliennes de la Lande de Faye.

3.2.1.2 Précipitations

Pluviométrie

Sur la période 1995-2020, il a plu en moyenne 880,4 mm par an sur le secteur d'implantation du projet. Ce résultat est légèrement inférieur à la moyenne nationale métropolitaine qui est de 889 mm. Concernant les hauteurs quotidiennes maximales enregistrées, les relevés de la station MétéoFrance de Magnac-Laval permettent de constater que l'évènement le plus important survenu entre mars 1995 et octobre 2022 date de mai 2000, mois au cours duquel il était tombé 69,0 mm de pluie en 24 heures.

Neige

Aucune station météorologique suffisamment proche ou représentative du projet de la Lande de Faye ne dispose de statistiques relatives à l'évènement chute de neige. Néanmoins, au regard de la situation du site en secteur de plaine, il est possible de qualifier ce phénomène d'assez rare avec des épisodes neigeux le plus souvent de faible intensité et portant sur de courtes durées.

Grêle

À l'instar du paramètre "neige", aucune station météorologique proche ou représentative du projet ne dispose de données exploitables sur l'évènement "chute de grêle". Ces épisodes sont dans tous les cas peu fréquents en France métropolitaine bien qu'ils puissent parfois être particulièrement violents, notamment en plaine, avec des projectiles pouvant atteindre plusieurs centimètres de diamètre.

Ainsi, les précipitations sont retenues comme agresseurs potentiels, en particulier pour les évènements pluie et chute de grêle.

3.2.1.3 Brouillard

Les fiches climatologiques des stations MétéoFrance les plus proches ou représentatives du site ne disposent pas d'informations sur le nombre moyen de jours avec brouillard. Néanmoins, au vu de la situation du projet en secteur de plaine, ce phénomène est considéré comme ponctuel. Quelle que soit sa fréquence, le brouillard représente un risque dès lors qu'il entraîne un manque de visibilité.

Le brouillard est retenu comme agresseur potentiel.

3.2.1.4 Vent

Bien que les éoliennes soient dimensionnées pour faire face aux contraintes mécaniques imposées par la pression du vent sur leurs rotors (structure et matériaux adaptés, maintenance régulière, utilisation de systèmes de sécurité), certains épisodes de vent exceptionnels peuvent représenter un danger pour les installations.

Selon les données de la station MétéoFrance de Magnac-Laval, distante de 5,1 km, des rafales de vent supérieures ou égales à 16 m/s (57,6 km/h) sont enregistrées en moyenne 31,2 jours par an sur le secteur, tandis qu'elles dépassent les 28 m/s (100,8 km/h) seulement 0,3 jour par an en moyenne. Les rafales maximales enregistrées entre septembre 1995 et octobre 2020 sont quant à elles comprises **entre 22,9 m/s (82,4 km/h) et 35,2 m/s (126,7 km/h)**.

Face à cet état des lieux, deux points sont à retenir :

- les vitesses présentées ici sont mesurées à 10 m de hauteur, elles sont donc généralement plus importantes au niveau des rotors des aérogénérateurs ;
- les dispositifs automatiques équipant les éoliennes se déclenchent le plus souvent pour des vitesses de vent d'environ 90 km/h, seuil considéré comme une vitesse de vent à risque si l'éolienne continue de tourner ; c'est pourquoi l'éolienne se met en drapeau automatiquement à partir de cette vitesse.

Le mât de mesures implanté sur le site indique quant à lui des vitesses de vent moyennes comprises entre 5,5 et 6,0 m/s (19,8 à 21,6 km/h), et des **rafales de vent jusqu'à 36,1 m/s (130,0 km/h)** enregistrées à 122,3 m de hauteur pendant la période allant du 06 avril 2023 au 09 février 2024.

Ainsi, compte tenu de l'existence de rafales pouvant souffler jusqu'à 126,7 km/h sur le secteur du projet (vitesse maximale enregistrée à 10 m de hauteur) selon MétéoFrance, et 130,0 km/h d'après le mât de mesures, les vents violents sont retenus comme agresseurs potentiels pour les éoliennes de la Lande de Faye.

3.2.2 Risques naturels

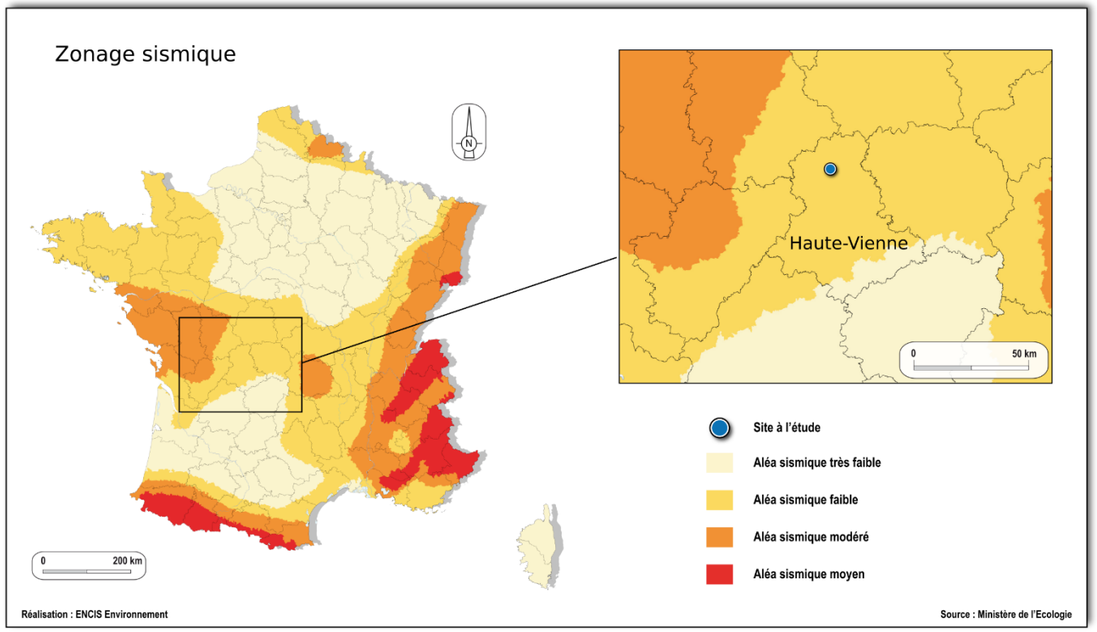
3.2.2.1 Le risque sismique

Un séisme d'amplitude pourrait causer une déstabilisation des aérogénérateurs avec comme conséquence potentielle la chute d'une ou de plusieurs éoliennes (agresseur potentiel).

Conformément à l'article R.563-4 du Code de l'environnement modifié par le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010, le territoire français est divisé en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes :

- zone de sismicité 1 (très faible) ;
- zone de sismicité 2 (faible) ;
- zone de sismicité 3 (modérée) ;
- zone de sismicité 4 (moyenne) ;
- zone de sismicité 5 (forte).

La base de données Géorisques place **les communes de Droux et Magnac-Laval, et par conséquent la zone d'étude des dangers, en zone de sismicité faible**.



Carte 7 : Zonage sismique en Limousin

Au regard de l'enjeu faible qu'il représente, le risque sismique n'est pas retenu comme agresseur potentiel pour les éoliennes de la Lande de Faye.

3.2.2.2 Le risque de mouvement de terrain

En cas de mouvement de terrain au pied des éoliennes de la Lande de Faye ou à leurs abords, un risque potentiel de déstabilisation voire de chute est envisageable.

Le terme de mouvement de terrains regroupe différents phénomènes présentés dans le tableau suivant :

Type de mouvement de terrain	Définition
Glissement de terrain	Déplacement de terrains meubles ou rocheux le long d'une surface de rupture.
Éboulement et chute de bloc	Phénomène rapide ou événementiel mobilisant des éléments rocheux plus ou moins homogènes avec peu de déformation préalable d'une pente abrupte jusqu'à une zone de dépôt.
Coulée de boues	Il s'agit du type de glissement de terrain le plus liquide. Dans les régions montagneuses, les coulées de boues sont souvent provoquées par des pluies torrentielles. Elles peuvent atteindre une vitesse de 90 km/h.
Effondrement	Désordre créé par la rupture du toit d'une cavité souterraine naturelle (karst, etc.) ou anthropique (mine, etc.).
Érosion des berges	Phénomène régressif d'ablation de matériaux, dû à l'action d'un écoulement d'eau turbulent (fluviatile ou marin).

Tableau 3 : Les différents types de mouvements de terrains (Source : Géorisques)

La consultation de la base de données Géorisques indique que **les communes de Droux et de Magnac-Laval sont concernées par le risque de mouvement de terrain :**

- un mouvement de terrain est recensé au sud-ouest de la commune de Droux, à 3,6 km de la zone d'étude ; il s'agit d'un éboulement le long de la rivière Gartempe ;
- trois cavités souterraines sont comptabilisées sur la commune de Magnac-Laval ; toutes trois sont des ouvrages civils (aucune cavité naturelle recensée) dont le plus proche est distant de 3,1 km.

Aucun de ces évènements et/ou ouvrage n'intéresse donc la zone d'étude des dangers.

Ainsi, le risque de mouvement de terrain n'est pas retenu comme agresseur potentiel pour les éoliennes de la Lande de Faye.
Il est à noter par ailleurs que les études géotechniques réalisées de façon systématique en amont des travaux de construction d'un parc éolien permettront de statuer précisément sur ce risque au niveau des emprises des aérogénérateurs et de dimensionner leurs fondations en fonction.

3.2.2.3 Exposition au retrait-gonflement des sols argileux

Les sols argileux voient leur consistance se modifier en fonction de leur teneur en eau. Ces modifications se traduisent par une variation de volume. En climat tempéré, les argiles sont souvent proches de leur état de saturation et donc de leur état de gonflement. En revanche, en période sèche, les mouvements de retrait peuvent être importants. Ce phénomène naturel résulte de plusieurs éléments :

- la nature du sol (sols riches en minéraux argileux « gonflants ») ;
- les variations climatiques (accentuées lors des sécheresses exceptionnelles) ;
- la végétation à proximité de la construction, des fondations pas assez profondes et/ou l'absence de structures adaptées lors de la construction, etc.

L'exposition au phénomène de retrait-gonflement des argiles des sols fait l'objet d'une carte dédiée consultable sur le site internet Géorisques et couvrant l'ensemble du territoire national. Cette carte identifie trois zones d'exposition définies par l'article R.112-5 du Code de la construction et de l'habitation :

Zone	Description (R.112-5 du Code de la construction et de l'habitation)
Zone d'exposition forte	Formations essentiellement argileuses, épaisses et continues, où les minéraux argileux gonflants sont largement majoritaires et dont le comportement géotechnique indique un matériau très sensible au phénomène.
Zone d'exposition moyenne	Formations argileuses minces ou discontinues, présentant un terme argileux non prédominant, où les minéraux argileux gonflants sont en proportion équilibrée et dont le comportement géotechnique indique un matériau moyennement sensible au phénomène.
Zone d'exposition faible	Formations non argileuses mais contenant localement des passées ou des poches argileuses, où les minéraux argileux gonflants sont minoritaires et dont le comportement géotechnique indique un matériau peu ou pas sensible au phénomène, selon l'endroit où on le mesure.

Tableau 4 : Description des zones d'exposition au retrait-gonflement des sols argileux

Les territoires qui ne sont pas classés dans l'une de ces trois zones sont des zones d'exposition résiduelle, où la présence de terrains argileux n'est, en l'état des connaissances, pas identifiée.

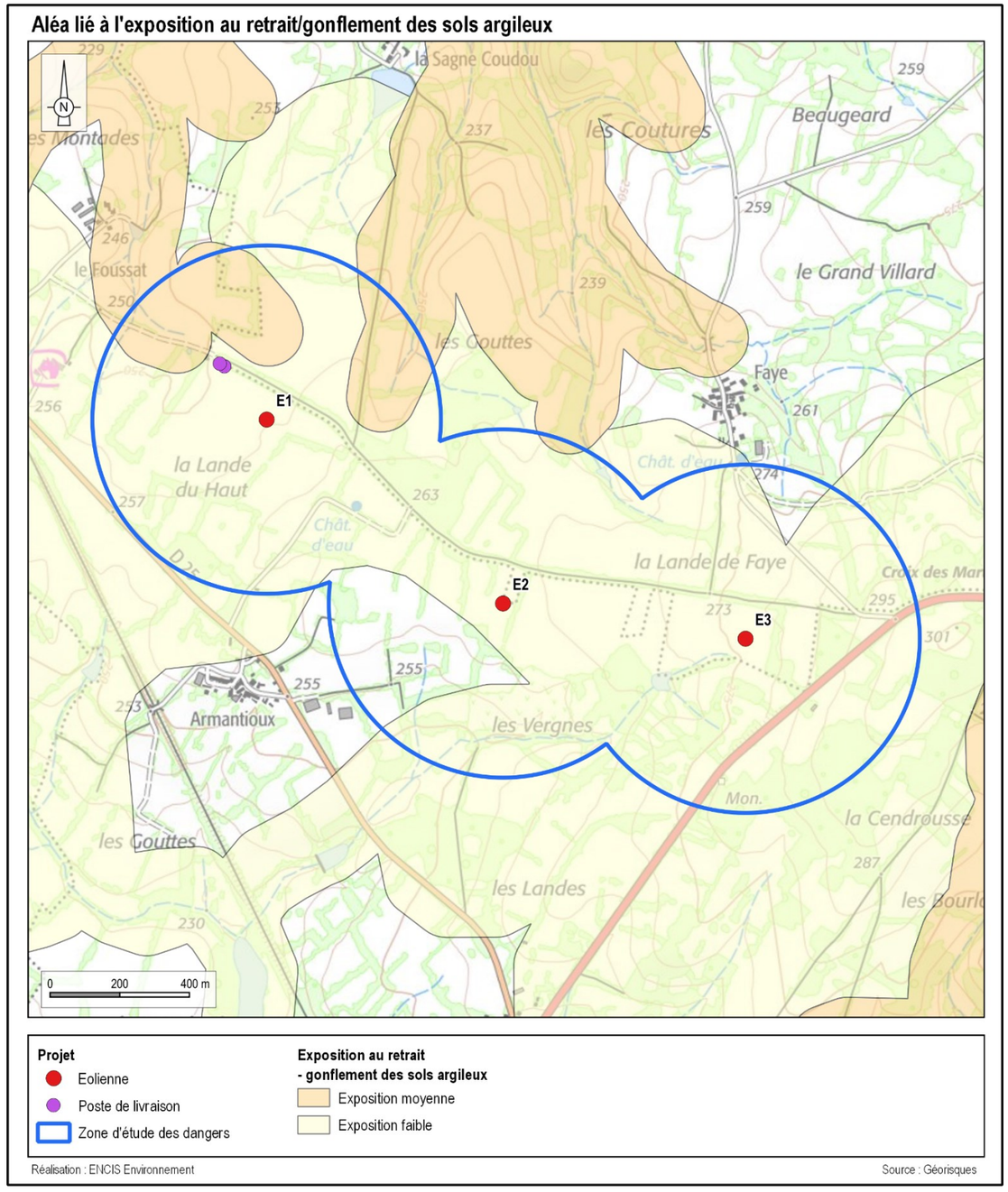
Selon les données de la carte d'exposition au retrait-gonflement des sols argileux, **la zone d'étude des dangers s'inscrit sur :**

- **des zones d'exposition moyenne**, en particulier au nord de E1 ;
- **des terrains d'exposition faible** sur la majorité du périmètre ;
- **une petite zone non exposée** à l'ouest de E2.

Les trois éoliennes sont implantées en zone d'exposition faible (cf. carte suivante).

À noter que, selon l'article R.112-5 du Code de la construction et de l'habitation : *« les zones qui sont considérées comme exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols sont celles dont l'exposition à ce phénomène est identifiée comme moyenne ou forte. »*.

Ainsi, compte tenu de la présence des aérogénérateurs en zone d'exposition faible, le phénomène de retrait-gonflement des argiles n'est pas considéré comme un agresseur potentiel pour ces éoliennes.
À l'instar du risque de mouvement de terrain, les études géotechniques réalisées en amont des travaux de construction du parc éolien permettront de statuer précisément sur le niveau d'exposition au phénomène et de dimensionner les fondations des éoliennes en fonction.



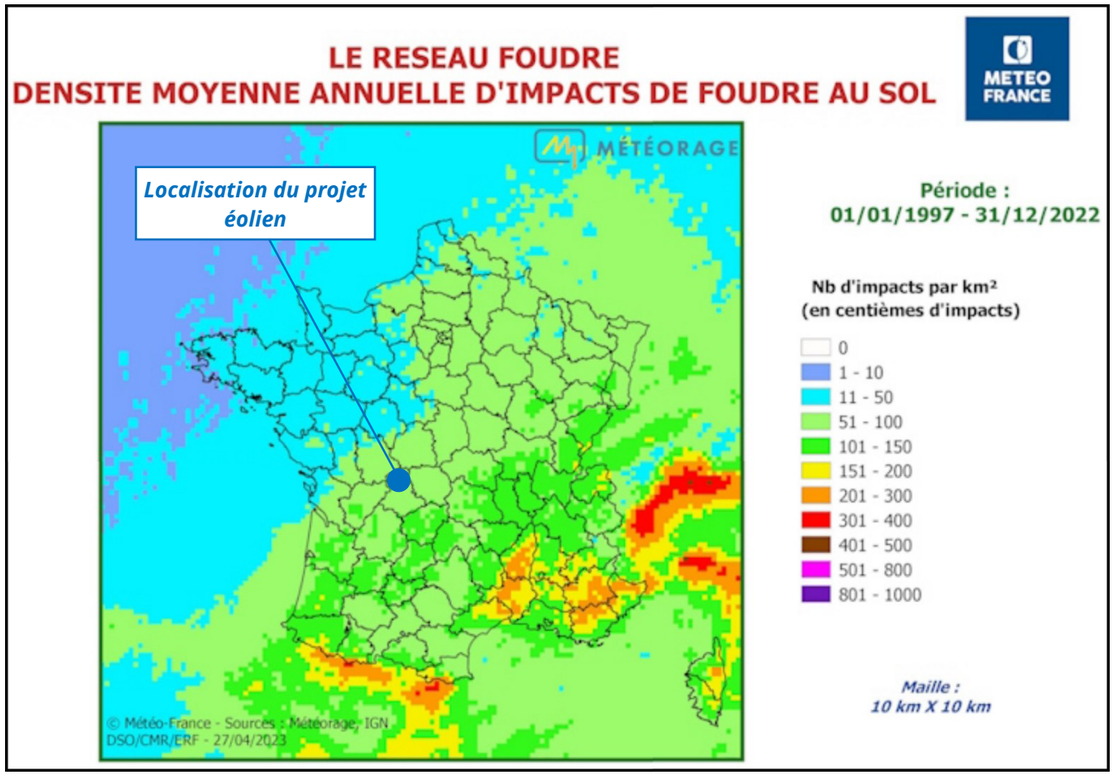
Carte 8 : Exposition du site au retrait-gonflement des sols argileux

3.2.2.4 La foudre

En cas d'impact de foudre sur une éolienne, ce sont les éléments situés en partie haute des éoliennes, généralement le rotor, voire la nacelle, qui seront frappés. Un tel évènement est alors susceptible d'entrainer un incendie et/ou de causer des dommages sur l'installation (bris de pale notamment).

La meilleure représentation de l'activité orageuse est la densité d'arcs. Ce paramètre correspond au nombre d'arcs de foudre frappant le sol par km² et par an. La valeur moyenne de densité d'arcs en France est de 1,54 arc/km²/an avec une activité variable selon les territoires : moins de 0,5 arc/km²/an au nord-ouest du pays contre plus de 2 arcs/km²/an sur la chaîne des Pyrénées et dans le sud-est.

Au regard de la carte de MétéoFrance suivante, le secteur d'implantation du projet s'inscrit sur une zone d'activité moyenne comptant 0,5 à 1 impact de foudre par km² et par an.



Carte 9 : Répartition des impacts de foudre sur le territoire français métropolitain (Source : MétéoFrance)

Ainsi, du fait de la présence avérée d'impacts de foudre sur le territoire de la Lande de Faye, et compte tenu des caractéristiques des éoliennes, structures verticales et de grande hauteur susceptibles de capter les éclairs, la foudre est retenue comme agresseur potentiel.

3.2.2.5 Les tempêtes

Les tempêtes correspondent à des épisodes de vents violents, supérieurs à 89 km/h, souvent associés à des précipitations abondantes (pluies, grêle) et à des orages. Le danger pour les aérogénérateurs porte principalement sur le rotor avec un potentiel risque de casse.

Selon la base de données Géorisques et le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) de la Haute-Vienne, les communes de Droux et de Magnac-Laval ne sont pas concernées par le risque de tempête. Néanmoins, le département de la Haute-Vienne (87) a été touché par les tempêtes majeures de décembre 1999 (tempête Martin), 2009 (tempête Klaus) et 2010 (tempête Xynthia) ; épisodes qui, selon le DDRM 87, ont « *touché une majeure partie des communes du département.* », sans qu'en soit précisée la liste.

Ainsi, du fait de la possible exposition du site à des évènements exceptionnels et compte tenu de l'analyse effectuée sur les vents violents (cf. chapitre 3.2.1.4), le risque de tempête est retenu comme agresseur potentiel.

3.2.2.6 Le risque incendie

La propagation d'un feu de boisements, de haies ou de cultures aux éoliennes du projet pourrait causer des dégâts notables sur ces installations allant jusqu'à leur destruction.

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Haute-Vienne, en application de la loi 2001-602 du 9 juillet 2001 d'orientation sur la forêt et, conformément à l'article L.133-2 du nouveau Code forestier, **le département n'est pas considéré comme situé dans une région particulièrement exposée aux risques d'incendie de forêts** et n'est donc pas soumis à l'élaboration d'un Plan de Protection des Forêts Contre les Incendies.

Par ailleurs, le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) de la Haute-Vienne, qui a été consulté dans le cadre de l'élaboration de la présente étude, n'émet aucune observation particulière concernant de possibles incendies de forêt ou de culture sur le secteur.

Enfin, ce risque n'intéresse pas le territoire de la Lande de Faye selon la base de données Géorisques.

Ainsi, le risque incendie n'est pas retenu comme agresseur potentiel dans le cadre de la présente étude.

3.2.2.7 Le risque inondation

En cas d'inondation du site éolien, la submersion des composants électriques situés aux pieds des aérogénérateurs pourrait être à l'origine de dysfonctionnements électriques (pannes, perturbations des modules de gestion et de protection, etc.). De plus, dans le cas d'une remontée de nappe d'eau souterraine, un risque de déstabilisation de l'éolienne pourrait être envisagé du fait de la pression exercée par la masse d'eau montante sous sa fondation.

La sensibilité de la zone d'étude des dangers face aux risques d'inondation par débordement de cours d'eau et par remontée de nappe est analysée ci-après.

Le risque d'inondation par débordement de cours d'eau (crue)

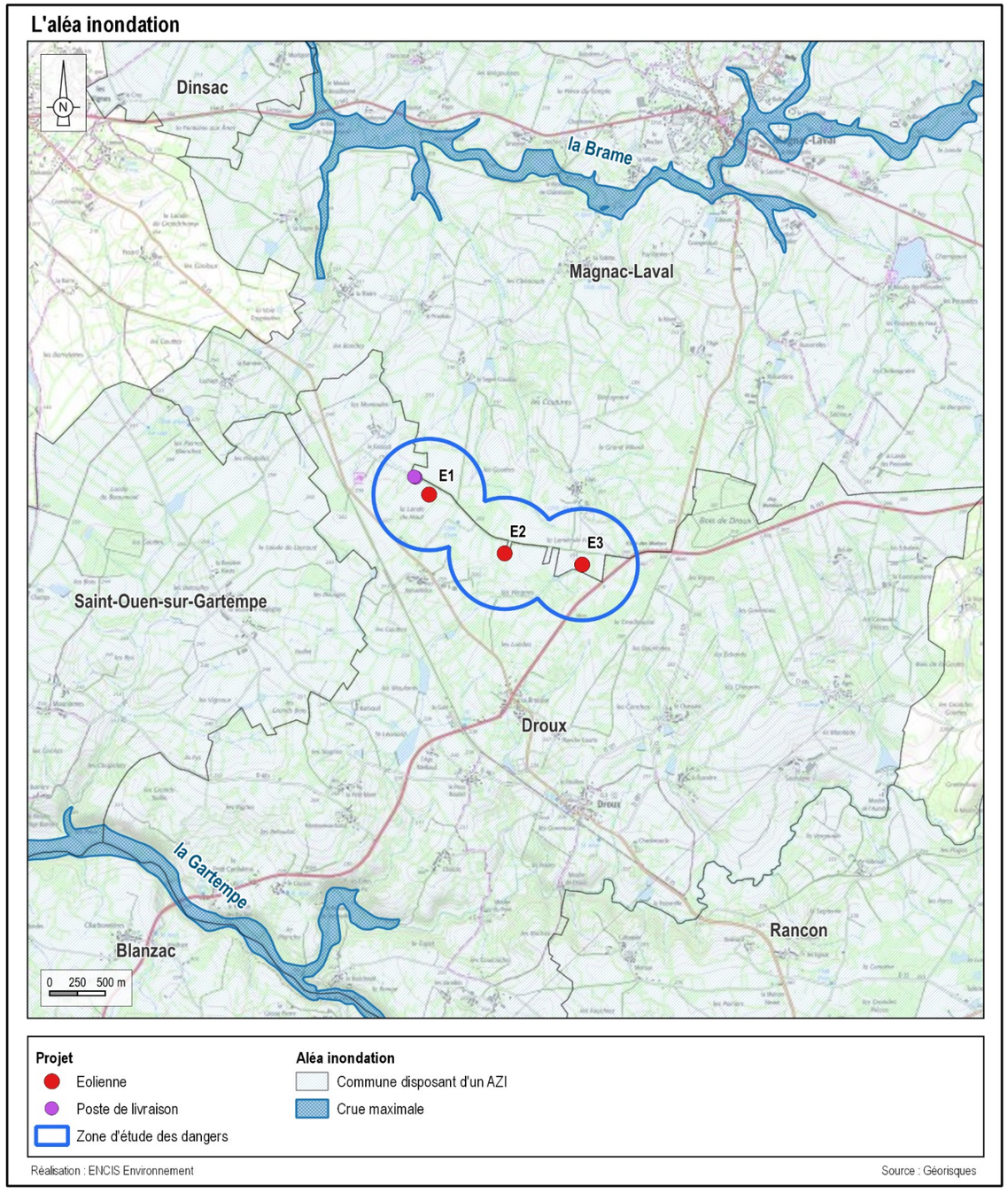
Bien que la base de données Géorisques n'identifie aucun document délimitant et/ou réglementant les éventuels terrains inondables des territoires de Droux et de Magnac-Laval, le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) de la Haute-Vienne souligne que ces deux communes sont chacune concernée par un Atlas des Zones Inondables (AZI), celui de la Gartempe amont (Droux) et celui de la Brame (Magnac-Laval), cours d'eau respectivement situés 3,4 km au sud et 2,2 km au nord de la zone d'étude.

Les AZI sont des documents élaborés par les Directions Départementales des Territoires (DDT) dans chaque département. Ils sont construits dans la plupart des cas à partir d'études hydrogéomorphologiques ou à partir des plus hautes eaux connues (PHEC), voire des inondations de période de retour centennale à l'échelle des bassins hydrographiques. Ces documents sont plus anciens et généralement moins précis que les Plans de Prévention du Risque inondation (PPRi).

Si les deux communes d'implantation sont soumises au risque d'inondation, il est cependant possible de considérer que ce n'est pas le cas du site de la Lande de Faye du fait de :

- l'éloignement des éoliennes aux emprises des crues maximales référencées dans les AZI de la Gartempe amont (3,3 km de E2) et de la Brame (2,2 km de E1) ;
- la différence d'altitude notable entre le lit mineur de la Gartempe (185 m NGF) et de la Brame (205 m NGF) et le site d'étude (les éoliennes étant implantées au plus bas à 251,30 m NGF), soit une différence de 45 à 65 m minimum.

Par conséquent, au vu de l'éloignement du projet (plus de 2 km) et de son élévation par rapport à la Gartempe et à la Brame (plus de 45 m), il est possible de conclure que la zone d'étude des dangers n'est pas concernée par le risque d'inondation par crue de cours d'eau.
Ce phénomène ne constitue donc pas un agresseur potentiel.



Carte 10 : Aléa inondation

Le risque d'inondation par remontée de nappe

L'analyse de la sensibilité de la zone d'étude des dangers aux remontées de nappes s'appuie sur la « Carte nationale de sensibilité aux remontées de nappes » consultable sur le site Géorisques. Cet outil a pour objectif l'identification et la délimitation des zones sensibles aux inondations par remontée de nappes **pour une période de retour d'environ 100 ans** (évènement centennal). Il est précisé à son sujet qu'**elle ne doit pas être exploitée « *à une échelle supérieure au 1/100 000ème* »**.

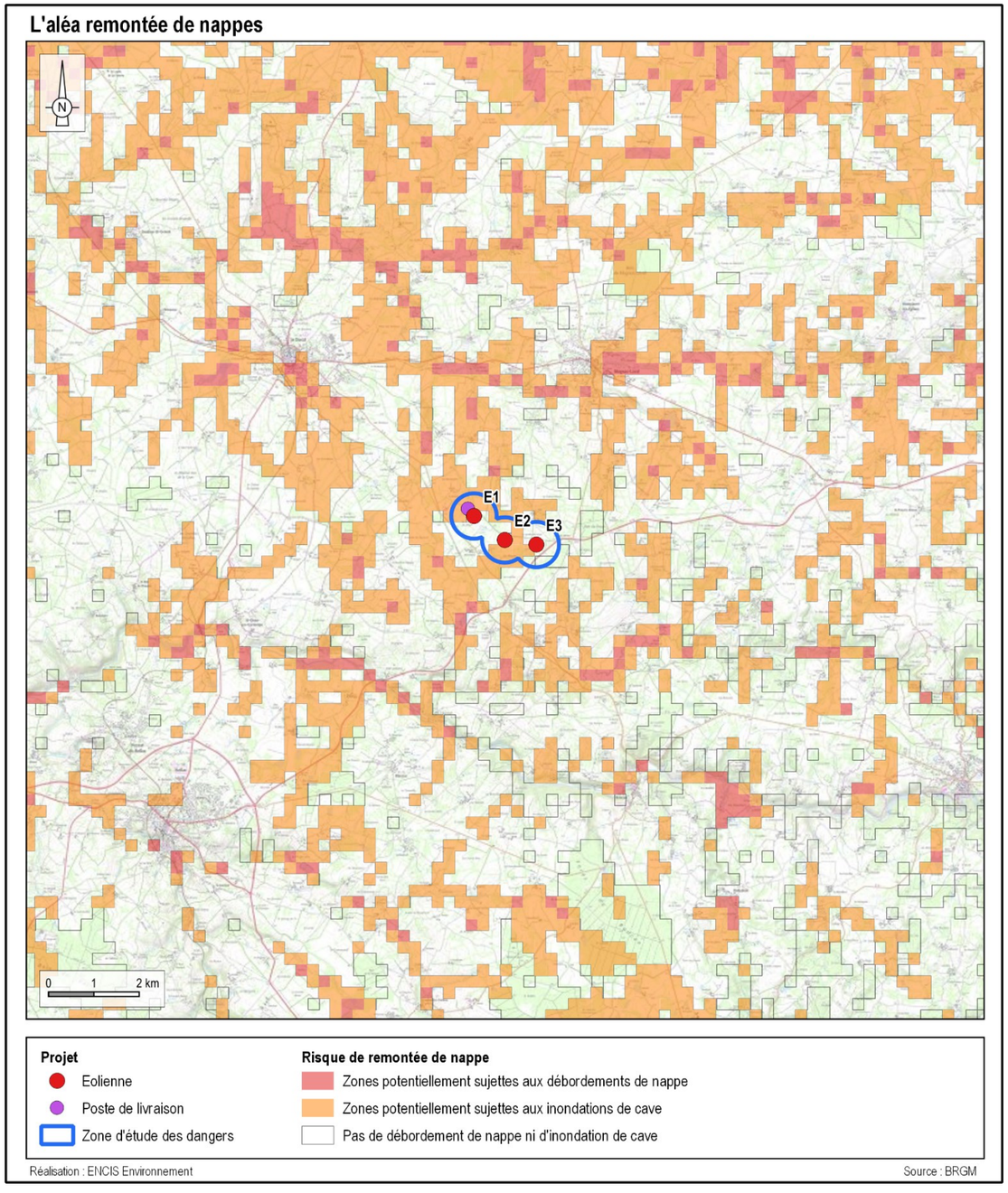
Cette carte distingue trois types de zonages :

- les « zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe » : ces terrains sont susceptibles d'être inondés en cas de remontée de nappe centennale ;
- les « zones potentiellement sujettes aux inondations de cave » : ici, le toit de la nappe peut atteindre une profondeur comprise entre 0 et 5 m par rapport au terrain naturel ;
- les zones pour lesquelles il n'y a « pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave » : dans ce cas, une remontée de nappe d'ampleur centennale placerait le toit de la masse d'eau souterraine à une profondeur supérieure à 5 m sous le terrain naturel.

La Carte 11suivante permet de localiser la zone d'étude des dangers et les éoliennes du projet au regard de la carte de sensibilité.

Bien que l'échelle d'analyse (1/100 000ème) ne permette pas de conclure avec précision sur la sensibilité du site vis-à-vis du phénomène de remontée de nappe, il semble que ce dernier s'inscrive principalement sur des terrains potentiellement sujets aux inondations de cave ainsi que sur des zones non concernées par ce phénomène. Aucun secteur potentiellement sujet aux débordements de nappe n'est par ailleurs visible dans la zone d'étude.

Ainsi, compte tenu des différents niveaux de sensibilité recensés, le risque d'inondation par remontée de nappe n'est pas considéré comme agresseur potentiel.



Carte 11 : Sensibilité aux inondations par remontée de nappes

3.3 Environnement matériel

3.3.1 Voies de communication

3.3.1.1 Réseau routier

Un seul axe de circulation important traverse la zone d'étude, dans sa partie sud-est : il s'agit de la N145, qui passe au plus près à 235 m de E3. Elle appartient au réseau routier national et est par conséquent considérée comme « route à grande circulation ». D'après les données de comptage national disponibles sur le site www.data.gouv.fr, son trafic moyen journalier (TMJA) était de 8 628 véhicules/jour en 2019, dont 364 poids-lourds. Il s'agit donc d'un réseau structurant.

D'après le DDRM 87, la N145 est de plus identifiée comme axe à risque pour le transport de matières dangereuses.

La zone d'étude est par ailleurs longée côté ouest par une route de moindre importance, la D25, qui traverse Armantioux ; cette départementale passe au plus près à 502 m au sud-ouest de E1 et à 667 m au sud-est de E2. Dans son courrier de réponse à consultation en date du 25 mars 2022 (joint en annexe 1 de l'étude d'impact), le Conseil départemental de la Haute-Vienne indique que le trafic routier sur cet axe est de 860 véhicules légers et 20 poids lourds par jour. Ces données de comptage en font un axe qualifié de non structurant.



Photographie 3 : À gauche et au centre la N145 au sud de la zone d'étude ; à droite la D25 au nord d'Armantioux (Source : ENCIS Environnement)

3.3.1.2 Infrastructures de transport ferroviaire

Aucune voie ferrée ne traverse la zone.

3.3.1.3 Cours d'eau navigables

Aucune infrastructure de ce type n'est présente sur le site d'étude.

3.3.1.4 Transport aérien

Du point de vue de l'aviation militaire, d'après le courrier de l'Armée du 28/09/2023 (cf. annexe 1 de l'étude d'impact), il est indiqué que « *l'implantation d'un parc éolien comprenant 03 éoliennes d'une hauteur hors tout, pales comprises, de 230 mètres sur le territoire des communes de Droux et Magnac-Laval (87) […] Après consultations des différents organismes concernés des forces armées […] n'est pas de nature à remettre en cause leurs missions* ».

De la même façon, dans sa réponse en date du 23/08/2023 (cf. annexe 1 de l'étude d'impact), la Direction Générale de l'Aviation Civile précise que « *le projet n'est concerné par aucune servitude d'utilité publique relevant de la réglementation aéronautique civile et n'aura pas d'incidence sur les procédures de circulation arienne gérées par les services de l'Aviation civile* ».

En conséquence, la zone d'étude des dangers n'est concernée par aucune servitude de dégagement militaire ou civile.

3.3.1.5 Conclusion

Les voies de communication de la zone d'étude, ici des axes routiers, constituent un enjeu à protéger compte tenu de la présence d'usagers sur ces infrastructures (automobilistes, motards, etc.).
Ces routes ne sont en revanche pas retenues comme agresseurs potentiels en raison de leur distance aux éoliennes (235 m minimum). Cet éloignement supérieur à 200 m écarte le risque de collision par un véhicule en cas de sortie de route (voir détails au chapitre 7.3.1).

3.3.2 Réseaux et canalisations

3.3.2.1 Réseaux électriques

Aucune ligne électrique Haute Tension gérée par RTE ne concerne la zone d'étude des dangers.

En revanche, d'après la base de données en ligne d'ENEDIS, une ligne électrique aérienne traverse la zone d'étude selon un axe sud-ouest/nord-est. Elle passe entre E1 et E2, respectivement à 444 et 412 m de ces éoliennes.



Photographie 4 : Ligne HT aérienne dans la traversée d'Armantioux au sud-ouest de la zone d'étude (Source : ENCIS Environnement)

3.3.2.2 Canalisations de gaz

Aucune canalisation de transport de gaz n'est présente sur la zone d'étude.

3.3.2.3 Hydrocarbures et produits chimiques

La consultation du site Géorisques (canalisation de transport de matières dangereuses) permet de confirmer l'absence de réseaux de transport d'hydrocarbures et/ou de produits chimiques sur le périmètre de la zone d'étude des dangers.

3.3.2.4 Stations d'épuration

Aucune station d'épuration n'est identifiée dans la zone d'étude des dangers.

3.3.2.5 Alimentation en eau potable

D'après les informations et plans fournis par la société AGUR, exploitante du réseau d'eau potable dans le secteur, la zone d'étude compte plusieurs canalisations d'eau potable :

- une canalisation d'axe est-ouest qui passe à 161 m au sud de E1 ;
- une autre d'axe sud-ouest/nord-est qui traverse entre E1 et E2, respectivement à 281 et 482 m de ces éoliennes.

Ces canalisations étant souterraines, elles ne sont pas prises en compte dans le cadre d'une étude de dangers.

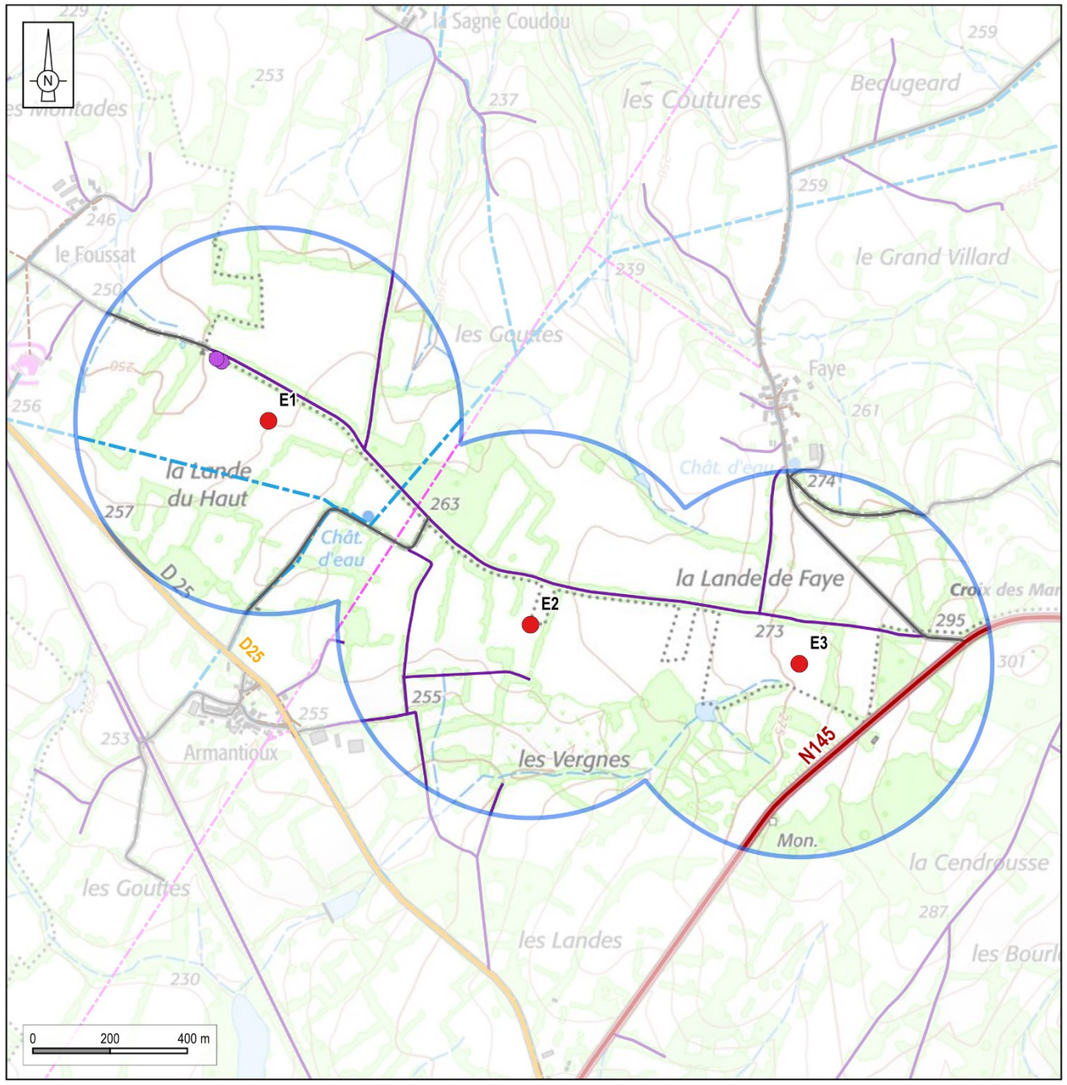
3.3.2.1 Conclusion

Une ligne électrique HTA aérienne traverse la zone d'étude des dangers. Cet élément constitue le seul enjeu à protéger parmi les réseaux et canalisations présents dans la zone d'étude.
Au vu de son éloignement aux éoliennes (412 m), elle n'est pas considérée comme agresseur potentiel.

3.3.3 Autres ouvrages

Aucun autre ouvrage public n'est recensé dans l'emprise de la zone d'étude des dangers.

Voies de communication et réseaux dans la zone d'étude des dangers



Carte 12 : Les infrastructures de transport identifiées au sein de la zone d'étude des dangers

3.4 Cartographie de synthèse

Le présent chapitre a permis d'identifier, à l'échelle de la zone d'étude des dangers :

- **les principaux intérêts à protéger (enjeux)** en cas d'accident survenant sur l'installation ;
- **les facteurs de risque** que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation **(agresseurs potentiels)** et susceptibles de générer des accidents.

Le tableau suivant reprend les conclusions de cette analyse pour chacune des composantes traitées :

Thématique	Composante	Intérêt à protéger	Agresseur potentiel
Environnement humain	Habitat	✗	✗
	Établissements recevant du public	✗	✗
	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement	✗	✗
	Installations Nucléaires de Base	✗	✗
	Autres activités (agriculteurs, promeneurs, etc.)	✓	✗
Environnement naturel	Températures (gel)	✗	✓
	Précipitations (pluie et grêle)	✗	✓
	Brouillard	✗	✓
	Vents violents	✗	✓
	Séismes	✗	✗
	Mouvements de terrains	✗	✗
	Retrait-gonflement des sols argileux	✗	✗
	Foudre	✗	✓
	Tempêtes	✗	✓
	Incendies	✗	✗
	Inondations par crues	✗	✗
	Inondations par remontée de nappe	✗	✗
Environnement matériel	Voies de communication (routes)	✓	✗
	Réseaux et canalisations (ligne HTA)	✓	✗
	Autres ouvrages publics	✗	✗

Tableau 5 : Recensement des enjeux et agresseurs potentiels de la zone d'étude des dangers

La carte suivante s'attache à présenter les enjeux à protéger dans chacune des aires d'études de dangers des aérogénérateurs de la Lande de Faye, (rayon de 500 m autour du mât).

Ces différents enjeux (équipements, bâtiments, occupations du sol) sont associés à la présence d'individus qui peuvent être exposés aux conséquences d'un accident survenant sur les éoliennes. Ainsi, le « Guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens », édité par l'INERIS, propose une méthode de comptage du nombre de personnes exposées consultable en Annexe 1 du présent rapport.

Sur la base de cette méthodologie ainsi que du retour d'expérience d'ENCIS, le nombre de personnes exposées est le suivant :

- sur les **terrains agricoles (cultures, prairies) et parcelles boisées de la zone**, classés en terrains non aménagés et très peu fréquentés par le guide de l'INERIS : **1 personne exposée pour 100 ha** ; ce comptage inclut les exploitants et ouvriers agricoles, les promeneurs potentiellement présents sur ces terrains ainsi que les chasseurs arpentant la zone ;
- au niveau du **bâtiment destiné au stockage de matériel agricole** sera supposée la présence d'**une personne permanente**, ce qui correspond à une valeur maximisante ;
- les enjeux liés à l'entretien de la ligne électrique HTA aérienne passant entre E1 et E2 sont estimés à **2 personnes** ;
- au niveau des **voies de communication (routes)** :
    - les enjeux pris en compte pour la portion de la N145 traversant la zone d'étude ont été estimés en fonction des données de comptage fournies par le site www.data.gouv.fr; ces statistiques datées de 2019, et donc représentatives de la fréquentation de la route, l'évalue à 8 628 véhicules/jour en 2019, dont 364 poids-lourds ; cette N145 est donc considérée comme une route structurante (fréquentation supérieure à 2 000 véhicules/jour), pour laquelle il est estimé la présence de **0,4 personne/km par tranche de 100 véhicules/jour** ;
    - la D25, les routes locales et les chemins ruraux présents dans la zone d'étude des dangers supportent un trafic moyen annuel inférieur à 2 000 véhicules/jour ; à ce titre, et conformément à la méthodologie de comptage de l'INERIS, ces axes sont considérés comme des "voies de circulation non structurantes", ce qui les classe dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés pour lesquels est estimée la présence d'**une personne par tranche de 10 ha**.

À noter pour les besoins des calculs à réaliser que les largeurs de bande roulante de la N145 et de la D25 sont respectivement de 7 et 5,5 m, et que celles des routes locales et des chemins ruraux est fixée à 4 m (valeur maximisante). **Les pistes d'accès créées pour la desserte des éoliennes ainsi que les plateformes de maintenance seront également considérées comme des "voies de circulation non structurantes"**.

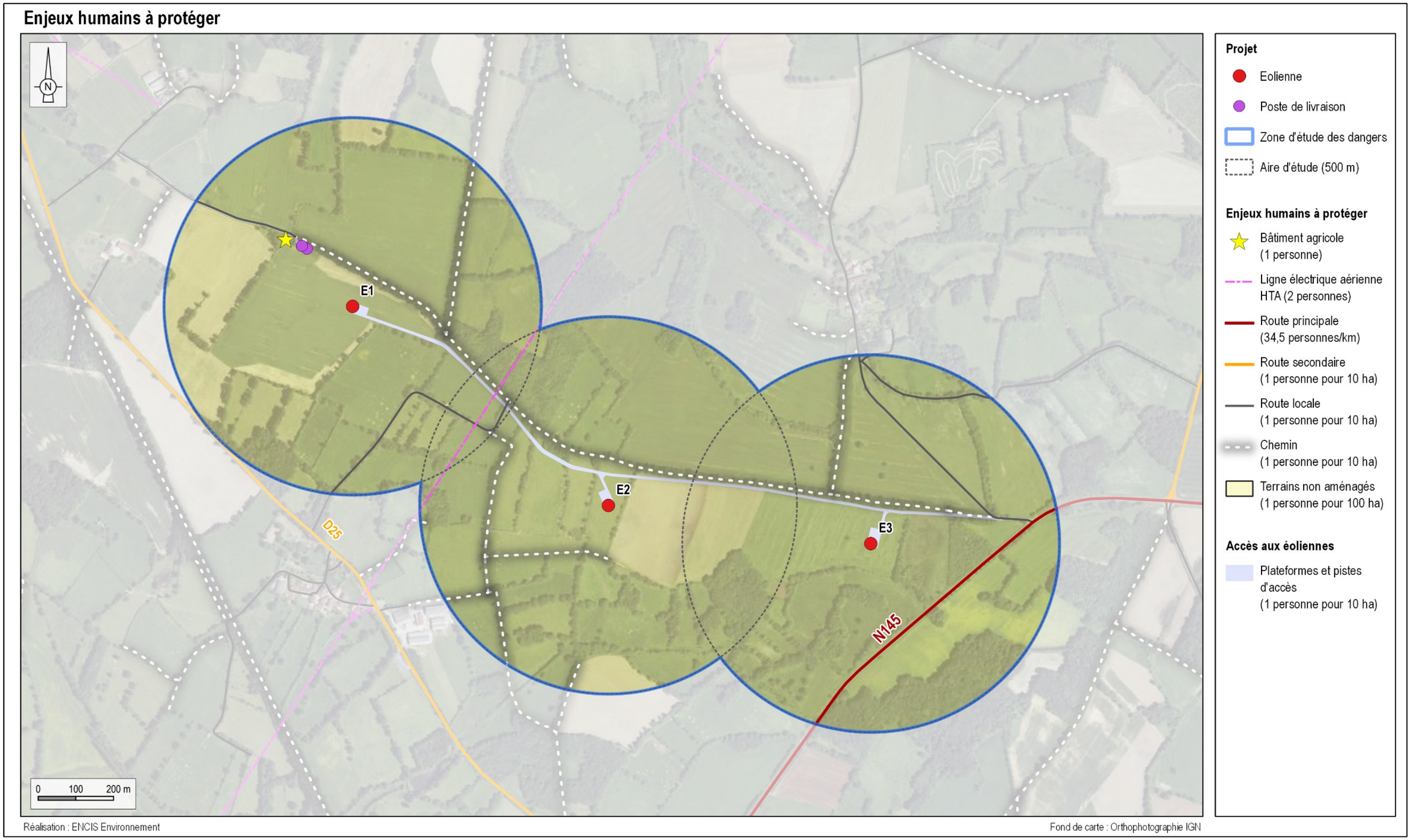
Pour précision, la D25 n'est concernée que par l'aire d'étude de E1, pour un court linéaire (environ 65 m) et pour seulement une petite partie de sa bande roulante côté projet (sur une largeur maximale de 1,2 m).

Les surfaces ont été calculées en utilisant un logiciel de SIG, tout en s'appuyant sur la cartographie au 1 : 25 000ème, le site Géoportail pour les photos aériennes et le plan de masse fourni par le porteur de projet. Ces données ont permis de calculer à un instant t les différentes répartitions des terrains non bâtis (dont les chemins empruntés par les véhicules agricoles). Des évolutions dans le futur peuvent avoir lieu et ne sont donc pas prises en compte.

Le tableau suivant récapitule, pour chaque occupation du sol ou activité recensée dans les aires d'étude des dangers des éoliennes, le nombre de personnes permanentes considéré :

Occupation du sol / Activité	Nombre de personnes permanentes	Commentaires
Terrains non aménagés et très peu fréquentés (cultures, etc.)	1 personne/100 ha	-
Bâtiment agricole	1 personne	-
Ligne électrique	2 personnes	-
Voie de circulation structurante (N145) → 0,4 personne/km par tranche de 100 véhicules/jour	34,5 personnes/km	Trafic supérieur à 2 000 véhicules/jour Bande roulante de la N145 de 7 m
Voies de circulation non structurantes (D25, routes locales et chemins ruraux, pistes d'accès et plateformes) → terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 ha	Trafic inférieur à 2 000 véhicules/jour pour chaque voie Bande roulante de la D25 de 5,5 m et estimée à 4 m pour les autres routes et les chemins ruraux

Tableau 6 : Nombre de personnes permanentes exposées au regard de l'activité ou de l'occupation du sol considérée



Carte 13 : Les intérêts à protéger (enjeux) au sein des aires d'étude des dangers des éoliennes de la Lande de Faye

4 Description de l'installation

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

4.1 Caractéristiques de l'installation

4.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien

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

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

4.1.1.1 Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu ; il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre de transmission ;
- **le mât** est généralement composé de 3 à 5 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 transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
  - le système de freinage mécanique ;
  - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
  - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
  - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique ;
  - le transformateur, lorsqu'il n'est pas dans le mât.

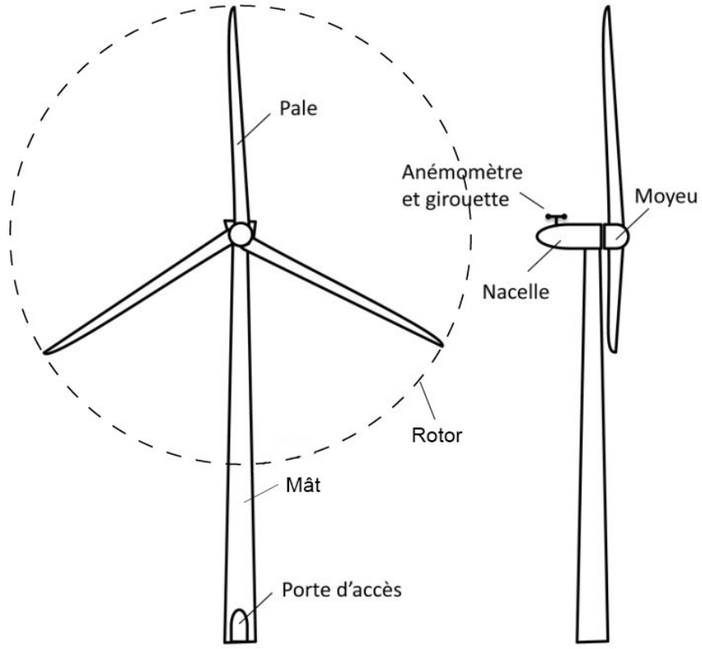


Figure 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (Source : d'après le Guide technique, Mai 2012)

4.1.1.2 Emprises 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 le plus souvent 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.

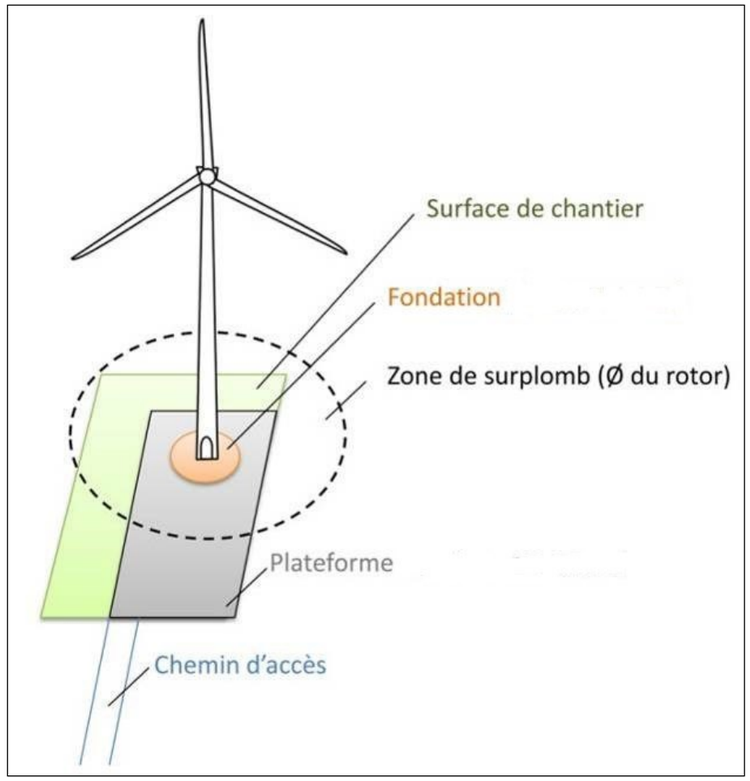


Figure 4 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne (Source : Guide technique, Mai 2012)

4.1.1.3 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 son exploitation :

- l'aménagement de ces accès peut concerner les chemins existants ;
- si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés ; c'est le cas du présent projet.

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

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

4.1.1.4 Autres installations

Certains parcs éoliens peuvent aussi intégrer des aires d'accueil pour informer le public, des parkings d'accès, etc. Le projet de la Lande de Faye ne sera pas concerné par de tels aménagements.

4.1.2 Activité de l'installation

L'activité principale du parc éolien de la Lande de Faye est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur maximale de l'ensemble mât + nacelle de 150 m (> 50 m). Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et plus précisément, au régime d'autorisation.

4.1.3 Composition de l'installation

Le parc éolien de la Lande de Faye est composé de trois aérogénérateurs et de deux postes de livraison.

À la date de dépôt du présent dossier, le modèle d'éolienne retenu pour équiper l'installation n'est pas encore sélectionné. Néanmoins, au regard des caractéristiques du site (puissance des vents, hauteur d'exploitation, contraintes paysagères, etc.), le maître d'ouvrage est en mesure de proposer un gabarit maximisant dont les caractéristiques dimensionnelles seront proches des aérogénérateurs choisis.

Ces caractéristiques seront précisées au chapitre 4.2.2 en page 46.

Le tableau suivant précise la localisation cadastrale et les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison :

Élément	Commune	Cadastre	Altitude au sol (en m)	Hauteur totale maximale (en m)	Altitude maximale (en m)	Distance à l'éolienne la plus proche (en m)	Coordonnées (Lambert 93)	
							X	Y
E1	Droux	0A0071	254,44	230	484,44	859,50 (E2)	556 142,14	6 566 617,44
E2	Droux	0A0693	263,74	230	493,74	703,21 (E3)	556 820,45	6 566 089,58
E3	Magnac-Laval	0G0864	276,41	230	506,41	703,21 (E2)	557 516,34	6 565 988,40
PDL1	Droux	0A0071	251,30	2,64	253,94	204,10 (E1)	556 007,66	6 566 778,10
PDL2	Droux	0A0071	251,58	2,64	254,22	190,43 (E1)	556 020,80	6 566 770,35

Tableau 7 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison

Plan de masse du parc éolien de la Lande de Faye en phase exploitation



Éolienne et survol
- Éolienne
- Zone de survol

Connexion au réseau électrique
- Raccordement
- Poste de livraison
- Plateforme de poste de livraison

Pistes d'accès
- Piste aménagée
- Piste créée

Plateformes
- Plateforme permanente

Réalisation : ENCIS Environnement

Fond de carte : Orthophotographie IGN

Carte 14 : Plan du projet de parc éolien de la Lande de Faye en phase exploitation

4.2 Fonctionnement de l'installation

4.2.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

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

Lorsque le vent est trop faible (vitesses généralement comprises entre 0 et 1,5 à 3 m/s), le rotor est à l'arrêt ou tourne trop lentement pour assurer une quelconque production électrique. Une fois cette vitesse dépassée, la pression exercée par le vent est suffisante pour que l'éolienne entre en production ; elle est alors couplée au réseau. C'est la génératrice, située dans la nacelle, qui 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 une certaine vitesse (variable selon les modèles), l'éolienne atteint son seuil de puissance maximale ; on parle alors de puissance nominale.

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, dépasse une vitesse jugée dangereuse pour l'intégrité de l'installation (risque de casse matérielle – vitesse variable selon les modèles), l'éolienne cesse de fonctionner. Deux systèmes de freinage permettront la mise à l'arrêt du rotor :

- 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 afin d'avoir une portance minimale ;
- le second, par un **frein mécanique** placé sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle ; ce frein mécanique n'est activé que par un arrêt d'urgence ou pour une opération de maintenance.

Le tableau suivant détaille les principaux paramètres de vitesse du modèle d'éolienne envisagé pour équiper le parc éolien de la Lande de Faye :

Vitesse de couplage au réseau	Vitesse nominale	Vitesse de mise en drapeau
3 m/s	12 m/s	26 m/s

Tableau 8 : Les principales caractéristiques de vitesse de vent du modèle envisagé

4.2.2 Fonctions et caractéristiques du parc éolien de la Lande de Faye

Le tableau suivant reprend les fonctions et caractéristiques des principales installations du parc étudié. Le modèle d'éolienne n'étant pas choisi à ce jour, le projet est étudié en considérant le gabarit maximisant. Ainsi, les dimensions présentées ci-dessous correspondent à des valeurs maximales.

Installation	Élément	Fonction	Caractéristiques
Éolienne	**Fondation**	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Composition : béton armé Épaisseur : 4 m Diamètre : 33 m Conçues pour répondre à l'Eurocode 2 et aux calculs de dimensionnement des massifs
	Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Tour : acier tubulaire ou hybride béton/acier Hauteur du moyeu : 148,5 m Ø Base : 6 m Accès : porte verrouillable au pied du mât pour chaque modèle
	Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice et éventuellement multiplicateur) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	Composition : structure métallique habillée de panneaux de fibres de verre
	Transformateur	Élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Tension élevée : 20 000 V Régulation du courant de sortie (pour compatibilité avec réseau public) : dispositifs électroniques Localisation : à l'arrière de la nacelle ou en pied de mât de l'éolienne
	Rotor/Pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Diamètre : 163 m Surface balayée : 20 867 m² Largeur maximale de la pale (corde) : 4,70 m Longueur de la pale : 81,5 m Matériau : Fibre de verre et fibre de carbone renforcées avec époxy
Poste de livraison	-	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Emprise au sol (2 postes) : 45,93 m²

Tableau 9 : Découpage fonctionnel de l'installation et caractéristiques (Source : ABO Wind))

4.2.3 Sécurité de l'installation

L'objectif de ce paragraphe est de montrer que l'installation respecte la réglementation en vigueur en matière de sécurité. Pour ce faire, le tableau suivant reprend l'ensemble des articles de l'arrêté du 26 août 2011 modifié portant sur la sécurité de l'installation et s'appuie sur l'étude d'impact sur l'environnement (notée « EIE ») afin de justifier de cette conformité.

Les articles de l'arrêté ne traitant pas de la sécurité ou des risques sanitaires liés au projet (définitions des termes employés, organisation du suivi environnemental post-implantation, dispositions relatives au démantèlement, constitution des garanties financières, etc.) n'apparaissent pas dans ce tableau.

Article de l'arrêté du 26/08/2011 modifié	Disposition	Commentaire	Conformité
2	Déclaration des données techniques de l'installation aux étapes clés du cycle de vie du parc	Le pétitionnaire et l'exploitant du parc éolien s'engagent à déclarer ces données conformément aux modalités définies par avis au Bulletin officiel du Ministère en charge de l'environnement	OUI
	Mise à disposition de l'inspection ICPE des rapports, registres, manuels, consignes et justificatifs visés par le présent arrêté	L'exploitant s'engage à respecter ces dispositions dans les conditions fixées par l'arrêté du 26 août 2011 modifié.	OUI
3	Distance ≥ 500 m des habitations	Entité la plus proche à 551 m	OUI
	Distance ≥ 300 m d'une installation nucléaire ou d'une ICPE SEVESO	Aucune ICPE SEVESO ou INB dans un rayon de 500 m des mâts éoliens	OUI
4	Distances minimales d'éloignement aux radars météorologiques et aux radars de navigation maritime et fluviale	Respect des distances fixées (cf. chapitre 3.2.4 de l'EIE)	OUI
	Non remise en cause du fonctionnement des radars et aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité à la navigation aérienne civile et les missions de sécurité militaire	Aucune contrainte selon les services de l'Armée de l'air et de la DGAC/DSAC Cf. chapitre 3.2.4 de l'EIE	OUI
5	Étude des ombres portées si bureau à moins de 250 m des éoliennes	Pas de bureau à moins de 250 m des machines	OUI
6	Champ magnétique des aérogénérateurs ressenti au niveau des habitations ≤ 100 µteslas à 50 – 60 Hz	Cf. chapitre 7.2.4.3 de l'EIE	OUI
7	Existence d'une voie carrossable entretenue pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours	Les voies d'accès aux éoliennes seront dimensionnées et entretenues tout au long de l'exploitation de façon à permettre l'intervention des véhicules du SDIS Cf. chapitre 8.2.1 de l'EIE, Mesure E2	OUI
8	Conformité aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 ou CEI 61 400-1 dans leur version en vigueur lors du dépôt du DDAE ou toute norme équivalente en vigueur dans l'UE	Certification selon le référentiel IEC 61 400-1 (ou norme équivalente) de tous les aérogénérateurs	OUI
	Production d'un rapport de contrôle attestant de la conformité de chaque éolienne à la norme visée	Ce rapport sera produit et mis à disposition avant la mise en service de l'installation.	OUI
9	Mise à la terre de l'installation (risque de foudre)	Les éoliennes sont équipées de dispositifs de mise à la terre.	OUI
	Conformité à la norme IEC 61 400-24 (version en vigueur à la date de dépôt du DDAE)	Respect du standard IEC 61 400-24	OUI
	Production d'un rapport de contrôle attestant de la mise à la terre de l'installation Contrôles périodiques de la pérennité de la mise à la terre	Ce rapport sera produit et mis à disposition avant la mise en service de l'installation. Les contrôles seront réalisés conformément à la périodicité indiquée (1 fois par an pour contrôle visuel et 1 fois tous les 2 ans pour contrôle avec mesure).	OUI
10	Conformité des installations électriques internes aux éoliennes avec les dispositions de la directive du 17 mai 2006	Directive transposée en droit français par le décret n°2008-1156 du 07/11/2008 Les installations électriques à l'intérieur des aérogénérateurs respectent ce décret.	OUI
	Conformité des installations électriques externes aux éoliennes avec les normes NFC 15-100, 13-100 et 13-200 (versions en vigueur à la date de dépôt du DDAE)	Les installations électriques haute et basse tension extérieures aux aérogénérateurs respecteront ces normes.	OUI
	Production d'un rapport de contrôle attestant de la conformité vis-à-vis des risques électriques	Ce rapport sera produit et mis à disposition avant la mise en service de l'installation.	OUI
11	Balisage des éoliennes conforme au Code des transports et au Code de l'aviation civile	Respect de la réglementation en vigueur en France pour le balisage aéronautique (cf. chapitre 7.2.2.3 de l'EIE)	OUI

Article de l'arrêté du 26/08/2011 modifié	Disposition	Commentaire	Conformité
13	Accès à l'intérieur des éoliennes et des postes de livraison maintenus fermés à clé	Respect de cette disposition pour tous les aérogénérateurs (portes verrouillables à clés)	OUI
14	Consignes de sécurité, mises en garde face aux risques et prescriptions pour le public visibles sur les chemins d'accès aux éoliennes et sur les postes de livraison	Cf. chapitre 5.3.2.1 du présent rapport	OUI
15	Formation du personnel intervenant sur les risques, les moyens pour les éviter, les procédures d'urgence et mise en place d'exercices d'entraînement consignés dans un registre	Le personnel de maintenance, qu'il dépende directement de l'exploitant ou du constructeur des éoliennes (*via* contrat de maintenance), est qualifié, formé et habilité. Cf. chapitre 5.3.2.2 du présent rapport	OUI
16	Interdiction d'entreposer des matériaux combustibles ou inflammables dans les éoliennes	Respect de ces exigences Cf. chapitre 4.2.5 du présent rapport	OUI
17	Essais d'avant mise en service et contrôle périodique (1 fois/an max.) des équipements de mise à l'arrêt (arrêt simple, d'urgence et en cas de survitesse). Résultats des tests consignés.	Tests des fonctions de sécurité effectués selon le planning fixé par l'arrêté Cf. chapitre 7.6 du présent rapport	OUI
	Contrôle des installations électriques avant la mise en service puis annuellement	Respect de cette disposition dès la phase de construction ainsi que dans les protocoles de maintenance	OUI
18	Contrôle régulier des brides de fixation, des brides de mât, de la fixation des pales et du mât + contrôle des systèmes instrumentés de sécurité avec production d'un rapport de suivi	Respect du contenu et de la périodicité des opérations mentionnées dans l'article. Contrôles correspondants, faisant partie des opérations de maintenance préventive de l'aérogénérateur, consignés et répertoriés dans les protocoles de maintenance, mis à disposition des exploitants. Cf. chapitre 7.6 du présent rapport	OUI
	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés au minimum 1 fois tous les 6 mois	Inclus dans le programme de maintenance des machines. Pales équipées de systèmes de captage de la foudre avec transfert à la terre.	OUI
	Systèmes instrumentés de sécurité, de détecteurs et de systèmes de détection destinés à identifier tout fonctionnement anormal (incendie, perte d'intégrité d'un aérogénérateur, entrée en survitesse)	Les éoliennes sont toutes équipées de tels systèmes dont la liste, les fonctionnalités, les fréquences de tests et les opérations de maintenance assurant leur pérennité sont consignées. Ces équipements sont contrôlés au moins une fois par an et un registre de maintenance est mis à disposition.	OUI
19	Tenue d'un manuel d'entretien et d'un registre sur les opérations de maintenance, les défaillances et les opérations préventives et correctives réalisées	Mise à disposition du manuel de maintenance avec consigne de la nature et de la fréquence des opérations d'entretien. Mise à disposition de l'ensemble des protocoles de maintenance renseignés ainsi que les fiches d'intervention des équipes de maintenance. Cf. chapitre 7.6 du présent rapport	OUI
20	Conditions d'élimination des déchets produits et interdiction de les brûler à l'air libre	Respect des exigences fixées par les textes relatifs à l'élimination des déchets. Cf. chapitre 7.2.2.8 de l'EIE	OUI
21	Récupération, valorisation ou élimination des déchets non dangereux	Respect des exigences fixées par les textes relatifs à l'élimination et à la valorisation des déchets Cf. chapitre 7.2.2.8 de l'EIE	OUI
	Valorisation des déchets d'emballage obligatoire si volume ≥ 1 100 L/semaine		OUI
22	Établissement de consignes de sécurité	Consignes de sécurité établies et mises à disposition des exploitants dans les manuels d'exploitation Cf. chapitre 5.3.2.3 du présent rapport	OUI
23	L'exploitant est en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées à l'article 22 dans un délai de 60 mn suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur	Ces dispositifs de détection et d'alerte équiperont chaque éolienne*	OUI
	Transmission de l'alerte aux services d'urgence dans un délai de 15 min	Les systèmes d'alerte réagissent dès la détection d'un incendie / fonctionnement anormal *. Cf. chapitre 7.6 du présent rapport	OUI
	Opération de maintenance de ce système de détection et d'alerte	Inclus dans le protocole de maintenance des éoliennes	OUI
24	Chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte et de prévention contre les incendies. A minima 2 extincteurs placés à l'intérieur de l'aérogénérateur (au sommet au pied).	Systèmes de détection et d'alarme incendie provoquant : • une alarme sonore à l'intérieur de l'éolienne	OUI

Article de l'arrêté du 26/08/2011 modifié	Disposition	Commentaire	Conformité
		• une alarme à distance envoyée immédiatement via le système SCADA. Par ailleurs, présence d'extincteurs dans tous les aérogénérateurs. Cf. chapitre 8.2.1 de l'EIE	
25	Mise en place d'un système de détection ou de déduction de formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur et mise à l'arrêt sous 60 minutes maximum. Nota : Cet article ne s'applique pas aux installations pour lesquelles l'exploitant démontre que l'installation n'est pas susceptible de générer un risque de projection de glace.	Ce système sera mis en place sur chaque éolienne Cf. chapitre 7.6 du présent rapport	OUI
26 – 27 – 28	Émergence contrôlée du bruit, limitation sonore des engins de chantier et suivi des mesures	Cf. chapitres 7.1.4.4 et 7.2.4.4 de l'EIE	OUI

Tableau 10 : Conformité du projet vis-à-vis des dispositions relatives à la sécurité de l'arrêté du 26 août 2011 modifié

**** Organisation des secours en cas d'accident :***

Information des services d'incendie et de secours :

Le parc éolien est équipé d'un système de télégestion spécifique, le SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), qui permet de surveiller, contrôler et piloter à distance les éoliennes.

Les données récoltées par le SCADA sont envoyées dans un centre de télégestion, disponible 24h/24. En cas de déclenchement d'une alarme ou d'une alerte, une information est automatiquement envoyée par GSM/e-mail vers le centre de télésurveillance de l'exploitant et du fabriquant de l'éolienne. L'exploitant peut alors, si nécessaire, informer les services de secours dans un délai de 15 minutes.

Ce protocole se conforme à l'article 23 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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.

Chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte et de prévention contre les conséquences d'un incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, composé a minima de deux extincteurs placés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façon visible et facilement accessibles. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Cette disposition ne s'applique pas aux aérogénérateurs ne disposant pas d'accès à l'intérieur du mât.

Coordonnées des moyens de secours à l'attention du personnel intervenant sur le parc :

Sur le parc éolien, un affichage comprenant un Plan de Secours ainsi que les coordonnées des moyens de secours en cas d'accident ou d'incident est prévu.

Le Plan de sécurité et de santé, document à suivre dans le cadre des maintenances, stipule, dans sa procédure en cas d'accident ou de sinistre, les coordonnées des moyens de secours, la procédure à suivre ainsi que les consignes de premiers secours.

L'affichage apposé sur les tableaux prévus à cet effet est constitué entre autres :

- de l'adresse de l'inspection du travail et du nom de l'inspecteur ;
- des coordonnées des services d'urgence et du Médecin du travail ;
- du rappel de l'interdiction de fumer ;
- des consignes en cas d'incendie.

Moyens :

Un kit de premiers secours est disposé dans chacune des nacelles, ainsi qu'un extincteur. Un extincteur est également placé en pied de mât de chaque éolienne ainsi que dans les postes de livraison. Le personnel est formé à l'utilisation des extincteurs.

4.2.4 Opérations de maintenance de l'installation

L'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié impose, pour tout aérogénérateur en fonctionnement, le protocole de maintenance suivant :

« *I. - 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.*

II. - 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.

III. - 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 fonctionnent.

IV. - La liste des équipements de sécurité ainsi que les résultats de l'ensemble des contrôles prévus par le présent article sont consignés dans le registre de maintenance visé à l'article 19. ».

Par ailleurs, et conformément à l'article 19, chaque éolienne dispose d'un carnet de maintenance dans lequel sont consignées les différentes opérations d'entretien réalisées : « *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.* ».

De plus, une inspection visuelle de l'état général de l'éolienne est effectuée lors de chaque opération de maintenance réalisée. L'inspection et l'entretien du matériel sont effectués par des opérateurs du constructeur, formés pour ces interventions.

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

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

La maintenance curative est réalisée à la suite de défaillances de matériels ou d'équipements (ex : remplacement d'un capteur défaillant, ajout de liquide de refroidissement faisant suite à une fuite, ...). Ces opérations sont faites à la demande, dès détection du dysfonctionnement, de façon à rendre l'équipement à nouveau opérationnel.

4.2.5 Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc éolien de la Lande de Faye.

4.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

4.3.1 Raccordement électrique

Le raccordement électrique des éoliennes au réseau public de distribution comprend un réseau local, reliant les éoliennes entre elles et au(x) poste(s) de livraison, et un réseau public, entre les postes de livraison et le poste source.

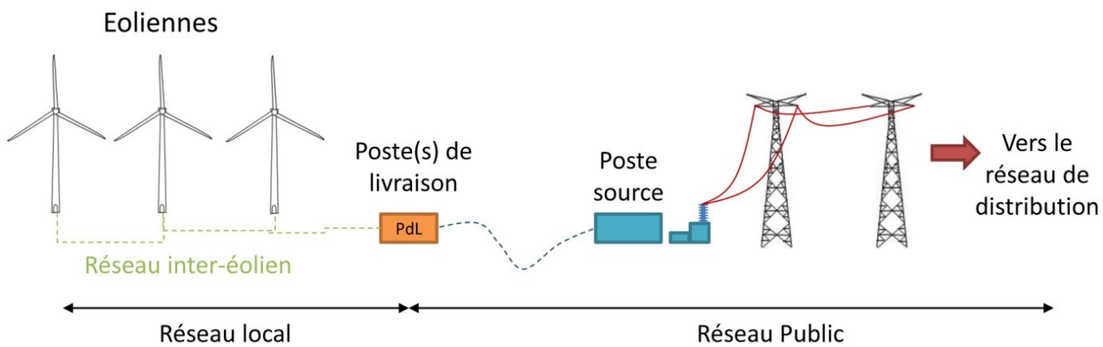


Figure 5 : Raccordement électrique des installations (Source : Guide technique, mai 2012)

4.3.1.1 Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, présent dans la nacelle ou le mât de chaque éolienne, au(x) poste(s) de livraison. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne du parc éolien et ils sont tous enfouis.

Le tracé des câbles de liaison inter-éoliennes est consultable sur le plan de masse dans le paragraphe « 4.1.3. Composition de l'installation ».

4.3.1.2 Postes de livraison

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur organisation et/ou par la puissance qu'ils délivrent, peuvent posséder plusieurs postes de livraison (cas du présent projet qui en compte deux), voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

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

Les postes de livraison du parc éolien de la Lande de Faye sont situés au nord-ouest de E1, au bout d'un chemin existant (qui sera aménagé). La parcelle qui les recevra est cadastrée sous la référence : Droux 0A0071.

4.3.1.3 Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie les postes de livraison avec le poste source (réseau public de distribution d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau public de distribution local. Il est lui aussi entièrement enterré.

Le poste source envisagé pour le raccordement au réseau public de distribution est le poste de MARCHE LIMOUSINE, poste à créer qui sera implanté sur la commune de Berneuil, à environ 17 km au sud-ouest du site de la Lande de Faye.

À noter que le S3REnR prévoit également la création d'un autre poste, HAUT LIMOUSIN, au nord-est du site de la Lande de Faye (environ 21 km).

Dans le cas des installations éoliennes, le choix définitif du poste source n'est effectué qu'après la délivrance de l'autorisation environnementale. Ainsi, l'option de raccordement présentée ici n'est qu'une hypothèse.

Les liaisons électriques internes et externes de l'installation (tension 20 000 V) sont enfouies sur l'ensemble de leur tracé, préférentiellement le long des routes et à une profondeur minimale de 0,8 m.

4.3.2 Autres réseaux

Le parc éolien de la Lande de Faye ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement.

5 Identification des potentiels de dangers de l'installation

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

L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle, seront traitées dans l'analyse de risques (cf. Partie 7).

5.1 Potentiels de dangers liés aux produits

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

Des produits potentiellement dangereux sont utilisés pour assurer le bon fonctionnement, la maintenance et l'entretien des éoliennes de la Lande de Faye. Il s'agit de :

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

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou le(s) poste(s) de livraison.

En phase de construction, les déchets dangereux sont stockés sur site dans une zone dédiée (zone de la Base vie).

En phase exploitation, le parc éolien de La Lande de Faye se conformera à la rubrique ICPE 2980 en matière de gestion de déchets :

« *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* » (art. 20).

« *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* » (art. 21).

ABO Wind, en tant que développeur et exploitant de projets éoliens, participe activement au groupe de travail « Gestion des déchets » mené par la fédération France Energie Eolienne, dans lequel sont évaluées toutes les solutions permettant aux exploitants de traiter les déchets en accord avec la réglementation citée ci-dessus.

Le choix de la solution de traitement des déchets la plus adaptée pour le parc éolien de la Lande de Faye se fera donc en fonction des conclusions de ce groupe de travail et des infrastructures disponibles à proximité.

Le mode de stockage intermédiaire sera au choix et sous la responsabilité de la CPENR de la Lande de Faye, et sera communiqué aux autorités dès sélection.

Les solutions de stockage permanentes (local dédié ou conteneur fixe) ne sont pour l'instant pas envisagées, et ne seront donc pas évoquées dans cette étude.

La solution de stockage temporaire *via* un conteneur présent moins de 3 mois sur le site pourra être envisagée, mais celle-ci ne nécessite pas d'être évoquée dans les études d'impacts.

Enfin, si un stockage hors site est envisagé (par exemple, si la base de maintenance du mainteneur des éoliennes est habilitée pour cette activité), un justificatif d'autorisation du site de transit ou de regroupement sera transmis aux autorités dans les plus brefs délais.

5.1.1 Inventaire des produits

Les substances ou produits chimiques mis en œuvre dans l'installation sont limités. Les seuls produits présents en phase d'exploitation sont :

- l'huile hydraulique (circuit haute pression) ;
- l'huile de lubrification du multiplicateur ;
- l'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), qui est utilisée comme liquide de refroidissement ;
- les graisses pour les roulements et systèmes d'entraînements ;
- l'hexafluorure de soufre (SF_6), 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.

D'autres produits peuvent être utilisés lors des phases de maintenance (lubrifiants, décapants, produits de nettoyage), mais toujours en faibles quantités (quelques litres au plus).

5.1.2 Dangers des produits

5.1.2.1 Inflammabilité et comportement vis-à-vis de l'incendie

Les huiles, les graisses et l'eau glycolée nécessaires au fonctionnement de l'éolienne 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. Dans les incendies d'éoliennes, ces produits sont souvent impliqués.

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 SF_6 est pour sa part ininflammable.

5.1.2.2 Toxicité pour l'Homme

Parmi les différents produits recensés, seul l'hexafluorure de soufre (SF6) est susceptible de représenter un risque compte tenu des risques de suffocation à haute concentration. Néanmoins, au vu des volumes impliqués (entre 1,5 kg et 2,15 kg le plus souvent) et de la ventilation des locaux, le risque peut être jugé négligeable.

Outre ce gaz, les autres produits identifiés ne présentent pas de caractère de toxicité pour l'Homme. Ils ne sont pas non plus considérés comme corrosifs (à causticité marquée).

5.1.2.3 Dangerosité pour l'environnement

Vis-à-vis de l'environnement, le SF_6 possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais, comme indiqué précédemment, les quantités présentes sont très limitées.

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.

En conclusion, il ressort que les produits recensés dans les installations du parc ne présentent pas de réel danger, si ce n'est lorsqu'ils sont soumis à un incendie, où ils vont entretenir cet incendie, ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un risque de pollution des sols ou des eaux.

5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de la Lande de Faye sont de cinq types et concernent des évènements accidentels :

- 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 ;
- échauffement de pièces mécaniques ;
- courts-circuits électriques (aérogénérateur ou poste de livraison).

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'énergie mécanique	Survitesse	Échauffement des pièces mécaniques et flux thermique avec potentiel départ de feu
Pale	Prise au vent	Bris et/ou chute de pale	Énergie cinétique de chute des éléments de pales
Aérogénérateur	Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne	Effondrement	Énergie 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 / de nacelle	Énergie cinétique de chute
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Énergie cinétique de projection des composants du rotor

Tableau 11 : Dangers potentiels liés au fonctionnement du parc éolien

5.3 Réduction des potentiels de dangers à la source

5.3.1 Principales actions préventives

5.3.1.1 Réduction des dangers liés aux produits

Comme précédemment indiqué, la majorité des produits présents dans une éolienne sont des lubrifiants. Ces substances doivent être contrôlées et partiellement renouvelées tous les 6 mois à 5 ans selon le type.

Les quantités de produits ne peuvent être diminuées et les produits lubrifiants en eux-mêmes ne peuvent faire l'objet de substitution (considérés comme non dangereux pour l'environnement si utilisés comme recommandés et combustibles mais non inflammables).

Les produits de nettoyage de type solvant, classés comme dangereux pour l'environnement peuvent quant à eux potentiellement faire l'objet de substitution. On rappelle cependant que ces produits ne sont utilisés que de manière ponctuelle et ne sont pas présents sur le site.

Tous les composants utilisant de l'huile de lubrification sont équipés de systèmes d'étanchéité empêchant efficacement l'huile de s'échapper. En cas de fuite d'huile (multiplicateur, système hydraulique, système d'orientation de la nacelle), la nacelle et la plateforme supérieure du mât sont étanches et font office de rétention.

Dans les éoliennes, les transformateurs sont de type « sec » (sans huile) ou avec huile. Si les éoliennes sont équipées de transformateurs avec huile, comme évoqué au-dessus, la nacelle et la plateforme supérieure du mât sont conçues pour collecter les éventuelles fuites.

Les systèmes de refroidissement fonctionnent dans un circuit connecté. La pression est constamment surveillée pendant le fonctionnement : une chute de pression est immédiatement signalée via le SCADA.

Les transformateurs du poste électrique de livraison sont quant à eux équipés de bacs de rétention.

La réduction des dangers liés aux produits dépend donc essentiellement de la bonne maintenance des appareils et du respect des règles de sécurité. Une attention particulière devra également être portée au transport des lubrifiants sur le site lors des phases de renouvellement.

5.3.1.2 Réduction des dangers liés aux installations

Conformément à la réglementation, les éoliennes doivent respecter un recul minimal de 500 m vis-à-vis des habitations et zones destinées à l'habitation définies par les documents d'urbanisme. La CPENR de la Lande de Faye a décidé d'étendre ce retrait à un minimum de 550 ; ainsi, la plus proche habitation, située à Faye, se trouve à 551 m de la première éolienne (E3). De plus, l'analyse des servitudes qui grèvent le terrain et les réponses transmises par les différents services consultés ont participé au choix de localisation, de définition de l'aire d'étude et de l'implantation des éoliennes.

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

Des mesures de vents ont été effectuées en amont du projet, permettant une prévision des conditions climatiques. Le choix des modèles d'éolienne est adapté à ces conditions.

En outre, les mesures générales de prévention limitant les risques d'accident sur le parc éolien étudié sont les suivantes :

- les fournisseurs des éoliennes, assurant leur maintenance, disposent d'un système de management hygiène, sécurité, environnement (HSE) respecté par tous leurs salariés ;
- le respect des règles de conduite et la limitation de la vitesse de circulation des engins et véhicules seront imposés. Un plan de circulation sera établi pour l'accès depuis les routes les plus proches ;
- les interventions se font par du personnel possédant l'habilitation électrique et la législation du travail dans les installations en hauteur, après visite de conformité par un organisme de contrôle agréé. Les techniciens sont formés, entraînés et autorisés. Ils sont équipés de leurs équipements de protection individuelle (EPI) ;
- des procédures d'installation et de maintenance claires et détaillées seront disponibles pour chacun des équipements ;
- le design et l'assemblage des équipements respectent les normes en vigueur et normes constructeur.

Pour ce projet, la réduction des potentiels de danger liés aux installations est donc principalement intervenue par le choix d'aérogénérateurs fiables, disposant de systèmes de sécurité performants et conformes à la réglementation en vigueur.

5.3.2 Procédures relatives à l'hygiène et à la sécurité

Outre les exigences réglementaires liées au Code du travail qui seront appliquées sur site par les entreprises de travaux, les dispositions réglementaires suivantes en matière d'hygiène et de sécurité issues de l'arrêté du 26 août 2011 modifié seront également appliquées lors des phases de chantier et d'exploitation de ce parc éolien.

5.3.2.1 Affichages sur le site

5.3.2.1.1 Affichage à l'attention des tiers

Phase de chantiers (construction et démantèlement)

Seront affichés sur le chantier :

- la déclaration préalable des travaux (conformément à l'article L.4532-1 du Code du travail) ;
- un panneau de chantier faisant apparaître : la nature des travaux, le bénéficiaire, le maître d'œuvre, les entreprises intervenantes, les organismes de contrôle, la surface de plancher de la construction, la date du début et de la fin des travaux.

À chaque accès du chantier seront placés des panneaux réglementant les conditions d'accès (du type « Chantier interdit au public »).

Phase d'exploitation

Conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié, « *les prescriptions à observer par les tiers sont affichées soit en caractères lisibles, soit au moyen de pictogrammes sur des panneau positionnés sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste 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.* ».

5.3.2.1.2 Affichage à l'attention des intervenants sur site

Phase de chantiers (construction et démantèlement)

Dans la base vie, devront être affichés :

- l'adresse et le numéro d'appel du médecin du travail, des services de secours d'urgence, de l'inspection du travail ;
- les horaires de travail ;
- le règlement intérieur le cas échéant.

Les panneaux réglementant les conditions d'accès au chantier (du type « Port du casque obligatoire ») doivent être placés à chaque accès du chantier.

Phase d'exploitation

Le personnel intervenant chargé de réaliser chaque tâche doit avoir lu et connaître le contenu des différents documents applicables (Plan de Prévention, Plan de Sécurité et de Santé, Règlement de Coordination

des Activités) avant de commencer le travail et doit pouvoir évaluer les risques des travaux à réaliser. Il devra en outre connaître les équipements de sécurité et de protection de l'éolienne.

Éolienne :

À l'intérieur des aérogénérateurs, des pictogrammes indiquent les lieux de dangers potentiels :

- à côté de l'armoire électrique apparait le symbole risque haute-tension ;
- à côté de l'échelle et dans la nacelle : apparaissent les symboles concernant le port des Équipements de Protection Individuels (EPI).

Poste de livraison :

L'affichage sur le poste électrique est soumis à la norme C13-100 :

« *Article 621 - Généralités :*

Le poste doit être équipé :

- *des matériels qui permettent d'assurer l'exposition et les manœuvres nécessaires dans les conditions de sécurité ;*
- *des matériaux d'extinction appropriés ;*
- *des signaux, affiches et pancartes de sécurité.*

Article 624 - Identification et marquage :

624.1 - Généralités :

Des moyens d'identification clairs et ne prêtant pas à confusion, sont imposés pour éviter des interventions incorrectes, une erreur humaine, des accidents, etc. pendant les opérations d'entretien et d'exploitation.

- *Les pancartes, panneaux et notices doivent être constitués d'un matériau durable, insensible à la corrosion et imprimés avec des caractères indélébiles.*
- *L'état de fonctionnement de l'appareillage doit être clairement indiqué, sauf si les contacts principaux peuvent être clairement vus par l'opérateur.*
- *Les extrémités de câbles et les accessoires doivent être identifiés. Un marquage approprié doit être fourni, rendant possible l'identification sur une liste ou un diagramme de câblage.*

624.2 - Plaques d'identification et plaques de mise en garde :

Dans les locaux de service électrique fermés et dans les bâtiments industriels, tout local contenant du matériel électrique doit être muni, à l'extérieur et sur chaque porte d'accès, des informations nécessaires identifiant le local et indiquant les risques possibles.

624.8 - Secours aux électrisés :

Dans tout local réservé à la production, à la conversion ou à la distribution de l'électricité contenant des installations électriques du domaine haute tension et, par conséquent dans les postes, doit être apposée de façon apparente et facilement lisible, une affiche résumant les consignes sur les premiers soins à donner aux victimes d'accidents électriques, conformément au décret n°92.141 du 14 février 1992 et à son arrêté d'application de la même date. ».

Un affichage adapté à la tension est disposé sur la porte. Sur la porte extérieure, une affiche indique le nom du poste de livraison donné par le gestionnaire du réseau de distribution. Sont par ailleurs affichés les fiches de manœuvre sur les cellules, ainsi qu'un unifilaire général de l'installation et des autocollants où figurent les coordonnées.

5.3.2.2 Formation du personnel

D'après l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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 : « *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, 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.* ».

L'ensemble du personnel intervenant devra avoir reçu les formations suivantes et être à jour des recyclages nécessaires conformément aux procédures du fabricant des éoliennes :

- formation sur le risque du travail en hauteur comprenant l'utilisation des EPI (Equipements de Protection Individuel), de l'évacuateur d'urgence et des élévateurs ;
- formation sur l'évaluation des risques du poste de travail occupé ;
- formation aux premiers secours ;
- formation sur le risque électrique correspondant à l'habilitation électrique qui lui a été attribuée ;
- formation adéquate incluant un entraînement au port de l'EPI. Cette formation doit être renouvelée aussi souvent qu´il est nécessaire pour que l´équipement soit utilisé conformément à la consigne d´utilisation prévue au dernier alinéa de l´article R.4323-104 et R.4323-105 dans le Code du travail.

Le responsable de l'entreprise du personnel intervenant doit au préalable de toute intervention fournir à l'exploitant les documents suivants :

- attestation d'aptitude médicale ;
- attestation de formation au travail en hauteur ;
- attestation de formation à l'évacuation d'urgence ;
- attestation de formation aux premiers secours ;
- certificat de réception/contrôle des équipements de protection individuelle ;
- habilitation électrique adaptée au travail réalisé avec un niveau minimal H0B0.

Les intervenants disposent d'une copie des documents suivants :

- habilitation électrique en fonction des travaux à réaliser ;
- attestation de formation aux travaux en hauteur et sauvetage en hauteur et être en mesure de la présenter sur simple demande de l'Entreprise Utilisatrice, du chargé d'intervention/de travaux ou de tout inspecteur assermenté.

Par ailleurs, la société réalisera, avec l'ensemble des intervenants, un exercice annuel d'urgence.

5.3.2.3 Consignes de sécurité

Selon l'article 22 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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 : « *des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes indiquent :*

- *les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation ;*
- *les limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt (notamment pour les défauts de structures des pales et du mât, pour les limites de fonctionnement des dispositifs de secours notamment les batteries, pour les défauts de serrages des brides) ;*
- *les précautions à prendre avec l'emploi et le stockage de produits incompatibles ;*
- *les procédures d'alertes avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours ;*
- *le cas échéant, les informations à transmettre aux services de secours externes (procédures à suivre par les personnels afin d'assurer l'accès à l'installation aux services d'incendie et de secours et de faciliter leur intervention).*

Les consignes de sécurité indiquent également les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité dans les situations suivantes : survitesse, conditions de gel, orages, tremblements de terre, haubans rompus ou relâchés, défaillance des freins, balourd du rotor, fixations détendues, défauts de lubrification, tempêtes de sable, incendie ou inondation ».

5.3.3 Utilisation des meilleures techniques possibles

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles, appelée directive IED (Industrial Emissions Directive), afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles.

Pour l'essentiel, la directive IED vise à minimiser la pollution provenant d'un large éventail d'activités industrielles et agricoles dans toute l'Union Européenne, pour parvenir à un niveau élevé de protection de l'environnement. Les exploitants des installations industrielles relevant de l'annexe I de la directive IED doivent obtenir des autorités des États-membres une autorisation environnementale avant leur mise en service.

Sa transposition en droit national, par l'ordonnance n°2012-7 du 5 janvier 2012, crée une nouvelle section dans le Code de l'environnement, concernant uniquement les activités visées par la directive IED (annexe I). Celle-ci prévoit notamment leur identification au sein de la nomenclature des ICPE (rubriques 3000).

L'article L.515-28 du Code de l'environnement introduit le principe de mise en œuvre des meilleures techniques disponibles (MTD).

Les installations éoliennes, ne consommant pas de matières premières et ne rejetant aucune émission dans l'atmosphère, non classées dans les rubriques 3000 de la nomenclature ICPE, ne sont pas soumises à cette directive.

6 Analyse du retour d'expérience

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

Il a ainsi été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisée, etc.), et ce même si ces bases de données sont très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information.

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

6.1 Inventaire des accidents et incidents en France

6.1.1 Méthodologie

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 Lande de Faye.

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), ainsi qu'une actualisation de l'accidentologie menée régulièrement jusqu'en janvier 2024.

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

- rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004) ;
- base de données ARIA du Ministère en charge de l'environnement ;
- communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens ;
- site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable » ;
- articles de presse divers ;
- données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France.

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

En l'état, la base de données actuelle 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 149 incidents a pu être recensé entre 2000 et janvier 2024 (voir tableau détaillé en Annexe 2). Ce tableau de travail s'appuie sur l'inventaire réalisé dans le cadre de l'élaboration du Guide de l'INERIS (évènements recensés entre 2000 et 2011 – inventaire validé par les membres du groupe de travail SER/FEE), complété par le bureau d'études ENCIS Environnement pour les évènements recensés entre 2011 et janvier 2024.

6.1.2 Analyse du recensement

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

Le graphique en page suivante montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et janvier 2024. **Cette synthèse exclut les accidents du travail (chantiers, opérations de maintenance, 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 recensés :
  - effondrement d'éolienne ;
  - rupture de pale, qui correspond à la dislocation ou à la perte, par chute et/ou projection, de morceaux de pale ;
  - chute de pale, qui correspond à la chute complète ou quasi-complète d'une pale ;
  - chute de rotor ;
  - chute d'éléments de nacelle ;
  - incendie ;
  - fuite d'huile.

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

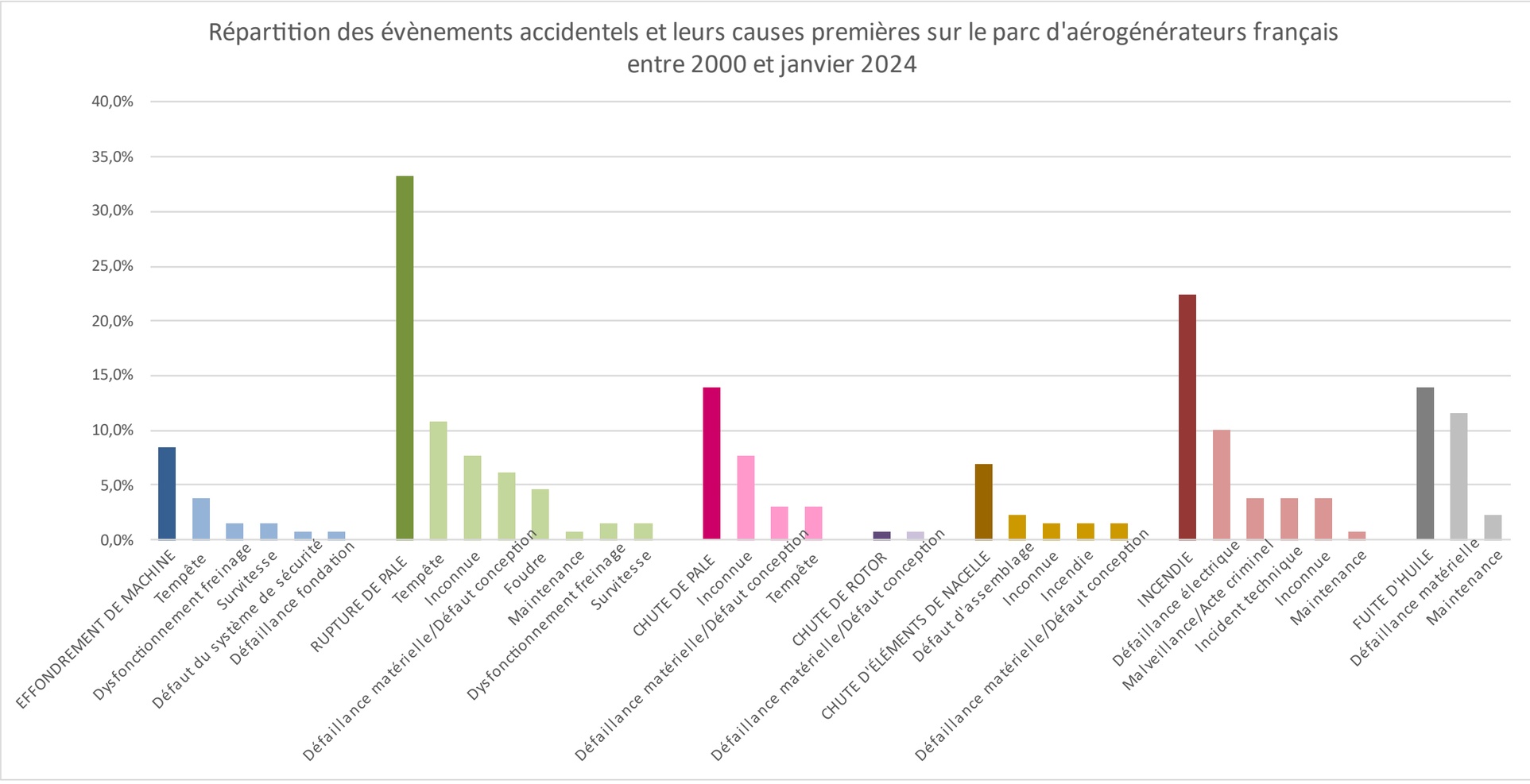


Figure 6 : Répartition des accidents et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et janvier 2024 (Source : ENCIS Environnement, d'après le Guide technique, mai 2012)

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont :

- les **ruptures de pales** (pertes de fragments de pales) à 33,3 % ; les principales causes de ces accidents sont les tempêtes et les défaillances matérielles ou défauts de conception ; à noter également que les données bibliographiques consultées ne précisaient pas l'origine de l'accident pour près de 25 % des évènements identifiés ;
- les **incendies** à 22,5 % ; près de la moitié sont liés à des défaillances électriques ;
- les **chutes de pales** à 14,0 % ; à l'instar du phénomène de rupture de pale, les chutes sont principalement liées aux tempêtes et aux défaillances matérielles ou défauts de conception ; plus de la moitié de ces évènements est inexpliqué (cause non précisée) ;
- les **effondrements d'éoliennes** à 8,5 %, principalement en lien avec les tempêtes ;
- les **fuites d'huiles** à 14,0 % ; elles sont consécutives à des défaillances matérielles (défauts de jointure, etc.) ou à des erreurs de maintenance ;
- les **chutes d'éléments de nacelles** (7,0 %) ; seuls neuf évènements ont été recensés en 24 ans ;
- les **chutes de rotors** (0,8 %) avec un seul évènement connu sur la période 2000 – janvier 2024.

6.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international

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

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

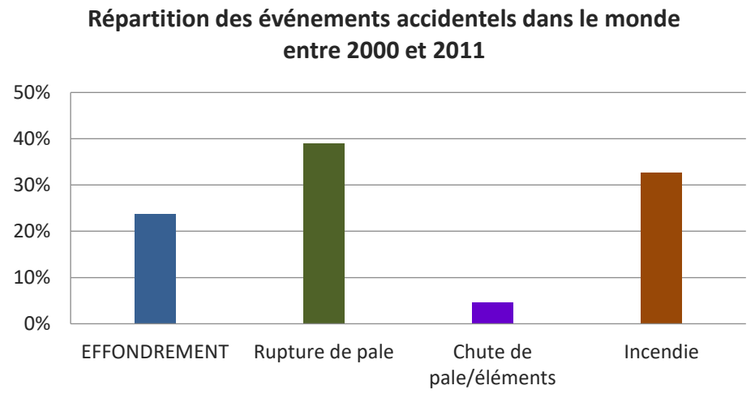


Figure 7 : Répartition des accidents à l'international entre 2000 et 2011 (Source : Guide technique, mai 2012)

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).

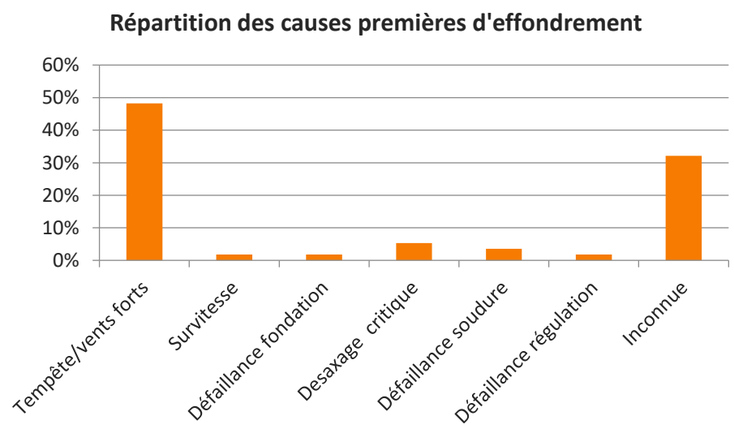


Figure 8 : Répartition des causes premières d'effondrement dans les accidents à l'international entre 2000 et 2011 (Source : Guide technique, mai 2012)

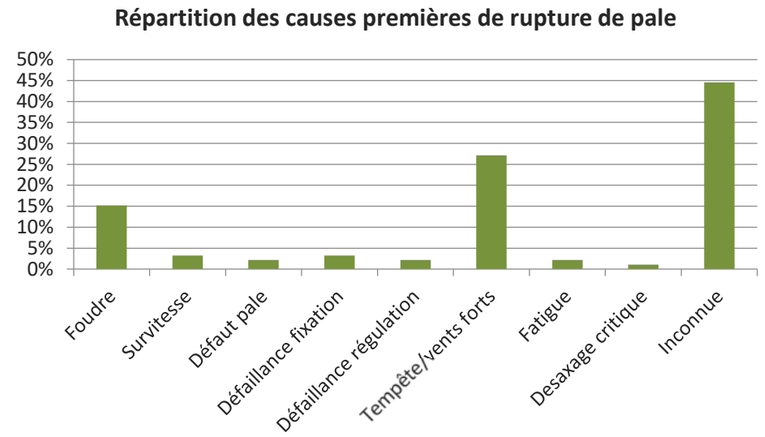


Figure 9 : Répartition des causes premières de rupture de pale dans les accidents à l'international entre 2000 et 2011 (Source : Guide technique, mai 2012)

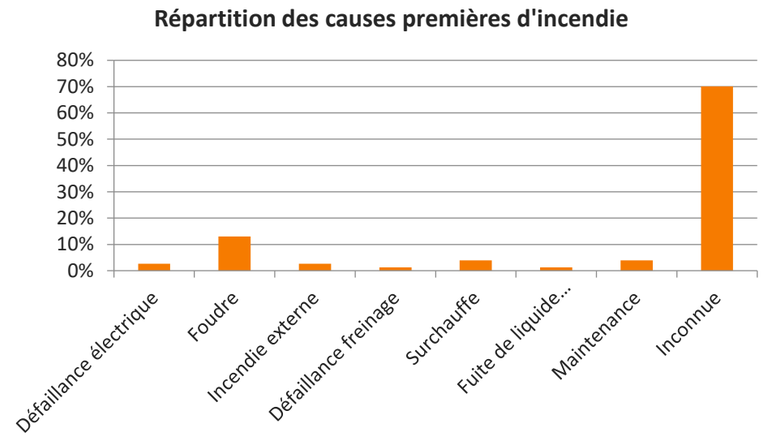


Figure 10 : Répartition des causes premières d'incendie dans les accidents à l'international entre 2000 et 2011 (Source : Guide technique, mai 2012)

Ce retour d'expérience montre l'importance des causes « tempêtes et vents forts » dans les accidents survenus à l'échelle mondiale entre 2000 et 2011. Il montre également le rôle de la foudre. Pour autant, il est à souligner que **la majorité des causes d'accidents reste inconnue**.

Une mise à jour de ces graphiques sur la période 2011 à nos jours est complexe compte tenu de la difficulté de collecter des données exhaustives et issues de sources fiables à l'échelle mondiale.

6.3 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

6.3.1 Analyse de l'évolution des accidents en France

À partir de l'ensemble des phénomènes dangereux qui ont été recensés en France (cf. chapitre 6.1.2 et tableau en Annexe 2), il est intéressant d'étudier leur évolution quantitative au regard du nombre d'éoliennes installées dans le pays. Malheureusement, aucune base de données officielle ne recense le nombre d'aérogénérateurs installés chaque année en France. Ainsi, il a été décidé de remplacer ce paramètre par la puissance éolienne installée chaque année[6]. Ce paramètre permet en effet d'appréhender la dynamique de développement des installations éoliennes en France.

La figure suivante montre cette évolution et **il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au développement des installations éoliennes**. En effet, depuis 2005, l'énergie éolienne s'est fortement développée en France (cf. courbe : passage de 873 MW à 21 956 MW installés en près de 20 ans), mais le nombre d'incidents par an s'inscrit dans une fourchette comprise entre 1 et 14 selon les années.

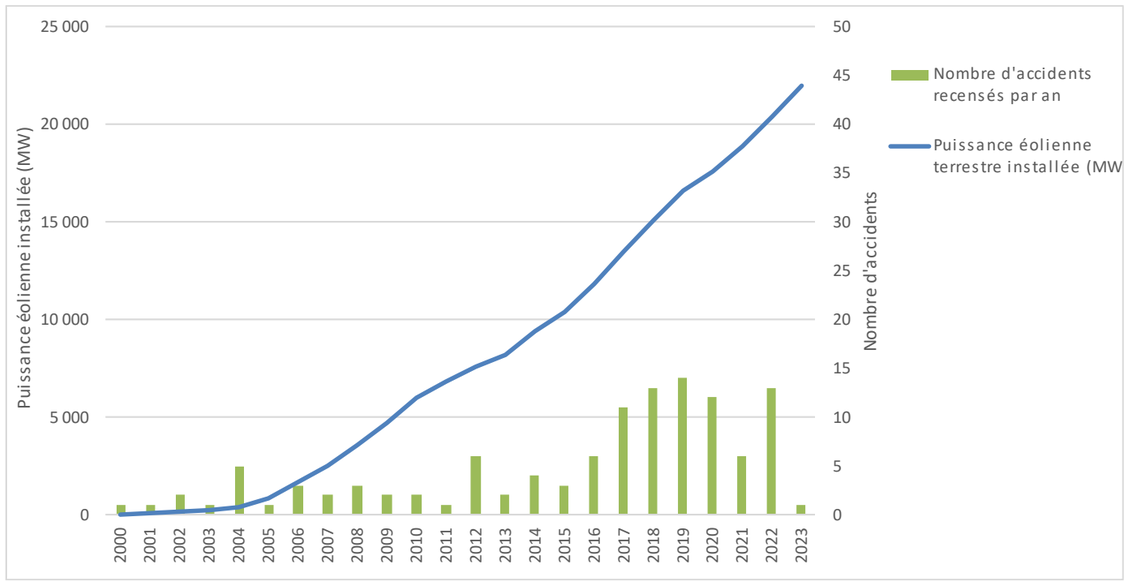


Figure 11 : Evolution du nombre d'accidents annuels en France et puissance éolienne installée depuis 2000

Cette tendance s'explique principalement par un parc éolien français qui utilise majoritairement des éoliennes de nouvelle génération, équipées de technologies plus fiables et plus sûres ainsi que par l'évolution et le renforcement des protocoles de maintenance et de sécurité.

6.3.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

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

- la perte d'éléments du rotor (pale ou fragments de pales) qui peuvent chuter ou être projetés du fait du mouvement du rotor ;
- l'incendie ;
- l'effondrement d'éolienne ;
- la fuite d'huile.

6.4 Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

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

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

[6] Source : Tableau de bord de l'éolien - Service de la donnée et des études statistiques (SDES)

7 Analyse Préliminaire des Risques

7.1 Objectif de l'Analyse Préliminaire des Risques

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

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

7.2 Recensement des évènements initiateurs exclus de l'analyse des risques

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

- chute de météorite ;
- séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées ;
- crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- évènements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes) ;
- rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R.214-112 du Code de l'environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R.214-113 du même code ;
- actes de malveillance.

D'autre part, **plusieurs autres agressions externes, détaillées dans l'état initial (cf. Partie 3), 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 entraîner 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.

Ainsi, au vu des différents éléments cités, qui ne concernent pas les facteurs de risque identifiés dans cette étude, aucun des agresseurs potentiels listés au chapitre 3 n'est exclu de l'analyse des risques.

7.3 Recensement des agressions externes potentielles

La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les « agressions externes potentielles » (hors évènements exclus).

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 mouvement de terrain important 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 ;
- les agressions externes liées à des phénomènes naturels.

7.3.1 Agressions externes liées aux activités humaines

Le tableau suivant présente les activités humaines et infrastructures connexes susceptibles de représenter un agresseur potentiel pour les éoliennes du projet (hors évènements initiateurs exclus). Ces activités et infrastructures ont été recensées aux chapitres 3.1 et 3.3 dans le périmètre de la zone d'étude des dangers, soit un rayon de 500 m autour des mâts de chaque aérogénérateur. Néanmoins, l'Analyse Préliminaire des Risques fixe des distances variables au-delà desquelles le critère considéré ne constitue plus un agresseur potentiel. Ces distances sont indiquées dans la colonne « Périmètre » du tableau.

Infrastructure	Fonction	Évènement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance minimale aux éoliennes
Voies de circulation (routes, trains, canaux)	Transport terrestre	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Énergie cinétique des véhicules, flux thermiques	200 m	235 m (N145)
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Énergie cinétique de l'aéronef, flux thermiques	2 000 m	Environ 23 km[7]
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	2,5 km
Ligne HTA aérienne					412 m
Autres aérogénérateurs (hors projet étudié)	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Énergie cinétique des éléments projetés	500 m	801 m

Tableau 12 : Agressions externes potentielles liées aux activités humaines

Au vu des informations compilées, aucun agresseur potentiel lié aux activités humaines n'est identifié.

Comme il a été précisé précédemment, les agressions externes liées à la rupture d'un barrage ou d'une digue (risque technologique), à un acte de malveillance, à la perte de de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses (gaz, hydrocarbures, etc.) ou à une explosion ou un incendie généré par un accident sur une activité voisine de l'éolienne ne sont pas considérées, dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont largement inférieurs aux dommages causés par le phénomène ou l'activité lui-même.

7.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Le tableau suivant présente les phénomènes naturels susceptibles de représenter un agresseur potentiel pour les éoliennes du projet (hors évènements initiateurs exclus). Ils ont été recensés au chapitre 3.2 dans le périmètre de la zone d'étude des dangers et ne sont considérés comme agresseurs que s'ils touchent directement les aérogénérateurs. Par exemple, si un terrain exposé au retrait-gonflement des argiles est identifié à 100 m d'une éolienne, il ne représente pour autant aucun danger tant qu'il ne concerne pas le sol sur lequel se trouve la fondation ou ses abords directs.

Agression externe	Évènement redouté	Danger potentiel	Intensité
Vents et tempêtes	Vents violents exerçant d'importantes contraintes sur le rotor	Emballement du rotor et casse matérielle	Des vents violents sont ponctuellement enregistrés sur le site : • 0,3 jours/an de rafales supérieures à 100,8 km/h (rare) et rafale maximale de 126,7 km/h selon MétéoFrance (vitesses enregistrées à 10 m de hauteur sur la période 1995-2020) • rafale maximale de 130,0 km/h enregistrée par le mât de mesures à 127 m de hauteur sur la période du 06 avril 2023 au 09 février 2024
Gel	Formation de glace sur les pales	Fragilisation et déséquilibre du rotor du fait d'une répartition inégale des masses (balourd)	En moyenne 46,3 jours/an avec des températures minimales inférieures à 0°C au niveau du sol (donc formation possible de gel) Température la plus basse constatée : -18,6°C.
Précipitations (neige, grêle)	Accumulation de neige sur les pales Épisodes violents de grêle	Fragilisation du rotor (neige) Dégâts sur le revêtement (grêle)	Aucune donnée n'est disponible sur la neige et la grêle. Néanmoins, la situation du projet en secteur de plaine permet d'écarter la neige et de conserver la grêle comme agresseur potentiel
Brouillard	Absence de visibilité entrainant une collision de véhicules	Énergie cinétique des véhicules, flux thermiques	Ce risque indirect n'est pas retenu en raison de l'éloignement des routes (distance > 200 m) De même, la collision d'avion est écartée (distance des aérodromes > 2 000 m)

[7] Source : Géoportail, couche « Aéroports et aérodromes »

Agression externe	Évènement redouté	Danger potentiel	Intensité
Mouvements de terrains	Travail du sol	Déstabilisation voire chute de machine	Les communes de Droux et de Magnac-Laval sont concernées par le risque de mouvement de terrains Aucun évènement ou cavité connu sur le site
Retrait-gonflement des argiles			Exposition des sols au retrait-gonflement des argiles faible sous les fondations et à proximité directe
Foudre	Impact sur l'éolienne	Casse matérielle, incendie	Secteur comptant en moyenne 0,5 à 1 impact de foudre par km² et par an Le modèle d'éoliennes retenu respectera le standard IEC 61400-24 ou EN 62 305-3 en vigueur à la date de dépôt du présent dossier – cf. texte ci-après.

Tableau 13 : Agressions externes potentielles liées aux phénomènes naturels

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'Analyse Préliminaire des Risques et dans l'étude détaillée des risques (Partie 8) dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 ou la norme EN 62 305-3 en vigueur à la date de dépôt du Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter (DDAE) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 détaillée au chapitre 7.6.2.

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 (avec chute et/ou projection d'éléments possible).

Ainsi, les vents violents, le gel et la grêle sont retenus comme agresseurs potentiels pour les éoliennes du projet.

Comme il a été précisé précédemment, les agressions externes liées à des inondations, des incendies de forêt ou de cultures, des séismes ou des évènements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles 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.

7.4 Scénarios étudiés dans l'Analyse Préliminaire des Risques

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

Le tableau suivant présente une analyse générique des risques. Celui-ci est construit de la manière suivante :

- une description des causes et de leur séquençage (<u>événements initiateurs</u> et <u>événements intermédiaires</u>) ;
- <u>une description des événements redoutés centraux qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident ;</u>
- une description des <u>fonctions de sécurité</u> permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux ;
- une description des <u>phénomènes dangereux</u> dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident ;
- une évaluation préliminaire de la <u>zone d'effets attendue</u> de ces évènements ; l'échelle utilisée pour l'évaluation de l'intensité des événements a été adaptée au cas des éoliennes :
  - **« 1 »** correspond à un phénomène limité ou se cantonnant au **surplomb de l'éolienne** ;
  - **« 2 »** correspond à une intensité plus importante et impactant potentiellement des personnes **autour de l'éolienne situées sur les parcelles alentours, les chemins, les routes, etc.**

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'Analyse Préliminaires des Risques sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événements redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expériences (**« 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**).

Les fonctions de sécurité listées dans ce tableau sont détaillées au paragraphe 7.6.

Ce tableau présentant le résultat d'une analyse des risques peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accidents pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes du projet.

<u>Nota</u> : Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en Annexe 3 du présent rapport.

Analyse générique des risques						
N°	**Évènement initiateur**	**Évènement intermédiaire**	**Évènement redouté central**	**Fonction de sécurité (n°)**	**Phénomène dangereux**	**Qualification de la zone d'effet**
Scénarios concernant la glace (G)						
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
Scénarios concernant l'incendie (I)						
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	Échauffement 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	Échauffement 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 SF_6) 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 SF_6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuite d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
Scénarios concernant les fuites (F)						
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Écoulement 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	Écoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
Scénarios concernant la chute d'éléments de l'éolienne (C)						
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

Analyse générique des risques						
N°	**Évènement initiateur**	**Évènement intermédiaire**	**Évènement redouté central**	**Fonction de sécurité (n°)**	**Phénomène dangereux**	**Qualification de la zone d'effet**
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Impact sur cible	1
Scénarios concernant les risques de projection (P)						
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie de pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Impact sur cible	2
Scénarios concernant les risques d'effondrement (E)						
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Projection / chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Projection / chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Projection / chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les risques liés aux opérations de chantier (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°11)	Projection / chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12)	Projection / chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection / chute fragments et chute mât	2

Tableau 14 : Séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération d'un danger (Source : INERIS/SER)

7.5 Effets dominos

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

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* ».

D'après ce paragraphe de la circulaire, et au regard des préconisations du guide pour l'élaboration des études de dangers de parcs éoliens édité par l'INERIS, **il a été choisi de considérer le risque d'un effet domino uniquement lorsque d'autres Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sont identifiées dans un rayon de 100 m autour des éoliennes du projet**.

Dans le cas présent, et conformément à l'analyse présentée au chapitre 3.1.3, aucune installation classée n'est identifiée dans un rayon de 500 m autour des éoliennes et par conséquent à moins de 100 m. Aucun effet domino en lien avec l'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre ICPE n'est donc attendu.

Nota : Les effets dominos susceptibles d'impacter les éoliennes sont décrits dans le tableau d'analyse des risques générique présenté ci-avant (Scénario E01).

7.6 Mise en place des mesures de sécurité

La troisième étape de l'Analyse Préliminaire des Risques consiste à **identifier les barrières de sécurité** installées sur les aérogénérateurs et **qui interviennent dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux** listés dans le précédent tableau et de leurs conséquences.

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mises en œuvre sur les éoliennes du parc étudié. Ces tableaux sont génériques et constituent un « cahier des charges » des mesures typiques mises en œuvre sur les aérogénérateurs en France. Ils sont précédés de quelques définitions utiles à leur compréhension.

7.6.1 Définitions

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

- **fonction de sécurité :** il est proposé ci-après un tableau par fonction de sécurité ; cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » ; la mesure 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) ; 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 ; elle apporte des éléments complémentaires à l'inspection pour une meilleure compréhension de son fonctionnement ;
- **indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident ; cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non ») ; dans le cadre des études de dangers d'éoliennes, il est recommandé de mesurer cette indépendance à travers les questions suivantes :
  - « Est-ce que la mesure de sécurité décrite a pour unique but d'agir pour la sécurité ? » Il s'agit en effet ici de distinguer ces dernières de celles qui jouent un rôle dans la sécurité mais aussi dans l'exploitation de l'aérogénérateur.
  - « Cette mesure est-elle indépendante des autres mesures intervenant sur le scénario ? »
- **temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité ; il s'agit ici de vérifier que la mesure de maîtrise des risques agira « à temps » pour prévenir ou pour limiter les accidents majeurs ; dans le cadre d'une étude de dangers d'éoliennes, l'estimation de ce temps de réponse peut être simplifiée et se contenter d'une estimation d'un temps de réponse maximum qui doit être atteint ; néanmoins, et pour rappel, la règlementation impose les temps de réponse suivants :
  - une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;
  - une seconde mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes ;

- **efficacité** (100 % ou 0 %) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation ; il s'agit de vérifier qu'une mesure de sécurité est bien dimensionnée pour remplir la fonction qui lui a été assignée ;
- **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.

Nota : Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains des critères présentés ci-dessus peuvent ne pas être applicables. Le critère concerné est alors renseigné par l'acronyme « NA » (Non Applicable).

7.6.2 Mesures de maîtrise des risques

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	Fonction de sécurité n°1
Mesure 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 ou de déduction redondant du givre permettant, en cas de mise en évidence de glace, une mise à l'arrêt de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.	
Indépendance	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.	
Temps de réponse	Quelques minutes (< 60 min), conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.	
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	Fonction de sécurité n°2
Mesure de sécurité	Panneautage des chemins d'accès de chaque aérogénérateur. Éloignement des zones habitées et fréquentées.	
Description	Mise en place de panneaux sur le chemin d'accès aux éoliennes informant de la possible formation de glace sur le rotor et donc de chute potentielle (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié).	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %. Compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, il est considéré que l'information des promeneurs sera systématique.	
Tests	NA	
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.	

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Fonction de sécurité n°3
Mesure 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	En cas de dépassement de seuils (seuils différents en fonction du type d'aérogénérateur, du type de composant et prédéfinis), des codes d'état associés à des alarmes sont activés et peuvent, le cas échéant, entraîner un ralentissement de la machine (bridage préventif), voire un arrêt de la machine. Tout phénomène anormal est ainsi répertorié, tracé via le système SCADA du parc, et donne lieu à des analyses et si nécessaire interventions de maintenance sur site afin de corriger les problèmes constatés.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	Pas de test	
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement. Surveillance via la maintenance préventive, avec détection de la déviation de températures pour chaque capteur.	

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	Fonction de sécurité n°4
Mesure de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.	
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et/ou d'un frein mécanique auxiliaire (frein à disque présent sur l'arbre de transmission).	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	Temps de détection inférieur à 60 secondes. 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 modifié.	
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 industrielle des aérogénérateurs conformément à l'article 17 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.	
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément aux articles 17 et 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié (notamment contrôle de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence). Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.	

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	Fonction de sécurité n°5
Mesure de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.	
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde	
Efficacité	100 %	
Tests	/	
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément aux articles 10 et 17 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.	

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	Fonction de sécurité n°6
Mesure de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.	
Description	Respect de la norme IEC 61 400 dans sa version en vigueur lors du dépôt du DDAE. Dispositif de capture + mise à la terre. Parasurtenseurs sur les circuits électriques.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	Immédiat (dispositif passif).	
Efficacité	100 %	
Tests	/	
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre selon une périodicité ne pouvant excéder 6 mois, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.	

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	Fonction de sécurité n°7
Mesure de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine. Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Intervention des services de secours.	
Description	Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme. L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.	
Efficacité	100 %	
Tests	/	
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabriquant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative à la suite d'une défaillance du matériel.	

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	Fonction de sécurité n°8
Mesure de sécurité	Détecteurs de niveau d'huile. Procédure d'urgence. Kit antipollution.	
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. 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, etc.) et produits chimiques (acides, bases, solvants, etc.) ; - 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	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an.	

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	Fonction de sécurité n°9
Mesure de sécurité	Surveillance des vibrations et contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.). Procédures qualités.	
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le moyeu, 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, et équipées de capteurs de vibration qui entrainent l'arrêt en cas de dépassement des seuils définis.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	Fonction de sécurité n°9
Tests	/	
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre de transmission, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle, etc.) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Une inspection visuelle, et si nécessaire un nettoyage du mât sont effectués lors des opérations de maintenance préventive annuelles.	

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	Fonction de sécurité n°10
Mesure de sécurité	Procédure de maintenance.	
Description	Préconisations du manuel de maintenance. Formation du personnel.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	Mise en place d'audits afin de s'assurer des bonnes pratiques ; inspections pendant les interventions. Production de rapports de service (traçabilité).	
Maintenance	NA	

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Fonction de sécurité n°11
Mesure 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.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	< 60 secondes	
Efficacité	100 % NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.	
Tests	Test de survitesse (préventif annuel).	
Maintenance	Maintenance préventive des systèmes de freinage à savoir le système d'orientation des pales (pitch) et le frein mécanique sur l'arbre de transmission.	

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	Fonction de sécurité n°12
Mesure de sécurité	Inspection des équipements lors des opérations de maintenance. Suivi des données mesurées par les capteurs et sondes présents dans les éoliennes.	
Description	Des contrôles visuels sont réalisés lors des opérations de maintenance. Toutes les pièces de l'éolienne sont protégées contre la corrosion et les autres influences néfastes de l'environnement au moyen d'un revêtement spécial à plusieurs couches respectant les exigences de la norme ISO 12944. Les données mesurées par les capteurs et les sondes présents dans l'éolienne sont suivies, enregistrées et traitées afin de détecter les éventuelles dégradations des équipements. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, une inspection de l'équipement potentiellement dégradé est réalisée.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	/	
Maintenance	Contrôle et entretien des équipements.	

Fonction de sécurité	Prévenir les risques liés aux opérations de chantier	Fonction de sécurité n°13
Mesure de sécurité	Mise en place d'une procédure de sécurité / rédaction d'un plan de prévention / Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS). Mise en place d'une restriction d'accès au chantier.	
Description	/	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	NA	
Maintenance	NA	

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

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

7.7 Conclusion de l'Analyse Préliminaire des Risques

À l'issue de l'Analyse Préliminaire des Risques, l'étude de dangers doit préciser quels scénarios sont retenus en vue de l'analyse détaillée des risques présentée au chapitre 8. Ne sont retenues que les séquences accidentelles dont l'intensité est telle que l'accident peut avoir des effets significatifs sur la vie humaine.

Dans le cadre de l'Analyse Préliminaire des Risques générique, trois catégories de scénarios sont *a priori* exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité ; il s'agit des incendies d'éoliennes, des incendies des postes de livraison et de l'infiltration d'huile dans le sol (risque de pollution des eaux utilisées pour l'alimentation en eau potable) :

Scénarios exclus de l'étude détaillée des risques	
Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques) I01 à I04	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur de ces équipements, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât, les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 août 2011 modifié encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison I05 et I06	En cas d'incendie d'un poste de livraison, les effets ressentis à l'extérieur de ce bâtiment seront mineurs ou inexistants du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (arrêté du 26 août 2011 modifié [9]) et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200.
Infiltration d'huile dans le sol F01 et F02	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées restent mineurs. Il n'est pas nécessaire de présenter ce scénario dans l'analyse détaillée des risques sauf en cas d'implantation des éoliennes dans un périmètre de protection rapprochée (PPR) de nappe phréatique. Dans le cas présent, aucun périmètre de protection rapprochée de captage destiné à l'alimentation en eau potable n'est identifié sous les éoliennes du projet. Ce constat vaut également dans un rayon équivalent à la hauteur de leurs nacelles (152 m), périmètre à considérer compte tenu du risque probable de déversement d'huile depuis la nacelle (équipement contenant la majorité des fluides de l'éolienne) en cas d'effondrement de machine. Le scénario d'infiltration d'huile peut donc être écarté de l'analyse détaillée. À noter par ailleurs que la mesure de sécurité n°8 détaillée au chapitre précédent traite des mesures génériques mises en place pour la prévention et la rétention des fuites : présence de détecteurs de niveaux d'huile dans les éoliennes couplés à des systèmes d'arrêt des machines ; suivi à distance des niveaux (SCADA) ; formation du personnel sur les protocoles de remplacement des huiles ; contrôles des niveaux et recherche de potentielles fuites lors des opérations de maintenance ; kits antipollution disponibles sur le site ; intervention de sociétés spécialisées dans la récupération et le traitement des sols souillés. Ainsi, au regard de l'ensemble de ces mesures, il est possible d'écarter le scénario d'infiltration d'huile de l'analyse détaillée des risques.

Tableau 15 : Scénarios exclus de l'étude détaillée des risques et justifications

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

- ***projection de tout ou une partie de pale ;***
- ***effondrement de l'éolienne ;***
- ***chute d'éléments de l'éolienne ;***
- ***chute de glace ;***
- ***projection de glace.***

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

8 Étude détaillée des risques

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus à l'issue de l'Analyse Préliminaire des Risques (cf. chapitre précédent) en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer l'efficacité des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre.

L'étude détaillée permet donc de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

8.1 Rappel des définitions

Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux sont précisées dans l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005[8].

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

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

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

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

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

8.1.1 Cinétique

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

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

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

8.1.2 Intensité

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13]).

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 d'aérogénérateur.

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

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

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

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

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

Intensité	Degré d'exposition
Exposition très forte	$x > 5\ \%$
Exposition forte	$1\ \% \leq x \leq 5\ \%$
Exposition modérée	$x < 1\ \%$

Tableau 16 : Intensité et degré d'exposition à un évènement accidentel ayant lieu sur une éolienne

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

[8] 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

8.1.3 Gravité

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

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

Tableau 17 : Seuils de gravité définis au regard du seuil d'exposition

8.1.4 Probabilité

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

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

Tableau 18 : Classes de probabilité utilisées pour la caractérisation des scénarios d'accident majeur

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

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

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

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

La probabilité d'accident (P) est en effet le produit de plusieurs probabilités (Voir Annexe 4) :

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

Avec :

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

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

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

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

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

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

8.1.5 Acceptabilité

L'acceptabilité du risque résulte du croisement entre le niveau de gravité du scénario accidentel et sa classe de probabilité.

La matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 et reprise dans la circulaire du 10 mai 2010, sera utilisée en ce sens. **Elle permettra de qualifier l'acceptabilité du risque selon deux niveaux : « Acceptable » ou « Non acceptable »**.

Niveau de gravité des conséquences	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré					

Tableau 19 : Matrice de criticité des risques

Légende :

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

Les scénarios figurant dans les cases vertes et jaunes du tableau sont associés à un niveau de risque acceptable, tandis que ceux inscrits dans les cases rouges présentent un niveau de risque inacceptable.

8.2 Caractérisation des scénarios retenus

Au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques réalisée au chapitre 7, cinq séquences accidentelles, ou scénarios, dont l'intensité est telle que l'accident peut avoir des effets significatifs sur la vie humaine ont été retenues ; il s'agit de :

- l'effondrement d'éolienne ;
- la chute de glace ;
- la chute d'éléments de l'éolienne ;
- la projection de pales ou de fragments de pales ;
- la projection de glace.

8.2.1 Paramètres de calcul

Comme indiqué précédemment, les calculs nécessaires à la caractérisation de l'acceptabilité de ces différents scénarios s'appuient sur :

- les **paramètres dimensionnels** des éoliennes (longueur de pale, hauteur totale, etc.), nécessaires à la détermination des zones d'effet (Ze) et zones d'impact (Zi) des phénomènes considérés ;
- le **nombre de personnes théoriquement exposées en permanence** aux conséquences d'un accident sur une éolienne. Ce critère dépend de l'activité et/ou de l'occupation du sol recensée dans la zone d'effet.

8.2.1.1 Paramètres dimensionnels des éoliennes

Comme indiqué précédemment, le modèle d'aérogénérateurs destiné à équiper le parc éolien de la Lande de Faye n'est pas connu au stade de dépôt du présent dossier. Le maître d'ouvrage a donc décidé de s'appuyer sur un gabarit équivalent à celui des aérogénérateurs qui seront sélectionnés.

Ainsi, les dimensions correspondant au gabarit maximisant ont été utilisées pour les calculs de la présente étude, et sont détaillées dans le tableau suivant :

Paramètre		Sigle	Dimension
Hauteur totale (bout de pale)		HTot	230 m
Mât	**Hauteur de moyeu**	H	148,5 m
	Diamètre de la base	L	6 m
Pale	**Longueur**	LP	81,5 m
	Largeur maximale (corde)	LB	4,7 m
Rotor	**Diamètre**	D	163 m

Tableau 20 : Critères dimensionnels des éoliennes retenus pour les calculs

8.2.1.1 Zones d'effet

Sur la base des données précitées, les zones d'effet des cinq scénarios étudiés sont présentées dans le tableau suivant. Elles correspondent systématiquement à une surface circulaire dont le mât de l'éolienne est le centre. La zone d'effet la plus étendue est signalée par un surlignage vert.

Scénario	Description	Surface des zones d'effet (= π x rayon²)
Effondrement	Disque de rayon = HTot	166 190 m²
Chute de glace	Zone de survol des pales (rayon = D/2)	20 867 m²
Chute d'éléments	Zone de survol des pales (rayon = D/2)	20 867 m²
Projection d'éléments	Disque de rayon = 500 m	785 398 m²
Projection de glace	Disque de rayon = 1,5 x (H+D)	685 881 m²

Tableau 21 : Surfaces des zones d'effet pour chaque scénario

8.2.1.2 Zones d'impact

La zone d'impact correspond à la surface théorique de l'élément chutant. Elles sont présentées ci-après pour chacun des scénarios étudiés.

Scénario	Description	Surface des zones d'impact
Effondrement	Surface d'une éolienne (mât + rotor) = (H x L) + (3 x D/2 x LB/2)	1 466 m²
Chute de glace	Surface majorante d'un morceau de glace = 1 m²	1 m²
Chute d'éléments	Surface d'une pale = LP x LB/2	192 m²
Projection d'éléments	Surface d'une pale = LP x LB/2	192 m²
Projection de glace	Surface majorante d'un morceau de glace = 1 m²	1 m²

Tableau 22 : Surfaces des zones d'impact pour chaque scénario

8.2.1.1.3 Degré d'exposition au phénomène étudié et intensité

Une fois les zones d'effet (Ze) et d'impact (Zi) connues, il est possible de déterminer le degré d'exposition associé (= Zi/Ze en %) et l'intensité de l'effet :

Scénario	Critère d'exposition	Degré d'exposition et intensité associée
Effondrement	Degré d'exposition	0,8819 %
	Intensité	Modérée
Chute de glace	Degré d'exposition	0,0048 %
	Intensité	Modérée
Chute d'éléments	Degré d'exposition	0,9178 %
	Intensité	Modérée
Projection d'éléments	Degré d'exposition	0,0244 %
	Intensité	Modérée
Projection de glace	Degré d'exposition	0,0001 %
	Intensité	Modérée

Tableau 23 : Caractérisation de l'intensité de l'effet pour chaque scénario

Au regard de ces données, **les zones d'effet et niveaux d'intensité retenus pour la suite de l'analyse sont détaillés dans le tableau suivant** :

Scénario	Rayon **maximal** de la zone d'effet	Zone d'effet la plus étendue (surface)	Intensité la plus importante
Effondrement	230 m	166 190 m²	Modérée
Chute de glace	81,5 m	20 867 m²	Modérée
Chute d'éléments	81,5 m	20 867 m²	Modérée
Projection d'éléments	500 m	785 398 m²	Modérée
Projection de glace	467,25 m	685 881 m²	Modérée

Tableau 24 : Zones d'effet et niveaux d'intensité retenus pour chaque scénario étudié

8.2.1.2 Nombres de personnes exposées

Le tableau suivant rappelle, pour chaque occupation du sol ou activité recensée dans les aires d'étude des dangers des éoliennes (cf. chapitre 3.4), le nombre de personnes permanentes considéré.

Occupation du sol / Activité	Nombre de personnes permanentes	Commentaires
Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais, etc.)	1 personne/100 ha	-
Bâtiment agricole	1 personne	-
Ligne électrique	2 personnes	-
Voie de circulation structurante (N145) → 0,4 personne/km par tranche de 100 véhicules/jour	34,5 personnes/km	Trafic supérieur à 2 000 véhicules/jour Bande roulante de la N145 de 7 m
Voies de circulation non structurantes (D25, routes locales et chemins ruraux, pistes d'accès et plateformes) → terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 ha	Trafic inférieur à 2 000 véhicules/jour pour chaque voie Bande roulante de la D25 de 5,5 m et estimée à 4 m pour les autres routes et les chemins ruraux

Tableau 25 : Nombre de personnes permanentes exposées au regard de l'activité ou de l'occupation du sol considérée

8.2.2 Évaluation de l'acceptabilité des scénarios

8.2.2.1 Effondrement de l'éolienne

8.2.2.1.1 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 230 m maximum dans le cas des aérogénérateurs du présent projet (cf. chapitre 8.2.1.1.3).

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (références [5] et [6]). 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.

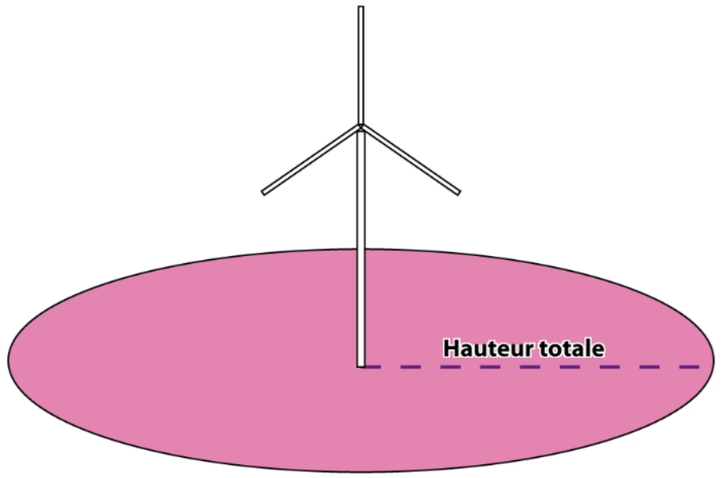
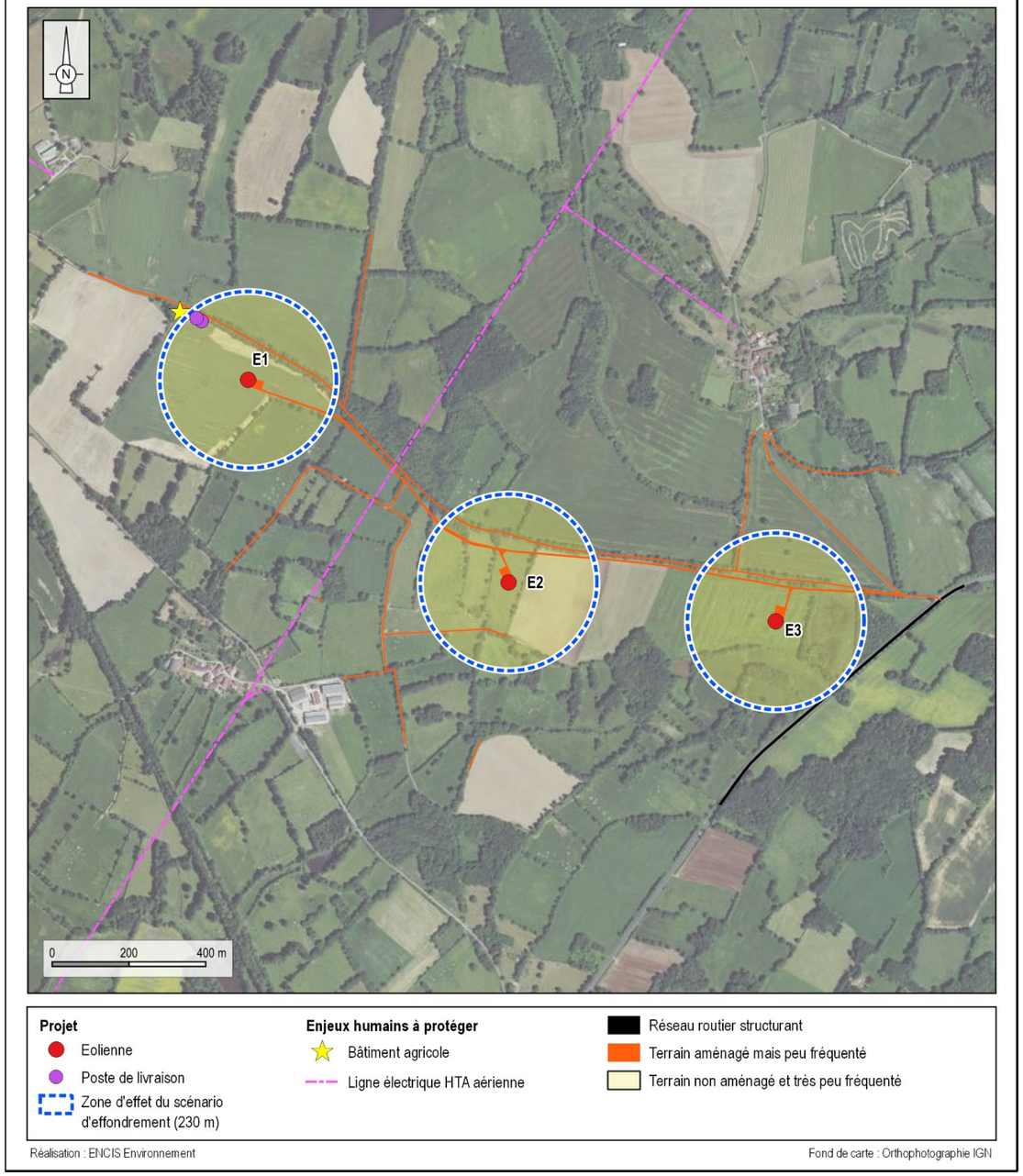


Figure 12 : Zone d'effet du phénomène d'effondrement de l'éolienne

Cartographie des risques : scénario effondrement d'éolienne



Carte 15 : Cartographie des enjeux identifiés dans les zones d'effet du scénario d'effondrement d'éolienne

Éolienne	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Nombre de personnes exposées	Total
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	16,2642 ha	1 pers/100 ha	0,1626	**0,1981**
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,3548 ha	1 pers/10 ha	0,0355	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	16,0382 ha	1 pers/100 ha	0,1604	**0,2185**
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,5808 ha	1 pers/10 ha	0,0581	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	16,1041 ha	1 pers/100 ha	0,1610	**0,2125**
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,5149 ha	1 pers/10 ha	0,0515	

Tableau 26 : Nombre de personnes permanentes exposées au risque d'effondrement d'éolienne

8.2.2.1.2 Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale de l'éolienne (mât + rotor), correspondant à la zone d'impact, et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

L'analyse effectuée au chapitre 8.2.1.1 a permis de déterminer un niveau d'intensité **modéré** dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement d'éolienne. Elle est nulle au-delà.

8.2.2.1.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir chapitre 8.1.3), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement dans le rayon de chute de l'éolienne :

- plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreuse » ;
- entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- entre 10 et 100 personnes exposées → « Importante » ;
- moins de 10 personnes exposées → « Sérieuse » ;
- présence humaine inférieure à 1 personne → « Modérée ».

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

Effondrement de l'éolienne		
Éolienne	**Nombre de personnes permanentes exposées**	**Gravité**
1	0,1981	Modéré
2	0,2185	Modéré
3	0,2125	Modéré

Tableau 27 : Gravité du scénario d'effondrement de chaque éolienne

8.2.2.1.4 Probabilité

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

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances [6]	$1,8 \times 10^{-4}$ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Tableau 28 : Fréquences d'apparition d'un évènement de type « effondrement d'éolienne » selon la littérature

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

Le retour d'expérience français (cf. tableau en Annexe 2 – évènements pris en compte sur la période 2000 - 2023) montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 11 événements pour 88 384 années d'expérience[9], soit une probabilité de $1,245 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

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

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

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

[9] Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience. Le nombre d'années d'expérience est issu d'une estimation basée sur la puissance éolienne installée chaque année au regard de la puissance moyenne des éoliennes implantées.

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 2012 (période 2000 - 2019).

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

Il est donc 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 »*.

8.2.2.1.5 Acceptabilité

Dans le cas d'implantation d'éoliennes équipées des technologies récentes, et compte tenu de la classe de probabilité d'un effondrement, **on pourra conclure à l'acceptabilité de ce phénomène si moins de 1 000 personnes sont exposées.**

Dans le cas où plus de 1 000 personnes sont exposées dans la zone d'effet d'un aérogénérateur, l'exploitant pourra démontrer que des mesures de sécurité supplémentaires sont mises en place.

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

Effondrement de l'éolienne			
Éolienne	**Nombre de personnes permanentes exposées**	**Gravité**	**Niveau de risque**
1	0,1981	Modéré	Acceptable
2	0,2185	Modéré	Acceptable
3	0,2125	Modéré	Acceptable

Tableau 29 : Acceptabilité du risque d'effondrement d'éolienne

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

8.2.2.2 Chute de glace

8.2.2.2.1 Considérations générales

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

Selon l'étude WECO [15], une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concernée par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

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

8.2.2.2.2 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 étudié, la zone d'effet a donc un rayon de 81,5 m maximum (cf. chapitre 8.2.1.1.3).

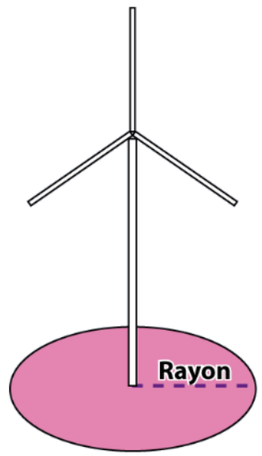
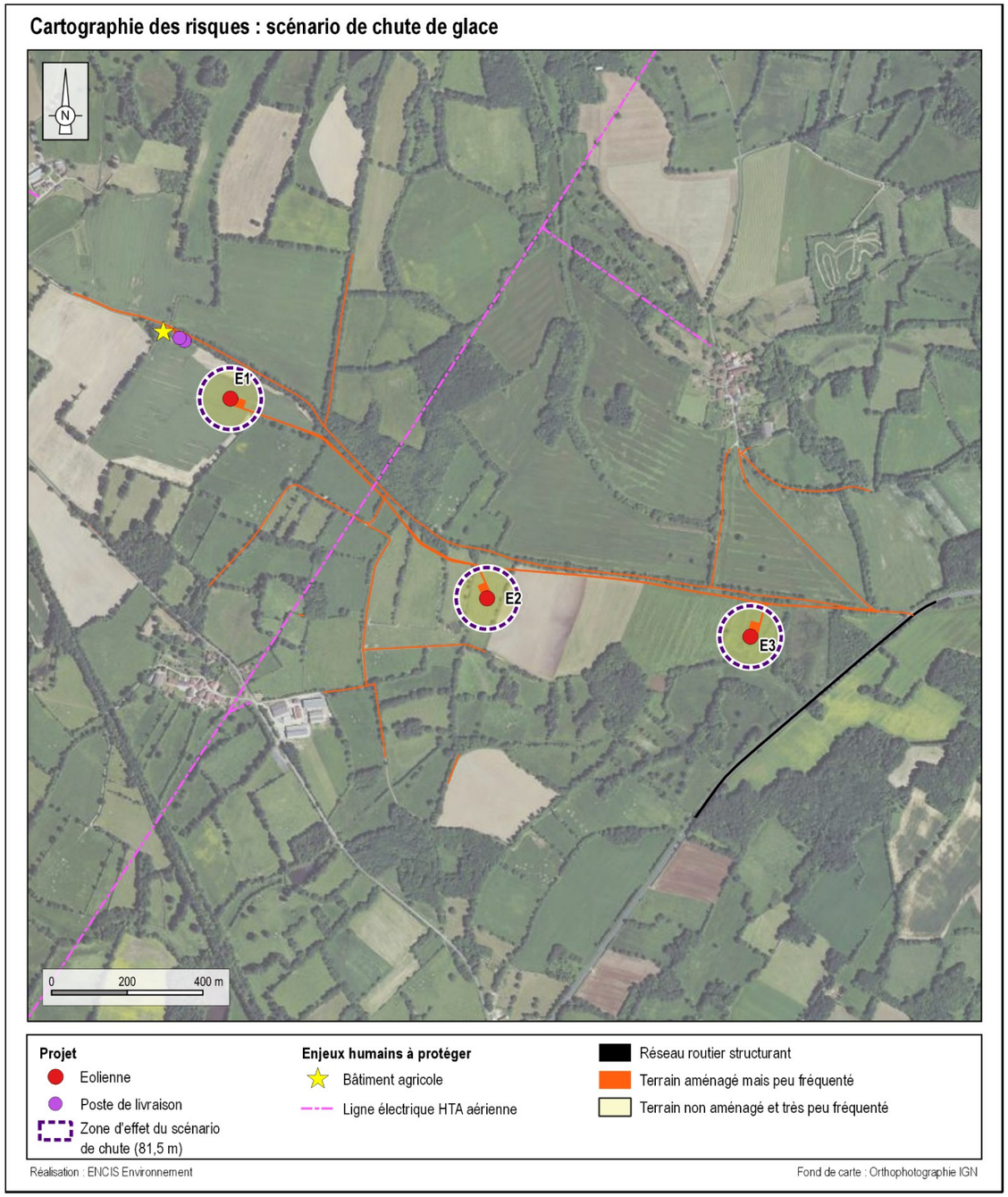


Figure 13 : Zone d'effet du phénomène de chute de glace



Carte 16 : Cartographie des enjeux identifiés dans les zones d'effet du scénario de chute de glace

Éolienne	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Nombre de personnes exposées	Total
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,9935 ha	1 pers/100 ha	0,0199	**0,0293**
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,0932 ha	1 pers/10 ha	0,0093	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,9833 ha	1 pers/100 ha	0,0198	**0,0302**
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,1034 ha	1 pers/10 ha	0,0103	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,9797 ha	1 pers/100 ha	0,0198	**0,0305**
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,107 ha	1 pers/10 ha	0,0107	

Tableau 30 : Nombre de personnes permanentes exposées au risque de chute de glace

8.2.2.2.3 Intensité

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

L'analyse effectuée au chapitre 8.2.1.1 a permis de déterminer un niveau d'intensité **modéré** dans la zone d'effet du phénomène de chute de glace. Elle est nulle au-delà.

8.2.2.2.4 Gravité

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

- plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreuse » ;
- entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- entre 10 et 100 personnes exposées → « Importante » ;
- moins de 10 personnes exposées → « Sérieuse » ;
- présence humaine inférieure à 1 personne → « Modérée ».

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

Chute de glace		
Éolienne	**Nombre de personnes permanentes exposées**	**Gravité**
1	0,0293	Modéré
2	0,0302	Modéré
3	0,0305	Modéré

Tableau 31 : Gravité du scénario de chute de glace

8.2.2.2.5 Probabilité

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

8.2.2.2.6 Acceptabilité

Avec une classe de probabilité « A », **le risque de chute de glace pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'une gravité « Modérée » qui correspond pour cet événement à un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 1. Dans le cas contraire, l'exploitant devra démontrer que des mesures de sécurité supplémentaires sont mises en place afin d'améliorer l'acceptabilité de ce risque**.

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

Chute de glace			
Éolienne	**Nombre de personnes permanentes exposées**	**Gravité**	**Niveau de risque**
1	0,0293	Modéré	Acceptable
2	0,0302	Modéré	Acceptable
3	0,0305	Modéré	Acceptable

Tableau 32 : Acceptabilité du risque de chute de glace

Ainsi, pour le parc éolien étudié, le phénomène de chute de glace constitue un risque acceptable pour les personnes exposées.

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

8.2.2.3 Chute d'éléments de l'éolienne

8.2.2.3.1 Zone d'effet

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

Le risque de chute d'éléments 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 étudié, la zone d'effet a donc un rayon de 81,5 m maximum (cf. chapitre 8.2.1.1.3).

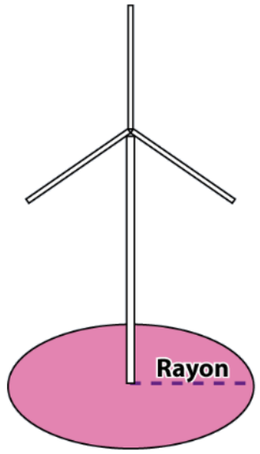
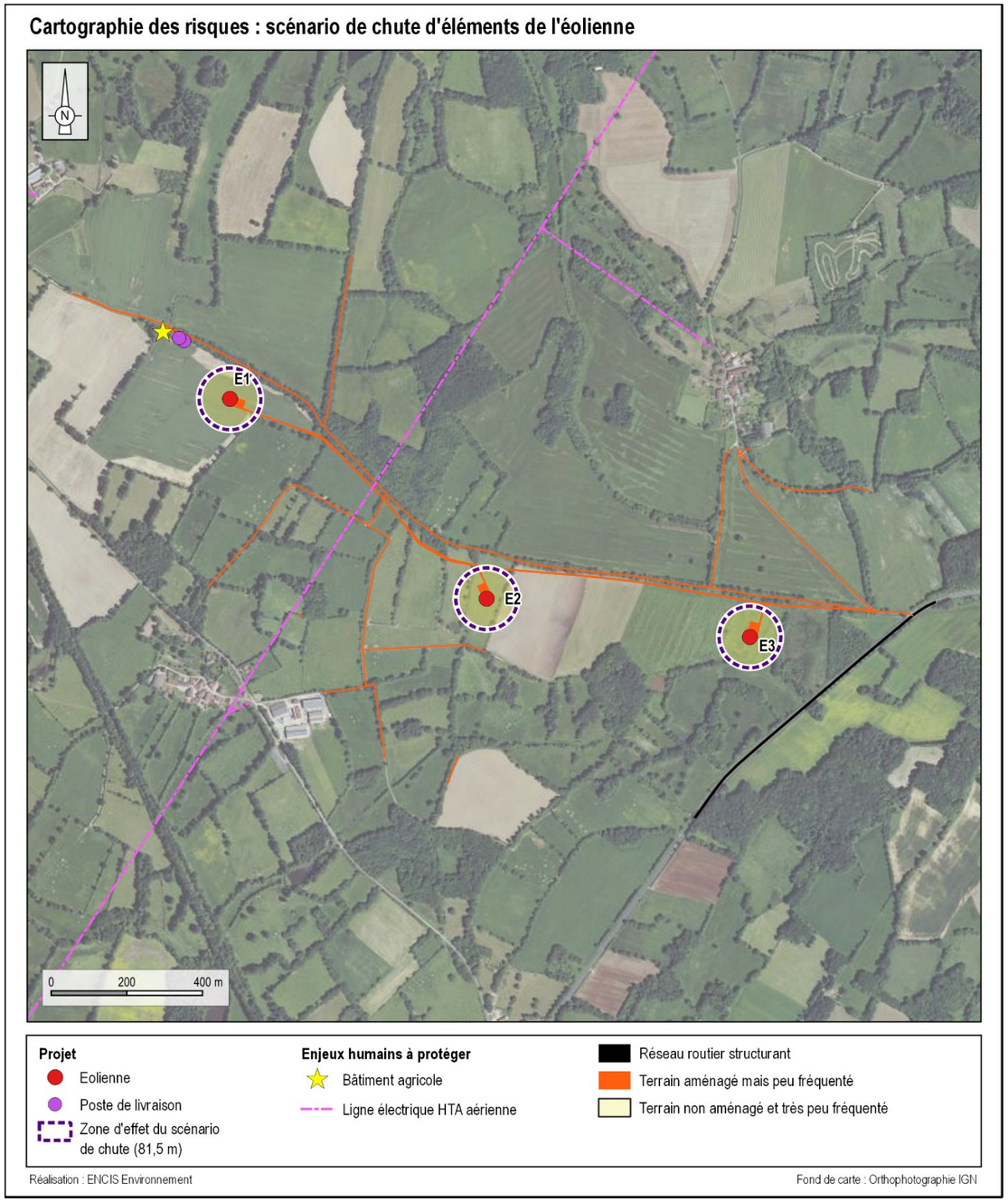


Figure 14 : Zone d'effet du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne



Carte 17 : Cartographie des enjeux identifiés dans les zones d'effet du scénario de chute d'éléments

Éolienne	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Nombre de personnes exposées	Total
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,9935 ha	1 pers/100 ha	0,0199	**0,0293**
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,0932 ha	1 pers/10 ha	0,0093	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,9833 ha	1 pers/100 ha	0,0198	**0,0302**
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,1034 ha	1 pers/10 ha	0,0103	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,9797 ha	1 pers/100 ha	0,0198	**0,0305**
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,107 ha	1 pers/10 ha	0,0107	

Tableau 33 : Nombre de personnes permanentes exposées au risque de chute d'éléments

8.2.2.3.2 Intensité

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

L'analyse effectuée au chapitre 8.2.1.1 a permis de déterminer un niveau d'intensité **modéré** dans la zone d'effet du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne. Elle est nulle au-delà.

8.2.2.3.3 Gravité

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

- plus de 1000 personnes exposées → « Désastreuse » ;
- entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- entre 10 et 100 personnes exposées → « Importante » ;
- moins de 10 personnes exposées → « Sérieuse » ;
- présence humaine inférieure à 1 personne → « Modérée ».

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

Chute d'éléments		
Éolienne	**Nombre de personnes permanentes exposées**	**Gravité**
1	0,0293	Modéré
2	0,0302	Modéré
3	0,0305	Modéré

Tableau 34 : Gravité du scénario de chute d'éléments

8.2.2.3.4 Probabilité

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

Le retour d'expérience français (cf. tableau en Annexe 2 – évènements pris en compte sur la période 2000 - 2023) montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (28 évènements pour 88 384 années d'expérience[10], soit une probabilité de 3,17 x 10^{-4} événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C » : « *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.

8.2.2.3.5 Acceptabilité

Avec une classe de probabilité « C », **le risque de chute d'éléments pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 100 dans la zone d'effet. Dans le cas contraire, l'exploitant devra démontrer que des mesures de sécurité supplémentaires sont mises en place afin d'améliorer l'acceptabilité de ce risque**.

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

Chute d'éléments de l'éolienne			
Éolienne	**Nombre de personnes permanentes exposées**	**Gravité**	**Niveau de risque**
1	0,0293	Modéré	Acceptable
2	0,0302	Modéré	Acceptable
3	0,0305	Modéré	Acceptable

Tableau 35 : Acceptabilité du risque de chute d'éléments de l'éolienne

Ainsi, pour le parc éolien étudié, le phénomène de chute d'éléments constitue un risque acceptable pour les personnes exposées.

[10] Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience. Le nombre d'années d'expérience est issu d'une estimation basée sur la puissance éolienne installée chaque année au regard de la puissance moyenne des éoliennes implantées.

8.2.2.4 Projection de pales ou de fragments de pales

8.2.2.4.1 Zone d'effet

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

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne [3].

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

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

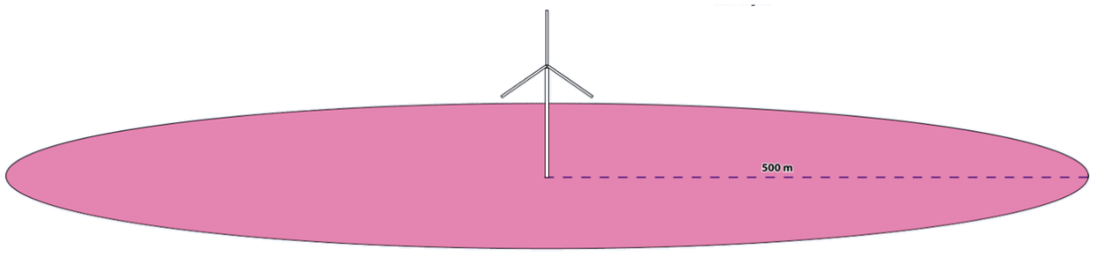
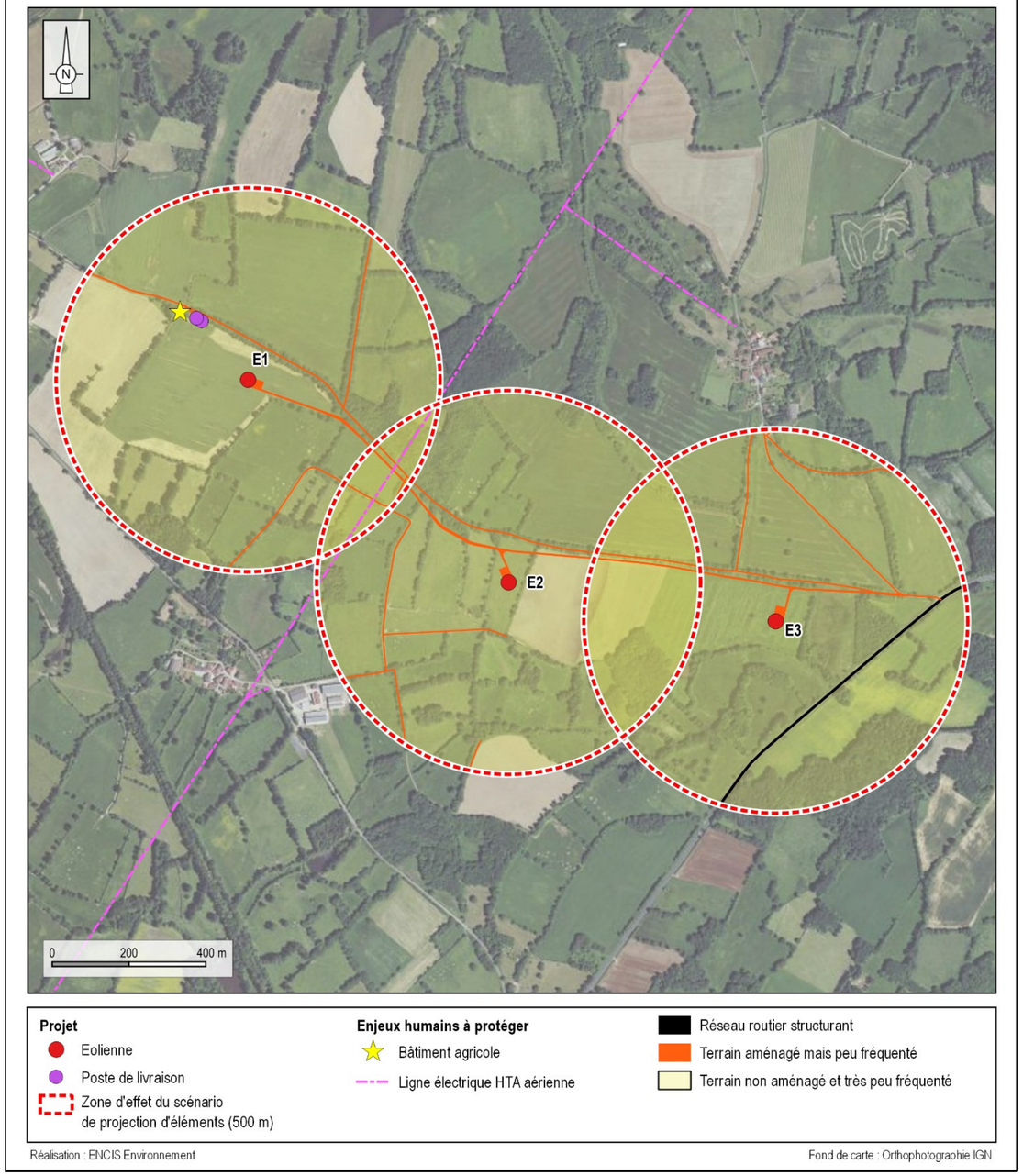


Figure 15 : Zone d'effet du phénomène de projection de pales ou de fragments de pales

Cartographie des risques : scénario projection de pales ou de fragments



Carte 18 : Cartographie des enjeux identifiés dans les zones d'effet du scénario de projection de pales ou de fragments de pales

Éolienne	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Nombre de personnes exposées	Total
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,304 ha	1 pers/100 ha	0,7730	3,8966
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,236 ha	1 pers/10 ha	0,1236	
	Bâtiment agricole	-	Nb de pers. max	1	
	Ligne HTA	-	Nb de pers. max	2	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,944 ha	1 pers/100 ha	0,7694	2,9290
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,596 ha	1 pers/10 ha	0,1596	
	Ligne HTA	-	Nb de pers. max	2	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,133 ha	1 pers/100 ha	0,7713	30,5923
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,407 ha	1 pers/10 ha	0,1407	
	Réseau routier structurant (N145)	0,860 km	0,4 pers/km par tranche de 100 véhicules/jour	29,6803	

Tableau 36 : Nombre de personnes permanentes exposées au risque de projection de pales ou de fragments de pales

8.2.2.4.2 Intensité

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

L'analyse effectuée au chapitre 8.2.1.1 a permis de déterminer un niveau d'intensité **modéré** dans la zone d'effet du phénomène de projection de pales ou de fragments de pales. Elle est nulle au-delà.

8.2.2.4.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir chapitre 8.1.3), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection d'éléments du rotor dans un rayon de 500 m autour des mâts éoliens :

- plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreuse » ;
- entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- entre 10 et 100 personnes exposées → « Importante » ;
- moins de 10 personnes exposées → « Sérieuse » ;
- présence humaine inférieure à 1 personne → « Modérée ».

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

Projection de pales ou de fragments de pales		
Éolienne	**Nombre de personnes permanentes exposées**	**Gravité**
1	3,8966	Sérieux
2	2,9290	Sérieux
3	30,5923	Important

Tableau 37 : Gravité du scénario de projection de pales ou de fragments de pales

8.2.2.4.4 Probabilité

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

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project [4]	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$1,1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances [6]	$6,1 \times 10^{-4}$	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

Tableau 38 : Fréquences d'apparition d'un évènement de type « projection d'éléments » selon la littérature

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

Le retour d'expérience français (cf. tableau en Annexe 2 – évènements pris en compte sur la période 2000 - 2023) montre une classe de probabilité « C » (27 événements pour 88 384 années d'expérience[11], soit une probabilité de 3,05 x 10^{-4} événement par éolienne et par an).

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

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

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place 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 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité de projection.

Il est donc 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 ».

8.2.2.4.5 Acceptabilité

Avec une classe de probabilité « D » et au regard de la matrice de criticité présentée au chapitre 8.1.5, **le risque de projection de tout ou partie de pale est évalué comme acceptable, dans le cas d'une exposition modérée, pour un nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 1 000 dans la zone d'effet.**

Si le nombre de personnes permanentes (ou équivalent) est supérieur à ce chiffre, l'exploitant peut engager une étude supplémentaire pour déterminer le risque d'atteinte de l'enjeu à l'origine de ce niveau de gravité et vérifier l'acceptabilité du risque. Le cas échéant, des mesures de sécurité supplémentaires pourront être mises en place pour améliorer l'acceptabilité du risque.

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

Projection de pale ou de fragment de pale			
Éolienne	**Nombre de personnes permanentes exposées**	**Gravité**	**Niveau de risque**
1	3,8966	Sérieux	Acceptable
2	2,9290	Sérieux	Acceptable
3	30,5923	Important	Acceptable

Tableau 39 : Acceptabilité du risque de projection de pales ou de fragments de pales

Ainsi, pour le parc éolien étudié, le phénomène de projection de pales ou de fragments de pales constitue un risque acceptable pour les personnes exposées.

[11] Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience. Le nombre d'années d'expérience est issu d'une estimation basée sur la puissance éolienne installée chaque année au regard de la puissance moyenne des éoliennes implantées.

8.2.2.5 Projection de glace

8.2.2.5.1 Zone d'effet

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

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence [15] 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 :

Distance d'effet = 1,5 x (Hauteur de moyeu + Diamètre du rotor)

Cette distance de projection est jugée conservative dans des études postérieures [17]. 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.

Pour le parc éolien étudié, et au regard de cette formule, la zone d'effet a donc un rayon de 467,25 m maximum (cf. chapitre 8.2.1.1.3).

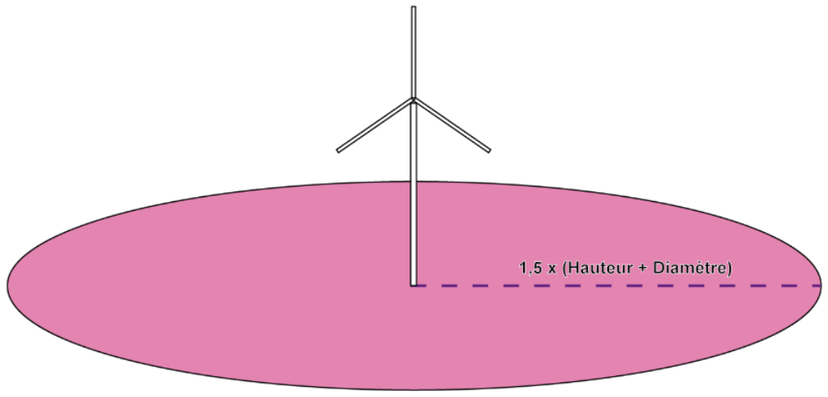
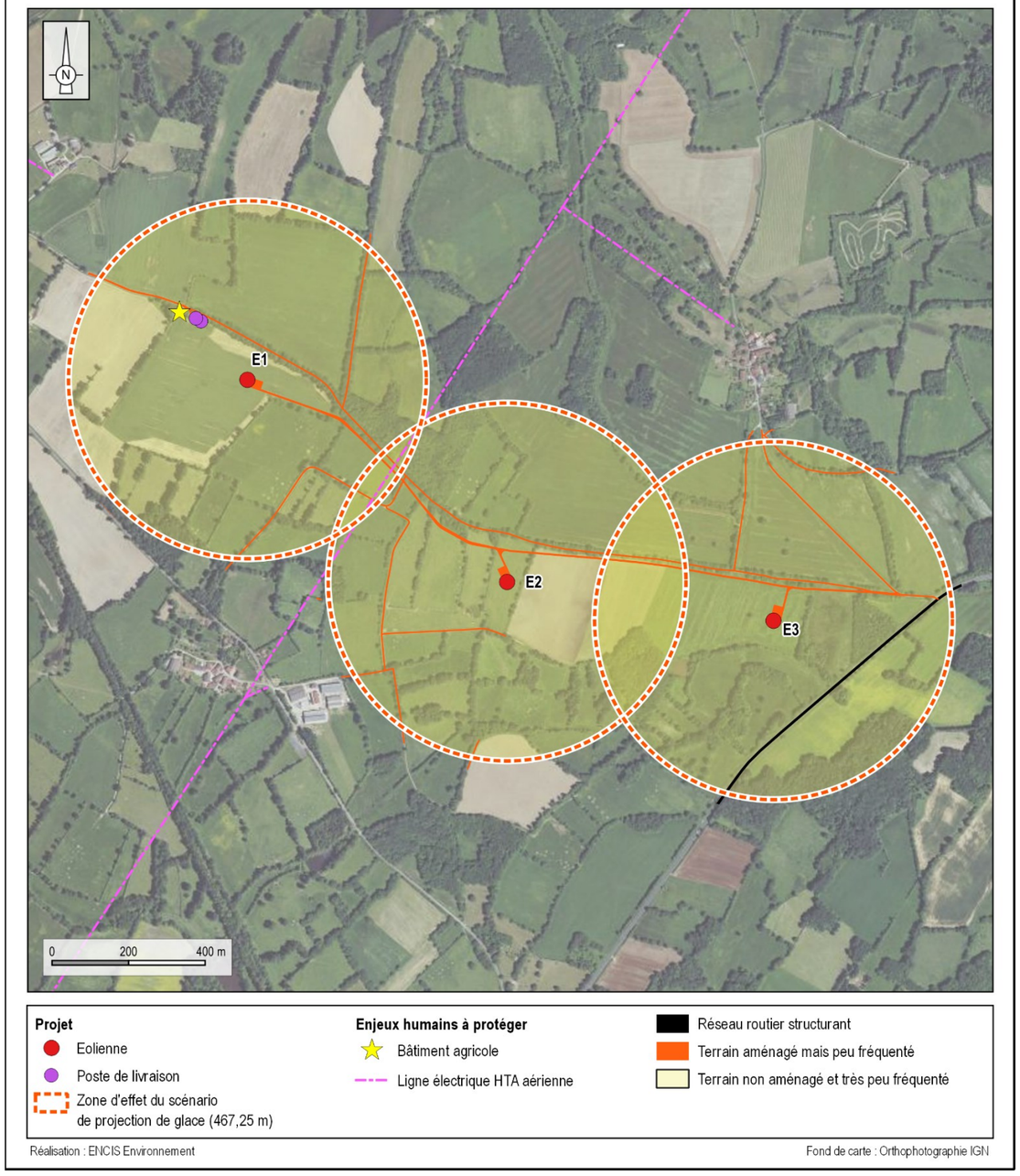


Figure 16 : Zone d'effet du phénomène de projection de glace

Cartographie des risques : scénario projection de glace



Carte 19 : Cartographie des enjeux identifiés dans les zones d'effet du scénario de projection de glace

Nota concernant le calcul du nombre de personnes permanentes exposées présentes dans des bâtiments ou des véhicules :

Le guide de l'INERIS pour l'élaboration des études de dangers de projets de parcs éoliens terrestres indique qu'il a été observé dans la littérature disponible [17] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. **La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité**.

Dans le cas du présent projet :

- un bâtiment agricole est présent dans la zone d'effet de E1 ;
- la route nationale N145, dont le trafic moyen journalier annuel est de 8 628 véhicules (> 2 000 véhicules), est identifiée sur la zone d'effet de E3.

Face à la préconisation du guide, le nombre de personnes permanentes exposées dans le bâtiment agricole est donc jugé nul ; les individus potentiellement présents à l'extérieur du bâtiment sont quant à eux intégrés dans le comptage des personnes présentes sur les terrains non aménagés et très peu fréquentés alentours.

Concernant la N145, une valeur de fréquentation est attribuée pour les usagers non protégés par des habitacles de véhicules, à savoir les motards et les cyclistes. Ainsi, la portion de route interceptée par la zone d'effet de E3 sera considérée comme un terrain aménagé mais peu fréquenté (1 personne/10 ha), ce qui correspond à la valeur de fréquentation donnée aux voies de circulation non structurantes.

À noter également que le nombre de personnes compté pour la maintenance de la ligne HTA (2 personnes) est maintenu, cette installation ne pouvant en effet protéger les opérateurs intervenant.

Éolienne	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Nombre de personnes exposées	Total
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	67,4859	1 pers/100 ha	0,6749	2,7851
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,1022	1 pers/10 ha	0,1102	
	Ligne HTA	0,2909	Nb de pers. max	2	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	67,1164	1 pers/100 ha	0,6712	2,8183
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,4717	1 pers/10 ha	0,1472	
	Ligne HTA	0,4392	Nb de pers. max	2	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	66,7349	1 pers/100 ha	0,6618	0,8471
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,8532	1 pers/10 ha	0,1853	

Tableau 40 : Nombre de personnes permanentes exposées au risque de projection de glace

8.2.2.5.2 Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (zone d'impact - cas majorant de 1 m²) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

L'analyse effectuée au chapitre 8.2.1.1 a permis de déterminer un niveau d'intensité **modéré** dans la zone d'effet du phénomène de projection de glace. Elle est nulle au-delà.

8.2.2.5.3 Gravité

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

- plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreuse » ;
- entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- entre 10 et 100 personnes exposées → « Importante » ;
- moins de 10 personnes exposées → « Sérieuse » ;
- présence humaine inférieure à 1 personne → « Modérée ».

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

Projection de morceaux de glace		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes exposées	Gravité
1	2,7851	Sérieux
2	2,8183	Sérieux
3	0,8471	Modéré

Tableau 41 : Gravité du scénario de projection de glace

8.2.2.5.4 Probabilité

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

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

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

8.2.2.5.5 Acceptabilité

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

Si le nombre de personnes permanentes (ou équivalent) est supérieur à ce chiffre, l'exploitant pourra démontrer que des mesures de sécurité supplémentaires sont mises en place pour améliorer l'acceptabilité du risque.

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

Projection de morceaux de glace			
Éolienne	**Nombre de personnes permanentes exposées**	**Gravité**	**Niveau de risque**
1	2,7851	Sérieux	Acceptable
2	2,8183	Sérieux	Acceptable
3	0,8471	Modéré	Acceptable

Tableau 42 : Acceptabilité du risque de projection de morceaux de glace

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

8.3 Synthèse de l'étude détaillée des risques

8.3.1 Tableau de synthèse des scénarios étudiés

Le tableau suivant récapitule, pour chaque scénario considéré, la zone d'effet du phénomène ainsi les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité.

Synthèse des scénarios étudiés					
Scénario	**Zone d'effet**	**Cinétique**	**Intensité**	**Probabilité**	**Gravité**
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de l'éolienne en bout de pale **230 m maximum**	Rapide	Exposition **modérée**	D	Modérée pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol du rotor **81,5 m maximum**	Rapide	Exposition **modérée**	A	Modérée pour toutes les éoliennes
Chute d'élément	Zone de survol du rotor **81,5 m maximum**	Rapide	Exposition **modérée**	C	Modérée pour toutes les éoliennes
Projection de pale ou de fragments de pale	Disque de rayon de **500 m** autour de l'éolienne	Rapide	Exposition **modérée**	D	Sérieuse pour E1 et E2 Importante pour E3
Projection de morceaux de glace	Disque de rayon = 1,5 x (H+ D) autour de l'éolienne **467,25 m maximum**	Rapide	Exposition **modérée**	B	Sérieuse pour E1 et E2 Modérée pour E3

Tableau 43 : Synthèse des scénarios étudiés

8.3.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

Légende :

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

Niveau de gravité des conséquences	Classe de probabilité				
	E	**D**	**C**	**B**	**A**
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Projection de pale ou de fragments (E3)			
Sérieux		Projection de pale ou de fragments (E1 et E2)		Projection de glace (E1 et E2)	
Modéré		Effondrement de l'éolienne	Chute d'élément	Projection de glace (E3)	Chute de glace

Tableau 44 : Matrice de criticité des risques

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- l'ensemble des scénarios accidentels étudiés figure en cases verte (effondrement de l'éolienne, projection de pales ou de fragments pour E1 et E2, chute d'élément, projection de glace pour E3) et jaune (projection de pales ou de fragments pour E3, chute de glace, projection de glace pour E1 et E2) de la matrice de criticité ; **ils présentent donc un risque très faible à faible**.

Il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la Partie 7.6 sont mises en place et contribuent à l'atteinte d'un niveau de risque acceptable.

Le niveau de risque pour chaque scénario et pour chaque éolienne du projet est jugé acceptable.

8.3.3 Cartographie des risques

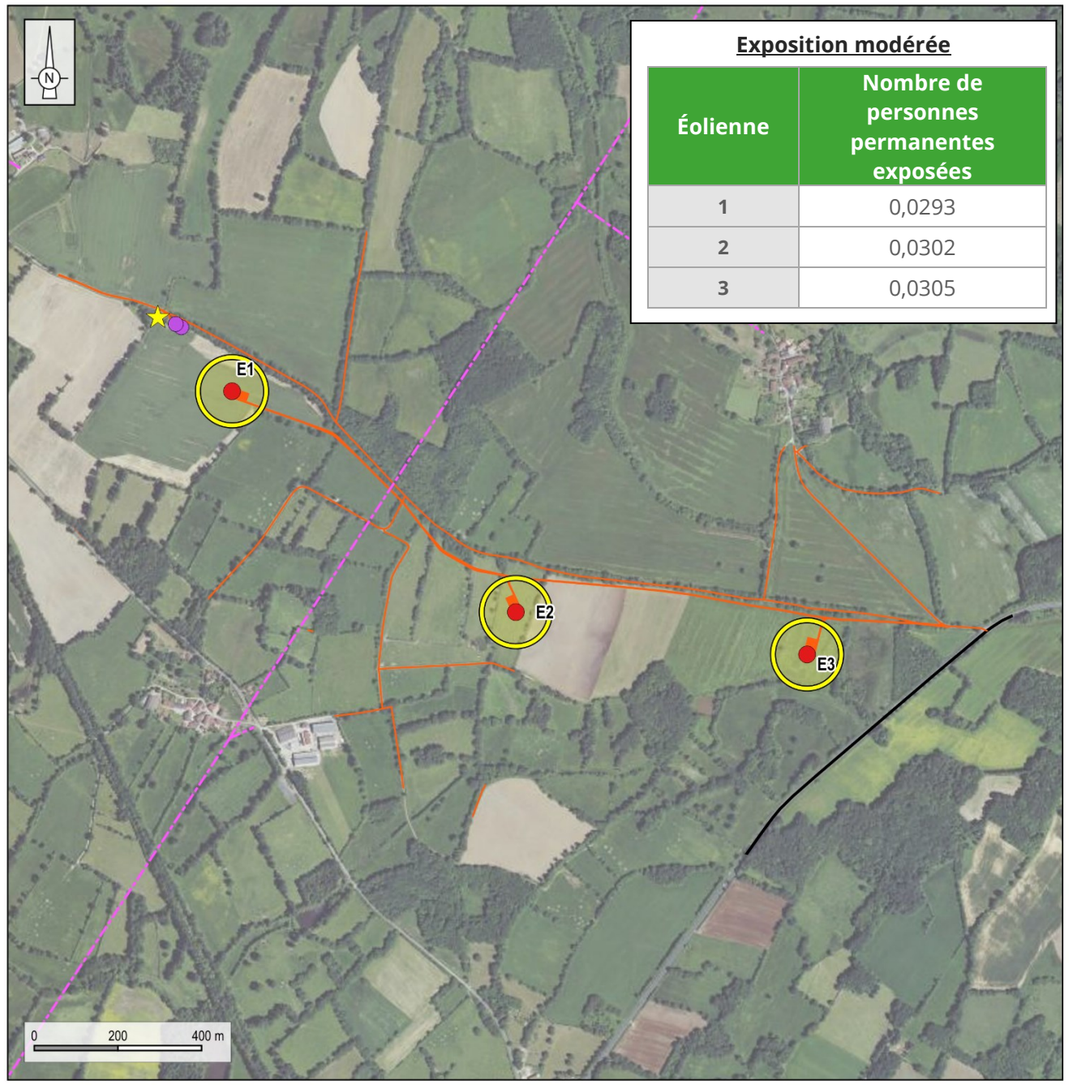
Les cartographies suivantes présentent pour chaque scénario et chaque éolienne la zone d'effet, les enjeux identifiés, l'intensité des phénomènes dangereux et le nombre de personnes exposées.

Cartographie des risques : scénario effondrement d'éolienne



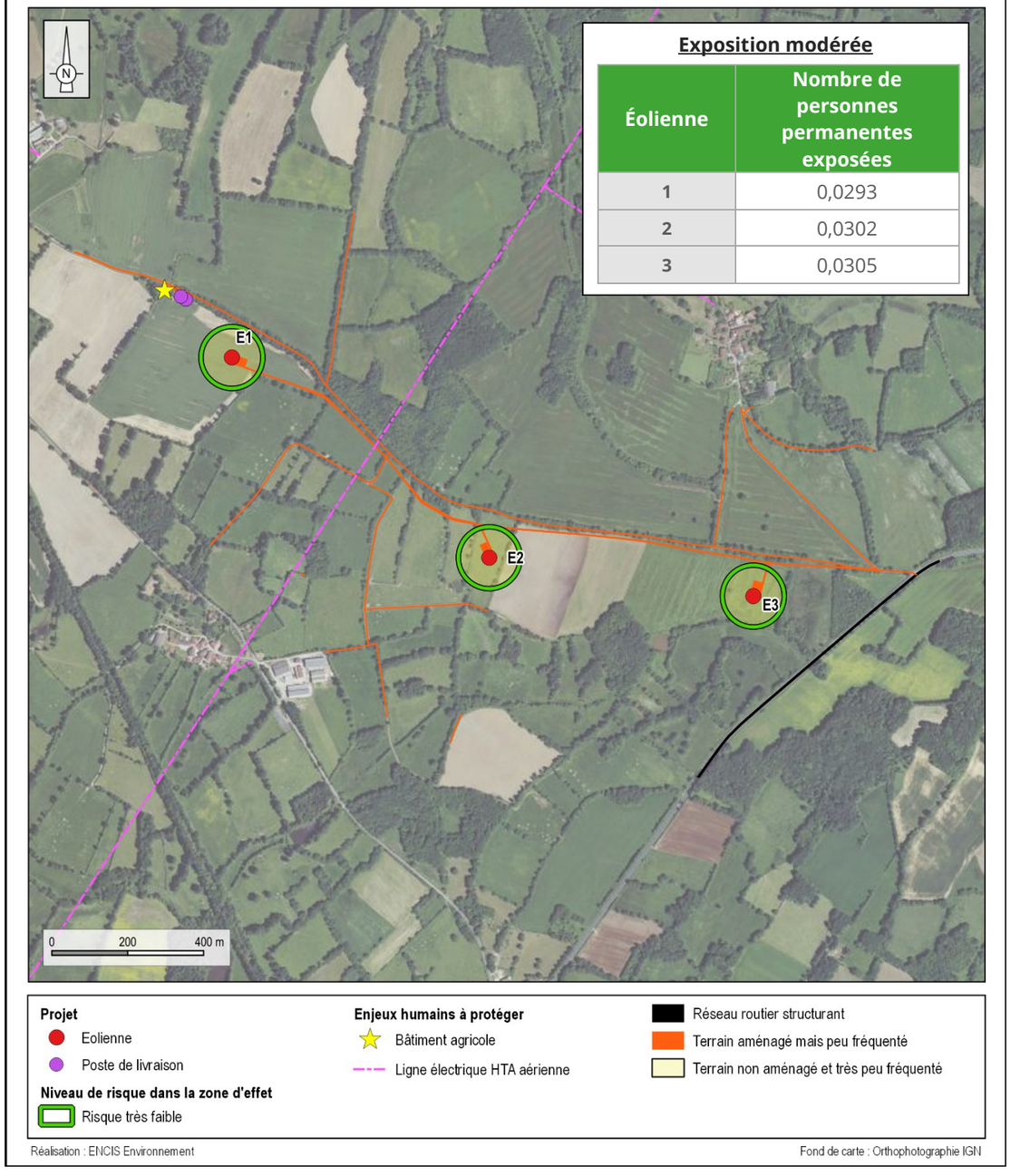
Carte 20 : Cartographie des risques – Scénario d'effondrement de l'éolienne

Cartographie des risques : scénario de chute de glace



Carte 21 : Cartographie des risques – Scénario de chute de glace

Cartographie des risques : scénario de chute d'éléments de l'éolienne

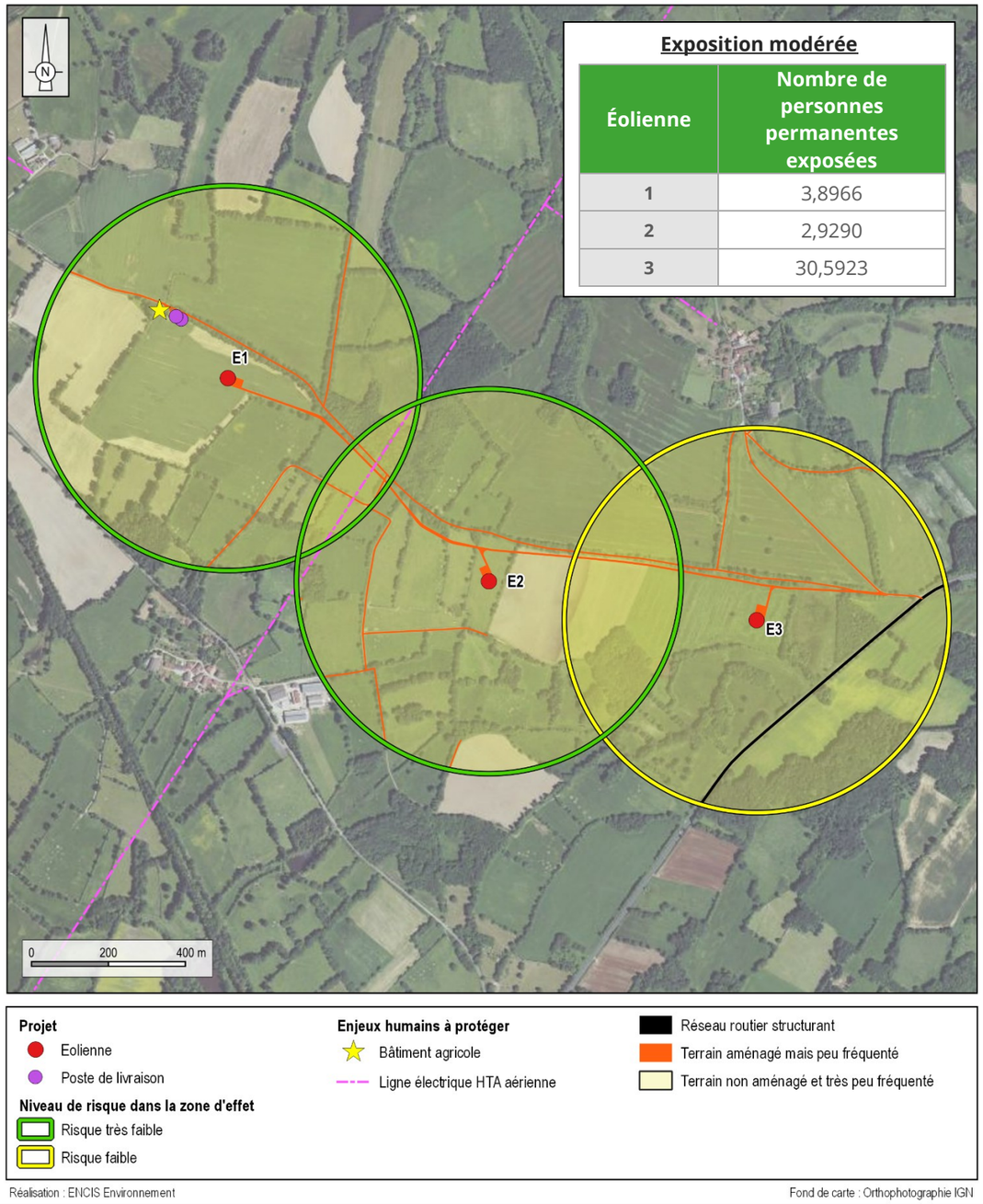


Exposition modérée

Éolienne	Nombre de personnes permanentes exposées
1	0,0293
2	0,0302
3	0,0305

Carte 22 : Cartographie des risques – Scénario de chute d'éléments de l'éolienne

Cartographie des risques : scénario projection de pales ou de fragments

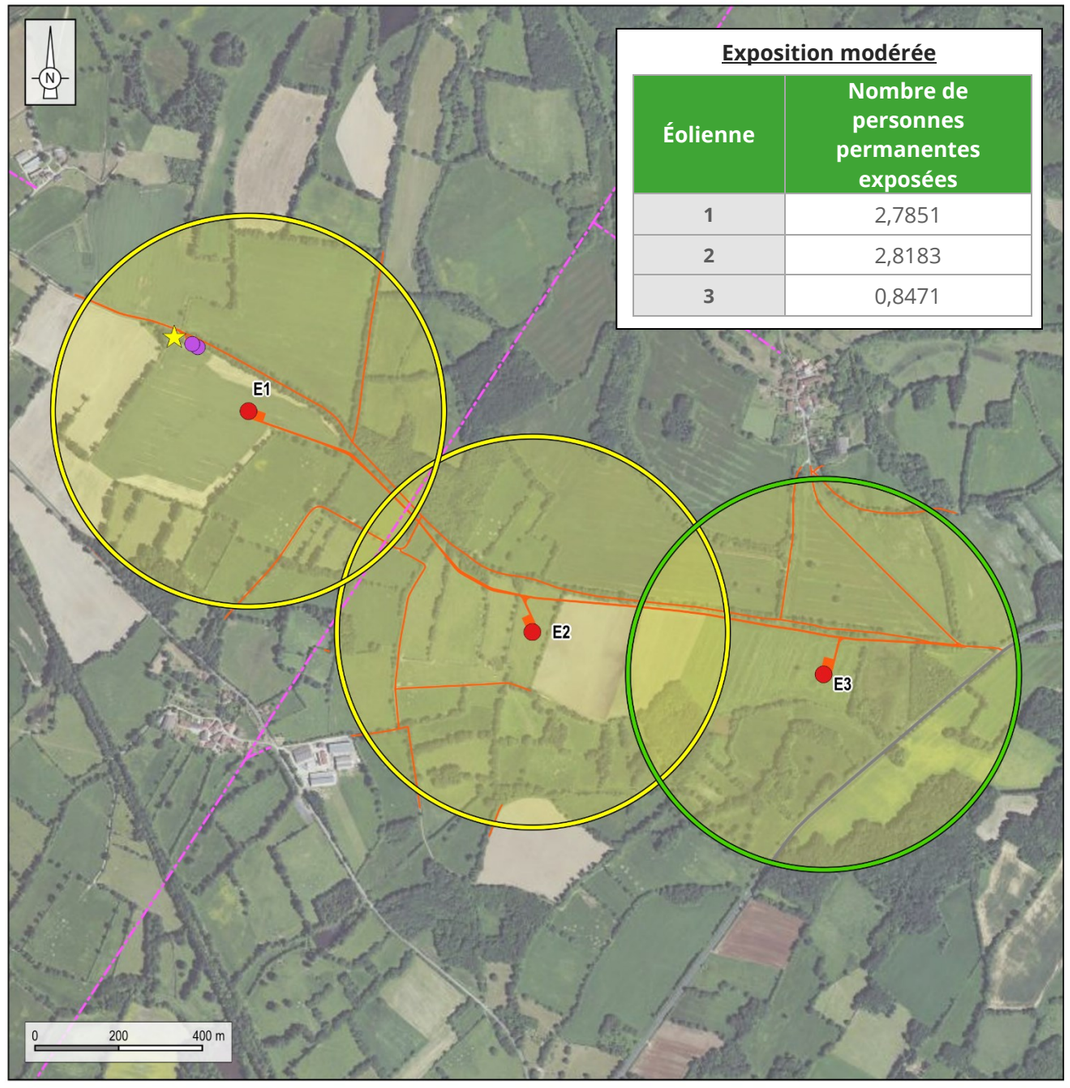


Exposition modérée

Éolienne	Nombre de personnes permanentes exposées
1	3,8966
2	2,9290
3	30,5923

Carte 23 : Cartographie des risques – Scénario de projection de pales ou de fragments de pales

Cartographie des risques : scénario projection de glace



Exposition modérée

Éolienne	Nombre de personnes permanentes exposées
1	2,7851
2	2,8183
3	0,8471

Projet
- Eolienne
- Poste de livraison

Niveau de risque dans la zone d'effet
- Risque très faible
- Risque faible

Enjeux humains à protéger
- Bâtiment agricole
- Ligne électrique HTA aérienne

- Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté
- Terrain aménagé mais peu fréquenté
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté

Réalisation : ENCIS Environnement

Fond de carte : Orthophotographie IGN

Carte 24 : Cartographie des risques – Scénario de projection de morceaux de glace

9 Conclusion

À la suite de l'analyse menée dans cette étude de dangers, il ressort cinq accidents majeurs identifiés :

- effondrement de l'éolienne ;
- chute de glace ;
- chute d'éléments de l'éolienne ;
- projection de tout ou partie de pale ;
- projection de morceaux de glace.

Pour chaque scénario, une probabilité a été calculée et une gravité donnée. Il en ressort que les risques sont très faibles (effondrement de l'éolienne, projection de pales ou de fragments pour E1 et E2, chute d'élément, projection de glace pour E3) ou faibles (projection de pales ou de fragments pour E3, chute de glace, projection de glace pour E1 et E2), **et dans tous les cas acceptables**.

Scénario	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	D (Rare)	Modérée pour toutes les éoliennes	Acceptable
Chute de glace	A (Courant)	Modérée pour toutes les éoliennes	Acceptable
Chute d'éléments	C (Improbable)	Modérée pour toutes les éoliennes	Acceptable
Projection de pales ou de fragments de pales	D (Rare)	Sérieuse pour E1 et E2 Importante pour E3	Acceptable
Projection de morceaux de glace	B (Probable)	Sérieuse pour E1 et E2 Modérée pour E3	Acceptable

Tableau 45 : Tableau de synthèse des scénarios et de leur acceptabilité

L'exploitant, par sa démarche en amont, a réussi à limiter les risques inhérents au projet. En effet, il a choisi d'implanter ses aérogénérateurs au-delà de l'éloignement réglementaire imposé vis-à-vis des habitations (551 m au lieu de 500 m) et les distances aux différentes infrastructures (routes, réseau électrique, etc.) sont suffisantes pour que chacun des scénarios accidentels retenus ait un niveau de risque acceptable.

De plus, son installation est conforme à la réglementation en vigueur (arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE modifié) et aux normes de construction.

Afin de garantir un risque acceptable sur l'installation, l'exploitant a mis en place des mesures de sécurité (voir tableau suivant) et a organisé une maintenance périodique (trois mois après le début de l'exploitation, puis tous les six mois).

Numéro de la fonction de sécurité	Fonction de sécurité	Mesures de sécurité
1	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur Procédure adéquate de redémarrage.
2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Panneautage le long du chemin d'accès de chaque aérogénérateur Éloignement des zones habitées et fréquentées
3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement
4	Prévenir la survitesse	Détection de survitesse et système de freinage
5	Prévenir les courts-circuits	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique
6	Prévenir les effets de la foudre	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur
7	Protection et intervention incendie	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de l'aérogénérateur Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Intervention des services de secours
8	Prévention et rétention des fuites	Détecteurs de niveau d'huile Procédure d'urgence Kit antipollution Étanchéité de la nacelle Bacs de rétention
9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Surveillance des vibrations Procédures qualités
10	Prévenir les erreurs de maintenance	Procédure de maintenance
11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite
12	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	Inspection des équipements lors des opérations de maintenance Suivi des données mesurées par les capteurs et sondes présents dans les éoliennes
13	Prévenir les risques liés aux opérations de chantier	Mise en place d'une procédure de sécurité / Rédaction d'un plan de prévention / Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) Mise en place d'une restriction d'accès au chantier

Tableau 46 : Principales mesures de sécurité mises en place

Annexes

Annexe 1 : Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet **se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers**. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées dans chacune des zones d'effet des phénomènes dangereux identifiés.

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (Partie 3), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces, etc.) situés dans l'aire d'étude des dangers de l'éolienne considérée.

D'autre part, cette méthode permet ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques (Partie 8).

Terrains non bâtis

Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais, etc.) : compter **1 personne par tranche de 100 ha**.

Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage, etc.) : compter **1 personne par tranche de 10 hectares**.

Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins, etc.)) : compter la **capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare**.

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.** En effet, **les voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules/jour) sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.**

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 × 0,5 × 20 000/100 = 40 personnes.

Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic

Trafic (en véhicules/jour) \ 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

Train de voyageurs : **compter 1 train équivalent à 100 véhicules** (soit 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre 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**.

Logements

Pour les logements : **compter la moyenne INSEE par logement (par défaut : 2,5 personnes), sauf si les données locales indiquent un autre chiffre**.

Établissements recevant du public (ERP)

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du Code de la construction et de

l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès (cf. paragraphe sur les voies de circulation automobile).

Les commerces et ERP de catégorie 5 (cf. R.123-19 du Code de la construction et de l'habitation), **dont la capacité n'est pas définie**, peuvent être traités de la façon suivante :

- compter **10 personnes par magasin de détail de proximité** (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ;
- compter **15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste**.

Les chiffres précédents peuvent être remplacés par des chiffres issus du retour d'expérience local pour peu qu'ils restent représentatifs du maximum de personnes présentes et que la source du chiffre soit soigneusement justifiée.

Une distance d'éloignement de 500 m aux habitations est imposée par la loi. La présence d'habitations ou d'ERP ne se rencontreront pas en pratique.

Zones d'activité

Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public) : **prendre le nombre de salariés (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes)**, le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.

Annexe 2 : Tableau de l'accidentologie française

Le tableau suivant a été initié par le groupe de travail ayant réalisé le guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens (évènements recensés entre novembre 2000 et janvier 2012) et complété par les équipes d'ENCIS Environnement (évènements recensés entre février 2012 et janvier 2024). Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et janvier 2024. L'analyse de ces données est présentée dans la Partie 6 du présent dossier.

Nota : Comme indiqué au chapitre 6.1, et conformément à la méthodologie du guide technique précité, les accidents du travail touchant des opérateurs, les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs et les évènements recensés en dehors de la phase d'exploitation ne sont pas pris en compte dans les calculs statistiques réalisés dans la présente étude de dangers. Ces évènements "non retenus" sont surlignés en gris dans le tableau suivant. **Seuls les incidents survenus en phase d'exploitation et susceptibles d'avoir ou ayant entraîné des conséquences sur les personnes dans ces zones d'effets sont retenus.**

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute de pale + effondrement	nov-00	Port-la-Nouvelle	Aude	0,5 MW	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75 MW	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4 MW	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Maintenance	01/07/2002	Port-la-Nouvelle – Sigean	Aude	0,66 MW	2000	Non	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46 m s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Non retenu dans l'étude de dangers (Cf. Nota)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85 MW	2002	Non	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75 MW	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75 MW	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne-sur-Mer	Pas-de-Calais	0,75 MW	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0,3 MW	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3 MW	2001	Non	Une pale de l'une des 5 éoliennes d'un parc se brise en heurtant le mat	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Base de données ARIA Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3 MW	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Base de données ARIA Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75 MW	2003	Non	Bris de trois pales	Cause probable de l'accident non évoquée	Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75 MW	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4 MW	?	Non	Bris de pale	Cause probable de l'accident non évoquée	Site Vent de Colère	Information peu précise
Chute de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3 MW	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66 MW	2001	Non	Acte de malveillance : explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mât qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08 MW	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Chute de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5 MW	2005	Non	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Non retenu dans l'étude de

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
										dangers (phase chantier)
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	mars-07	Clitourps	Manche	0,66 MW	2005	Non	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à plus de 200 m de distance dans un champ	Cause inconnue	Site FED	-
Chute d'éléments (nacelle)	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3 MW	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-
Emballement	mars-08	Dinéault	Finistère	0,3 MW	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (événement sans répercussion sur les personnes)
Collision d'avion	avr-08	Plouguin	Finistère	2 MW	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000 m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (éolienne intacte)
Rupture de pale (avec chute + projection d'éléments)	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2 MW	2007	Non	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2 MW	2006	Non	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Chute de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2 MW	2007	Non	Chute de pale	Cause probable de l'accident non évoquée	Communiqué de presse exploitant Article de	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
									presse (l'Est Républicain)	
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75 MW	2004	Non	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bolléne	Vaucluse	2,3 MW	2009	Non	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2 MW	2006	Non	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2 MW	2005	Non	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15 MW	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Non retenu dans l'étude de dangers (personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port-la-Nouvelle	Aude	0,2 MW	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entrainant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75 MW	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3 MW	2010	Non	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.	Cause probable de l'accident non évoquée	Interne SER-FEE	Non retenu dans l'étude de dangers (personnel de maintenance)
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau. Aucun blessé.		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Non retenu dans l'étude de dangers (accident hors site éolien)
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5 MW	2003	Non	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non retenu dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Chute de pale + rupture de pale (avec projection d'éléments)	04/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	450 kW	2001	Non	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 sur 4,3 ha.	Violentes rafales instantanées (150 km/h) enregistrées la veille ayant pu endommager la pale en générant des efforts excédant les valeurs admissibles. Les fortes contraintes mécaniques lors de l'arrêt brutal de la rotation auraient alors déclenché sa dislocation. L'intrados de la pale se serait séparé de l'extrados avant de percuter le mât puis l'autre pale.	Base de données ARIA	-
Maintenance	06/02/2012	Léhaucourt	Aisne	2,5 MW	2007	Non	A cours d'une opération de maintenance dans la nacelle d'une éolienne, un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
										(personnel de maintenance)
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	11/04/2012	Sigean	Aude	0,2 MW	1991	Non	Une éolienne se met en arrêt automatique suite à l'apparition d'un défaut à 10 h. Des agents de maintenance la réarment à 12h14. Un défaut de vibration apparaît 11 minutes plus tard. Sur place, les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place et l'éolienne est mise en sécurité (pales en drapeau). L'expertise d'assurance attribue l'accident à un impact de foudre sur l'éolienne.	Foudre	Base de données ARIA Article de presse (AFP 22/05/2012)	-
Chute de pale	18/05/2012	Fresnay-L'Eveque	Eure-et-Loir	2 MW	2008	Non	Chute d'une pale de 46 mètres et de 9 tonnes au pied de l'installation	Rupture du roulement qui raccordait la pale au moyeu. Problèmes de corrosion provenant, selon le constructeur, des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement.	Base de données ARIA	-
Effondrement	30/05/2012	Port-la-Nouvelle	Aude	0,2 MW	1991	Non	Effondrement de la tour en treillis d'une éolienne de 30 m de haut.	Rafales de vent (130 km/h)	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	01/11/2012	Vieillespesse	Cantal	2,5 MW	2011	Non	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.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base de données ARIA	-
Incendie avec projection d'éléments (et propagation) + chute de pale	05/11/2012	Sigean	Aude	660 kW	2000	Non	Un feu se déclare vers 17 h. Des projections incandescentes enflamment 80 m² de garrigue environnante. Les pompiers éteignent l'incendie vers 21h30. L'exploitant met en place un balisage de sécurité à l'aube le lendemain. A la suite de la chute d'une pale à 15h20, un gardiennage 24 h / 24 est mis en place.	Un dysfonctionnement de disjoncteur situé sur l'éolienne a entraîné la propagation de courants de court-circuit faisant fondre les câbles et entraînant un départ d'incendie dans la nacelle. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied pourrait avoir agi comme circonstance aggravante.	Base de données ARIA	-
Chute de pale	06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	660 kW	2001	Non	A la suite d'un défaut de vibration détecté à 19h05, une éolienne se met	La veille du défaut de vibration, la machine s'était arrêtée après la	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain à 9 h, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât.	détection d'un échauffement du frein et d'une vitesse de rotation excessive de la génératrice. Un technicien l'avait remise en service le matin même de l'accident sans avoir constaté de défaut.		
Incendie + chute de pale + fuite d'huile	17/03/2013	Euvy	Marne	2,5 MW	2011	Non	Des usagers de la N4 signalent un feu dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant arrête 7 des 18 aérogénérateurs du parc. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent.	Défaillance électrique	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche	2 MW	2006	Non	Un impact de foudre endommage une éolienne : une pâle est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées.	Le fabricant de l'éolienne indique que ce type d'incident est exceptionnel (incursion d'un arc électrique dans la pâle conduisant à une montée en pression de l'air intérieur), aucune dérive fonctionnelle du système parafoudre n'ont été trouvées.	Base de données ARIA	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Maintenance	01/07/2013	Cambon-Et-Salvergues	Hérault	1,3 MW	2006	Non	Un opérateur remplissant un réservoir d'azote sous pression dans une éolienne est blessé par la projection d'un équipement. Alors qu'il vient de faire l'appoint en gaz d'un cylindre sous pression, un technicien de maintenance démonte l'embout d'alimentation vissable. Une partie de la visserie de la vanne de fermeture reste solidaire de l'embout et se dévisse avec lui. L'ensemble démonté est projeté au visage de l'opérateur et lui brise le nez et plusieurs dents.	Afin d'éviter de tels accidents, la visserie de la vanne présentait une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace liée à la détente du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total. La survenue de l'accident malgré ce dispositif amène l'exploitant à repenser la procédure d'alimentation de l'accumulateur de gaz dans la configuration exigüe de la nacelle d'éolienne	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (personnel de maintenance)
Fuite d'huile	03/08/2013	Moreac	Morbihan	2 MW	2010	Non	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.	Perte de confinement	Base de données ARIA	Retenu : incident en phase exploitation et susceptible de polluer des eaux captées

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	2,5 MW	2013	Oui	Un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne. Le parc éolien est isolé électriquement. Un périmètre de sécurité de 300 m est instauré. Le feu s'éteint de lui-même vers 20 h. La nacelle est détruite, le rotor est intact.	La presse évoque un incident électrique pour expliquer le départ de feu.	Base de données ARIA	-
Chute de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	660 kW	2000	Non	Une des éoliennes d'un parc s'arrête automatiquement à 3h09 à la suite d'un défaut « vibration ». Sur place à 9h30, les techniciens de maintenance (assurée par le fabricant des éoliennes) retrouvent une pale de 20 m au pied du mât. Les 2 autres pales sont toujours en place.	L'expertise identifie la cause directe de la chute de la pale : des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée "alu ring", située à la base de la pale.	Base de données ARIA	-
Chute de pale + rupture de pale (avec projection d'éléments)	14/11/2014	Saint-Cirgues-en-Montagne	Ardèche	2,05 MW	2012	Oui	La pale d'une éolienne chute lors d'un orage. L'élément principal chute au pied de l'éolienne, mais certains débris sont projetés à 150 m. Les secours établissent un périmètre de sécurité et ferment la voie d'accès. L'exploitant sécurise la pale endommagée et bloque la rotation de la nacelle.	Rafales de vent de 130 km/h.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	05/12/2014	Fitou	Aude	1,3 MW	2002	Non	À leur arrivée sur le parc éolien, des techniciens de maintenance constatent que l'extrémité d'une pale d'une éolienne est au sol. Il s'agit d'une des 2 parties de l'aérofrein de la pale. Cette partie, en fibre de verre, mesure 3 m de long. Elle est retrouvée à 80 m du mât. La seconde partie de l'aérofrein constitue sa partie mécanique interne. Ces éléments sont encore en place sur la pale. L'éolienne est arrêtée et mise en sécurité, la pale endommagée vers le bas.	En première approche, l'exploitant attribue l'incident à une défaillance matérielle ou à un décollage sur les plaques en fibre de verre. Les morceaux récupérés au sol sont envoyés au centre de maintenance de l'exploitant pour expertise.	Base de données ARIA	-
Incendie	29/01/2015	Rémigny	Aisne	2,3 MW	2015	Oui	Un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée. Sur place, des employés constatent la présence de flammes et alertent les pompiers qui ne parviennent pas à approcher de la source	Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							de l'incendie à cause de la fumée. A 9h20 ils réussissent à progresser dans l'éolienne et éteignent l'incendie. Les 1 500 l d'eau utilisés pour le nettoyage sont pompés. L'éolienne n'était pas encore en exploitation, mais en phase de test.	électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie.		
Incendie	06/02/2015	Lusseray	Deux-Sèvres	2,0 MW	2011	Non	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.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (maintenance)
Incendie	24/08/2015	Santilly	Eure-et-Loir	2,3 MW	2007	Non	Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne. La nacelle étant trop haute pour la grande échelle des pompiers, ces derniers décident de laisser brûler le foyer sous surveillance. Les chemins menant à l'éolienne sont interdits à la circulation.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base de données ARIA	-
Chute de rotor	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	1,5 MW	2007	Non	Les 3 pales et le rotor d'une éolienne chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé. De l'huile s'en écoule mais reste confinée dans la rétention. Le centre de supervision à distance du parc découple l'éolienne du réseau. Le lendemain, les agents de maintenance constatent sur place la rupture du rotor. Ils sécurisent la zone. Les 6 autres éoliennes du parc sont mises à l'arrêt. Les débris, disséminés sur 4000 m², sont ramassés.	Les premières constations indiqueraient une défaillance de l'arbre lent, qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice. Elle trouverait son origine dans un défaut de fabrication de la pièce. Une non-conformité dans le processus de moulage de cette pièce de fonderie en acier est suspectée. Un défaut métallurgique, de type inclusion de laitier, aurait fragilisé la pièce et conduit à sa rupture par fatigue. Les contrôles réalisés sur les autres éoliennes du parc ont mis en évidence que ce type de défaut était présent sur un des autres arbres lents, au même niveau que celui accidenté.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale (avec chute d'éléments)	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude	2,3 MW	2014	Oui	L'aérofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol. L'exploitant procède à l'arrêt de l'ensemble du parc éolien à distance. Les secours sécurisent les lieux.	Les premières investigations indiqueraient qu'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aérofrein. Du fait des fortes charges présentes sur le rotor, l'axe en carbone qui maintient l'aérofrein à la pale et/ou le point d'ancrage de cet axe, se serait alors rompu.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	08/02/2016	Dinéault	Finistère	300 kW	1999	Non	Une tempête endommage une éolienne : une pale chute au sol, une autre se déchire. La pale rompue est retrouvée à 40 m du pied du mât. Dans les 2 cas, les manchons des pales sont restés arrimés au moyeu. L'exploitant met en sécurité les 4 éoliennes du parc. Les secours établissent un périmètre de sécurité de 350 m.	Tempête (vents à 160 km/h)	Base de données ARIA	-
Chute de pale	05/03/2016	Calanhel	Côtes-d'Armor	850 kW	2009	Non	Une pale d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. La turbine s'arrête automatiquement. L'exploitant est alerté par un agriculteur. Un intervenant se rend sur place et constate les dégâts. Le mât est endommagé dans sa partie haute, causé par un choc avec la pale, sans présenter de risque de chute.	L'inspection des éléments mécaniques au sol et du rotor permet d'envisager une défaillance du système d'orientation de la pale. Celle-ci aurait entraîné la rupture de la couronne extérieure du roulement à bille puis la libération de la couronne intérieure solidaire de la pale.	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile	28/05/2016	Janville	Eure-et-Loir	2,3 MW	2005	Non	Un employé constate un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne. Il arrête celle-ci et contacte l'équipe de maintenance. Arrivés à 17 h, les agents mettent en place des absorbants. L'écoulement d'huile est récupéré avant d'avoir atteint le sol.	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.	Base de données ARIA	-
Incendie	10/08/2016	Hescamps	Somme	1,2 MW	2008	Non	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	Une défaillance électrique serait à l'origine du départ de feu.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	18/08/2016	Dargies	Oise	2,0 MW	2014	Oui	Un technicien de maintenance d'un parc éolien constate qu'une éolienne ne tourne plus. Il découvre que de la fumée s'échappe de la tête de l'éolienne, à 80 m de haut.	Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie. L'armoire électrique ou le pupitre de commande en serait le point de départ.	Base de données ARIA	-
Maintenance	14/09/2016	Les Grandes-Chapelles	Aube	2,3 MW	2009	Non	Un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le moyeu d'une éolienne. Les pompiers spécialisés dans les interventions en hauteur évacuent la victime consciente.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (maintenance)
Fissure de pale	11/07/207	Le Quesnoy	Nord	-	-	-	Une fissure est constatée sur une pale d'une éolienne. L'exploitant arrête l'installation. L'expertise de la pale conclut que le dommage est suffisamment réduit pour être réparable. Il n'est donc pas nécessaire de procéder à son remplacement.	Défaut de conception	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (pale restée accrochée)
Chute de pale	12/01/2017	Tuchan	Aude	600 kW	2002	Non	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 et met en place des barrières et un gardiennage pour en sécuriser l'accès.	L'éolienne était à l'arrêt pour maintenance suite à la casse totale de son arbre lent quelques jours auparavant. Cette rupture a eu pour conséquence le désaccouplement du rotor avec le multiplicateur, donc de rendre inopérant le frein mécanique. Bien que mise en position de sécurité, les vents à 25 m/s ont provoqué la rupture des pales à cause d'une vitesse de rotation excessive.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	18/01/2017	Nurlu	Somme	2,0 MW	2010	Non	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. Des agents arrivent sur site et demandent la mise en sécurité de l'éolienne et mettent en place un périmètre de sécurité. L'inspection des installations classées se rend sur place le lendemain. Elle constate que les 2/3 de la pale sont brisés mais que	Selon la presse, la tempête survenue quelques jours auparavant pourrait être à l'origine de la chute.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							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.			
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	27/02/2017	Lavallée	Meuse	2,0 MW	2011	Non	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.	Un orage violent s'est abattu sur la zone de 18 h à 18h30. À 18h07, l'alarme "vent fort" de l'éolienne voisine s'est déclenchée. L'alarme "capteur de vibration" de l'éolienne endommagée s'est déclenchée à la même heure. À 18h10, le réseau électrique a été coupé, provoquant la perte de liaison avec le parc éolien. L'exploitant a découvert la casse le lendemain en se rendant sur place pour remettre le parc en service.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	27/02/2017	Trayes	Deux-Sèvres	2,0 MW	2011	Non	Vers 22 h, le système d'exploitation du parc éolien émet des alarmes portant sur une éolienne : 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. L'exploitant place les 5 éoliennes en position de sécurité et initie des expertises.	L'exploitant envisage les facteurs suivants, seuls ou combinés, comme cause du bris de pale : - défaut au niveau du bord d'attaque de la pale ; - impact de la foudre ; - fortes rafales de vent.	Base de données ARIA	-
Incendie	06/06/2017	Allonnes	Eure-et-Loir	3,0 MW	2014	Oui	La nacelle d'une éolienne a pris feu propageant l'incendie au rotor. 30 pompiers sont intervenus pour mettre en place un périmètre de sécurité et une déviation sur la D336. Les autres éoliennes du parc ont été mises à l'arrêt. L'incendie	En première hypothèse, l'exploitant indique un défaut des condensateurs du boitier électrique, situé dans la nacelle. Il exclut la piste d'un impact de foudre.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							s'éteint seul. Des coulures d'hydrocarbures sont constatées sur le mât.			
Rupture de pale (avec chute + projection d'éléments)	08/06/2017	Aussac-Vadalle	Charente	2 MW	2010	Non	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.	Impact de foudre. Le dispositif de protection contre la foudre ne montre toutefois pas de défaut.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec chute + projection d'élements)	24/06/2017	Conchy-sur-Canche	Pas-de-Calais	-	-	-	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. Il met en place un périmètre de sécurité et condamne l'accès au site.	Cause inconnue (le vent était faible au moment de l'événement)	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec chute d'éléments)	17/07/2017	Fécamp	Seine-Maritime	900 kW	2006	Non	Un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne. Le lendemain matin, un agent de maintenance découvre l'équipement au pied du mât de 49 m	Un 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	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile	24/07/2017	Mauron	Morbihan	2 MW	2008	Non	Une fuite d'huile est détectée vers 17 h sur une éolienne. Le rejet, estimé à 5 l, s'est écoulé le long du mât et quelques gouttes sont tombées au sol.	La rupture d'un flexible du circuit hydraulique de l'aérogénérateur en est à l'origine.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec chute d'éléments)	05/08/2017	Priez	Aisne	2 MW	2017	Oui	Vers 3 h une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol. Les débris sont retrouvés par l'exploitant au pied du mât le matin.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute d'éléments (nacelle)	08/11/2017	Roman	Eure	2 MW	2010	Non	Le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne est tombé au sol. Cette pièce mesure 2 m de diamètre, pèse plusieurs dizaines de kg et supporte une armoire électrique. Les agents de maintenance, avertis par une alarme "arrêt automatique turbine" à 17h30, se rendent sur place le lendemain matin. Ils sécurisent l'accès à la zone et préviennent l'exploitant agricole de la parcelle. L'ensemble du parc éolien est mis à l'arrêt.	L'exploitant conclut que la chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages (rondelles métalliques pour le vissage des boulons absentes). La procédure n'aurait pas été respectée lors du montage des turbine.	Base de données ARIA	-
Effondrement	01/01/2018	Bouin	Vendée	2,5 MW	2003	Non	Le mât d'une éolienne de 60 m de haut se brise en 2. Les 55 m supérieurs chutent au sol. Des débris s'éparpillent sur une surface assez importante. Aucune personne n'a été blessée.	Erreur d'interprétation des données par un opérateur au cours d'une tempête qui a placé l'éolienne dans une position entraînant une augmentation rapide de la vitesse du rotor, dépassant la limite de sécurité. Malgré l'activation des dispositifs de protection contre la survitesse la machine ne s'arrête pas à cause d'une usure anormale des blocs de frein du système d'orientation des pales. Les charges mécaniques exercées sur le mât entraînent alors son effondrement. Les investigations de l'exploitant lui permettent de découvrir que le protocole des inspections de maintenance ne couvrait pas la liaison mécanique entre le moteur et les freins. L'usure de cet équipement n'a pas été détectée lors des contrôles annuels.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec chute + projection d'éléments)	04/01/2018	Nixeville-Blercourt	Meuse	2 MW	2008	Non	L'extrémité d'une pale se rompt, lors d'un épisode venteux et un morceau de 20 m chute au sol. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m. La zone est sécurisée et un gardiennage est mis en place 24 h/24.	Tempête	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale (avec chute d'éléments)	06/02/2018	Conilhac-Corbières	Aude	2,3 MW	2014	Oui	L'aérofrein d'une pale d'éolienne chute au sol. L'équipe technique présente sur site arrête l'aérogénérateur. La zone est sécurisée, les débris ramassés.	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'aérofrein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	10/04/2018	Dio-et-Valquières	Hérault	1,67 MW	2006	Non	Un orage de pluie et de grêle, ainsi que des rafales de vent comprises entre 120 et 150 km/h provoquent la rupture d'une pale. Le rotor et le mât n'ont subi aucun dégât. Un périmètre de sécurité a été mis en place.	La foudre ou les vents violents ou la conjugaison des deux phénomènes semblent être à l'origine de l'accident.	Articles de presse (France 3 Occitanie, 03/05/2018 et Midi Libre, 04/05/2018)	-
Incendie	01/06/2018	Marsanne	Drôme	2 MW	2008	Non	Un incendie détruit totalement une éolienne et provoque le départ de feu d'une autre éolienne qui sera partiellement endommagée.	L'incendie d'origine criminelle a été revendiqué. Un mélange huile/essence a été déversé sur les installations électriques avant d'y mettre le feu.	Base de données ARIA Article de presse (France bleue, 19/06/2018)	-
Incendie d'éolienne + chute d'éléments incandescents	05/06/2018	Aumelas	Hérault	2 MW	2014	Oui	La nacelle d'une éolienne prend feu. 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. Les pompiers laissent l'incendie se terminer sous surveillance mais placent des lances en prévention d'une propagation du sinistre à la végétation. La nacelle de l'aérogénérateur est presque totalement détruite. 50 m² de végétation ont brûlé. L'accès à la zone est interdit et surveillé. Les débris sont ramassés.	Dysfonctionnement électrique probable	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	04/07/2018	Port-la-Nouvelle	Aude	0,66 MW	2000	Non	Une avarie est constatée sur 2 des pales d'une éolienne : leurs extrémités se sont disloquées. Des éléments ont été projetés à 150 m du mât après s'être décrochées. L'exploitant met en place un périmètre de	Survitesse probable	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							sécurité. L'aérogénérateur est mis en position de sécurité.			
Incendie + chute de pales	02/08/2018	Monts de l'Ain	Ain	2,05 MW	2017	Oui	Une éolienne est endommagée par l'incendie de sa nacelle. Deux pales sont tombées au sol du fait de l'incendie. Le feu ne s'est pas propagé du fait de l'intervention des secours.	L'origine de l'incendie semble criminelle puisque deux éoliennes ont été vandalisées (porte fracturée) dont une a pris feu.	Article de presse (France 3 Auvergne Rhône Alpes, 03/08/2018)	-
Incendie d'éolienne + chute d'éléments (et propagation)	28/09/2018	Sauveterre	Tarn	2 MW	2009	Non	La nacelle et le rotor d'une éolienne ont pris feu. 2,5 hectares de boisements (essentiellement une plantation de résineux) et de broussailles détruits par les flammes. Les pompiers ont rencontré des difficultés d'accès à la zone sinistrée.	Acte de malveillance	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile	17/10/2018	Flers-sur-Noye	Somme	2 MW	2017	Oui	Détection d'une fuite d'huile hydraulique depuis la nacelle d'une éolienne. 150 l d'huiles sont récupérés. L'exploitant du parc éolien estime que 50 l ont été perdus. Sous l'effet du vent, la zone impactée (pied de l'éolienne et terrains cultivés adjacents) est de 2 000 m². Une partie des cultures est perdue. Les terres polluées sont décapées sur une dizaine de cm. Elles sont stockées sur une bâche étanche avant leur retraitement. De la terre végétale est mise en œuvre pour permettre la reprise de l'activité agricole. Un contrôle des prochaines récoltes est planifié.	Erreur de maintenance : filtre mal serré et contrôle non effectué	Base de données ARIA	-
Effondrement	06/11/2018	Guigneville	Loiret	3 MW	2010	Non	Vers 6 h, une éolienne, de 140 m de haut en bout de pale, s'effondre. 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. Une défaillance du système d'alimentation de secours des pales a empêché le déclenchement de l'arrêt d'urgence	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale (avec chute + projection d'éléments)	18/11/2018	Conilhac-Corbières	Aude	2,3 MW	2014	Oui	Les 3 aérofreins en extrémité des pales d'une éolienne chutent au sol. L'installation est mise en sécurité. Les débris, contenus dans un rayon de 150 m au pied du mât, sont ramassés et stockés avant traitement et recyclage. L'éolienne s'est arrêtée à la suite de l'ouverture de la chaîne de sécurité.	Défaut probable de conception (un accident similaire est survenu sur ce parc au début 2018)	Base de données ARIA	-
Chute de pale	19/11/2018	Ollezy	Aisne	2,4 MW	2017	Oui	Un agent de surveillance constate la rupture d'une pale d'une éolienne. Des 40 m de l'équipement, les 30 derniers sont tombés au sol. L'exploitant arrête les 9 aérogénérateurs du site. La zone est sécurisée et un balisage du pied de la turbine et de la pale au sol est mis en place.	Défauts de fabrication	Base de données ARIA	-
Incendie + fuite d'huile	03/01/2019	La Limouzinière	Loire-Atlantique	2 MW	2011	Non	La nacelle d'une éolienne, située à 80 m de hauteur, s'est embrasée dans la nuit du 2 au 3 janvier. Les secours, avertis par des riverains, ont établi un périmètre de sécurité de 150 m autour de la machine, des débris tombant au sol. Aucun blessé n'est à déplorer. Des traces d'huile hydraulique sont présentes jusqu'à 100 m du pied du mât.	Selon les premiers éléments de l'enquête, une avarie sur la génératrice de l'éolienne semble à l'origine de l'incendie.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	17/01/2019	Bambiderstroff	Moselle	2 MW	2007	Non	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.	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.	Base de données ARIA	-
Incendie	20/01/2019	Roussas	Drôme	1,75 MW	2006	Non	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.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale (avec projection d'éléments) + effondrement	23/01/2019	Boutavent	Oise	2 MW	2011	Non	Le rotor d'une éolienne est entré en survitesse pendant plus de 40 minutes jusqu'à ce qu'une des pales commence à se délaminer, provoquant un balourd suffisant pour fatiguer le mât qui s'est plié en deux. Des débris ont été retrouvés jusqu'à 300 m.	Selon l'exploitant, l'absence de passage en position de sécurité des pales est due à une chute de tension au niveau des batteries pilotant la rotation des pales en cas de coupure de l'alimentation électrique.	Base de données ARIA	-
Chute de pale	30/01/2019	Roquetaillade-et-Conilhac	Aude	660 kW	2001	Non	Une pale de l'éolienne n°5 est tombée au sol. Aucun blessé n'est à déplorer.	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.	Base de données ARIA	-
Défaut de conception de composants	12/02/2019	Autechaux	Doubs	2,75 MW	2016	Oui	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 réalise des inspections de 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.	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (aucun accident)
Fuite d'huile	23/03/2019	Argentonnay	Deux-Sèvres	-	-	-	Une fuite d'huile se produit depuis le multiplicateur d'une éolienne. Celle-ci se met automatiquement à l'arrêt à la suite d'une défaillance au niveau d'un composant tournant du multiplicateur. Sur les 450 L d'huile présents dans le mécanisme, seuls 1 à 2 L ont débordé sur la végétation jouxtant la plateforme. L'opérateur est intervenu assez rapidement pour limiter tout risque de pollution.	La rupture d'un composant tournant du multiplicateur est à l'origine de l'incident.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Foudre	02/04/2019	Équancourt	Somme	-	-	-	Lors d'un épisode orageux, la foudre touche une éolienne. Après avoir été alerté par un élu, le gestionnaire du site arrête la machine à distance. Une équipe technique, constate que l'impact de foudre a endommagé le revêtement de la pale, proche de la base, sur 5 000 cm². Le lendemain matin, un expert de la société de fabrication et maintenance de l'éolienne inspecte l'équipement et la pale endommagée. Il estime qu'il n'y a pas de risque d'aggravation des dégâts ni de chute de composants tant que l'éolienne reste à l'arrêt avec les pales mises en drapeau.	Foudre	Base de données ARIA	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Maintenance	12/04/2019	Fontenelle-Montby	Doubs	-	-	-	Lors d'une opération de maintenance, un agent a été légèrement électrisé et un autre présentait des acouphènes.	Surpression ayant causé un arc électrique.	Article de presse (L'Est Républicain)	Non retenu dans l'étude de dangers (maintenance)
Maintenance	15/04/2019	Chailly-sur-Armançon	Côte-d'Or	-	-	-	Un sous-traitant est électrisé par un courant de 20 000 V dans une éolienne. La victime est légèrement blessée. Elle est transportée en centre hospitalier.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (maintenance)
Incendie	18/06/2019	Quesnoy-sur-Airaines	Somme	2,3 MW	2011	Non	Un feu se déclare sur une éolienne du parc. Les équipes de maintenance du site maîtrisent l'incendie. Les pompiers alertés réalisent des contrôles thermiques pour confirmer l'extinction.	D'après la presse, un court-circuit sur un condensateur est à l'origine du sinistre.	Base de données ARIA	-
Incendie + chute d'éléments	25/06/2019	Ambon	Morbihan	1,7 MW	2008	Non	La nacelle d'une éolienne a pris feu. Les pompiers ont sécurisé la zone (périmètre de sécurité de 500 m) laissant le feu s'éteindre de lui-même et gérant le risque de propagation. Des composants ont chuté au sol.	Court-circuit faisant suite à une intervention de maintenance sur le tableau électrique de l'aérogénérateur	Base de données ARIA	-
Rupture de pale (avec projection d'éléments)	27/06/2019	Charly-sur-Marne	Aisne	2 MW	2009	Non	Lors d'une maintenance, deux techniciens remarquent qu'une pale d'éolienne présente un angle anormal. Lors de la mise à l'arrêt de la machine, le bout de la pale abîmée est projeté en 2 morceaux, l'un à	Après expertise de la pale, il est constaté un contact inadéquat de la coque côté extrados et des bords avec l'adhésif du longeron	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							15 m de l'éolienne, l'autre à 100 m. Chaque morceau correspond à une face de la pale.			
Foudre	03/07/2019	Sigean	Aude	660 kW	2000	Non	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 pâle et une ouverture du bout de pâle 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	Base de données ARIA	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Rupture de pale (avec chute + projection d'éléments)	04/09/2019	Escales	Aude	750 kW	2003	Non	L'arrêt d'urgence d'une éolienne se déclenche sans cause identifiée. L'arrêt de l'éolienne est anormalement brutal si bien que deux aérofreins se détachent d'une des pales de l'éolienne, l'un étant retrouvé à 5 m du pied de l'éolienne, l'autre à 65 m.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base de données ARIA	-
Chute d'éléments (nacelle)	28/11/2019	Hangest-en-Santerre	Somme	2 MW	2015	Oui	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. L'exploitant et l'opérateur de maintenance inspectent l'éolienne et l'ensemble du parc.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base de données ARIA	-
Mise en mouvement non contrôlée	06/12/2019	Avelanges	Côte-d'Or	-	-	-	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. Les gendarmes stoppent la circulation sur la route voisine. Les conditions climatiques, vent violent, empêchent l'équipe d'intervenir pour	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.	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (aucun accident)

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							mettre en sécurité la machine. Le lendemain vers 11 h, l'équipe bloque le rotor et remet les pales en position de sécurité.			
Rupture de pale (avec chute d'éléments)	09/12/2019	Montjean – Theil-Rabier	Charente	2 MW	2016	Oui	En fin de journée, la pale de l'éolienne n°5 s'est brisée. L'aérogénérateur s'est automatiquement mis à l'arrêt et les 11 autres machines stoppées par l'exploitant. La zone a été sécurisée et gardée afin d'en interdire l'accès au public, Le morceau de pale est resté accroché pendant trois jours jusqu'à ce qu'il cède et chute au sol	Cause probable de l'accident non évoquée. À l'issue des premières analyses aucun emballement du rotor n'a été constaté.	Article de presse (Charente Libre, 14/12/2019)	-
Incendie (sans flamme)	16/12/2019	Poinville	Eure-et-Loir	-	-	-	Vers 12h30, un feu sans flamme se déclare sur une éolienne d'un parc éolien. A 13h10, de la fumée blanche est constatée. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité et surveillent l'équipement. Vers 16 h, il n'y a plus de fumée, les pompiers inspectent la machine en pied et quittent le site vers 17 h.	L'expert en assurance suppose une combustion sans flamme et estime la température atteinte en nacelle en dessous de 100 °C. Cause probable non évoquée	Base de données ARIA	-
Incendie	17/12/2019	Ambonville	Haute-Marne	-	-	-	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.	Base de données ARIA	-
Chute d'éléments	22/01/2020	Saint-Seine-l'Abbaye	Côte-d'Or	-	-	-	Au cours d'une patrouille de routine à 11 h, un gendarme trouve un joint de pale au pied d'une éolienne. Il contacte l'exploitant par le numéro d'urgence. L'entreprise de maintenance se rend sur place pour récupérer l'équipement. L'incident est sans conséquence, le joint permet principalement de diminuer les turbulences au niveau du rotor. Ce joint de pale avait glissé sur le premier mètre de la pale 2 semaines plus tôt et une	L'événement est causé par une défaillance du collier de serrage sous dimensionné par rapport aux contraintes dans le temps.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							intervention était prévue la semaine de l'évènement.			
Rupture de pale (avec chute + projection d'élements)	09/02/2020	Beaurevoir	Aisne	2 MW	2009	Non	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. L'exploitant place la pale endommagée en position basse, ôte les débris qui peuvent se détacher et met à l'arrêt les autres machines du parc. Il informe la mairie et les propriétaires fonciers de l'incident. Des débris de pâles en fibre de verre sont projetés dans les champs jusqu'à plusieurs centaines de mètres en raison des vents importants au moment de la rupture. Certains débris traversent une route départementale.	D'après l'exploitant, les conditions météorologiques durant le week-end sont à l'origine de la rupture de la pale.	Base de données ARIA	-
Endommagement	09/02/2020	Wancourt	Pas-de-Calais	2 MW	2010	Non	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.	Tempête	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (aucun accident)
Rupture de pale	26/02/2020	Montjean – Theil-Rabier	Charente	2 MW	2016	Oui	Deux mois et demi après un évènement similaire sur un autre aérogénérateur du parc, une pale s'est à nouveau brisée. Le morceau rompu est resté accroché au	Cause probable de l'accident non évoquée	Article de presse (Charente	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							rotor, maintenu par les fibres de verre constituant l'habillage de la pale.		Libre, 28/02/2020)	pale est restée accrochée)
Incendie	29/02/2020	Boisbergues	Somme	2 MW	2015	Oui	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 est resté sur le mât sans atteindre les pales. L'éolienne est hors-service.	L'incendie est probablement dû à une fuite d'huile.	Base de données ARIA	-
Incendie	24/03/2020	Flavin	Aveyron	-	-	-	A 9h40, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne. Un riverain alerte les pompiers qui préviennent l'exploitant. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. A 12 h, l'incendie est terminé. Les 4 autres éoliennes sont arrêtées. Dès le lendemain, l'exploitant met en place un gardiennage par une société extérieure et une surveillance permanente à distance via une caméra. L'éolienne était en fonctionnement normal et les conditions météorologiques peu contraignantes au moment de l'incident. 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.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile	10/04/2020	Ruffiac	Morbihan	-	-	-	Une entreprise responsable de la maintenance d'un parc éolien constate une fuite d'huile hydraulique au niveau de la nacelle d'une éolienne. 40 l d'huile s'écoulent le long du mât jusqu'au massif de fondation. L'exploitant du parc est alerté. Il mandate la société de maintenance de réaliser le nettoyage des	L'origine de la fuite est un défaut au niveau de l'accumulateur de l'éolienne.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							zones affectées. Il n'y a pas d'atteinte au sol.			
Incendie	20/04/2020	Le Vauclin	Martinique	-	-	-	Peu avant 14 h, un feu se déclare sur le générateur d'une éolienne déposée au sol en vue de son démantèlement, 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 manicou (famille des marsupiaux) serait à l'origine de l'incendie.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale et chute d'élément	30/04/2020	Plouarzel	Finistère	660 kW	2000	Non	Une pale de 20 m de long 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. Le responsable d'exploitation et une équipe arrêtent et mettent en sécurité les 5 éoliennes du parc. Un gardiennage 24h/24 et un périmètre de sécurité de 50 à 60 m sont mis en place. 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. Des débris de fibres de verre et de colle sont présents dans un rayon de 60 m autour de l'éolienne. L'exploitant collecte ces déchets. Le système de surveillance de l'éolienne n'a	L'éventualité d'un impact de foudre n'est pas écartée, ou d'une mauvaise orientation des pales, qui a pu entraîner un défaut généralisé. L'inspection des installations classées avance l'hypothèse de coups de vents à répétition dans la zone d'implantation, dont la vitesse serait supérieure à celle à l'origine du dimensionnement de l'éolienne, et qui auraient pu avoir fatigué prématurément les pales.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							pas détecté les chocs de la pale sur le mât, ni de déséquilibre dans la rotation des pales. L'exploitant confirme que l'éolienne, âgée de 20 ans, n'est pas dotée de dispositif de balourd.			
Fuite de gaz à proximité d'éoliennes	19/05/2020	Saron-sur-Aube	Marne	2 MW	2016	-	Vers 12 h lors de travaux, un engin de chantier arrache une conduite de 100 mm et de pression 42 bar sur le réseau de transport de gaz naturel. Le sifflement s'entend à 500 m. La fuite se situe à proximité d'un parc éolien. L'engin de chantier à l'origine de la fuite est toujours en fonctionnement, le risque d'explosion et d'incendie n'est pas écarté. L'engin est reculé sous protection hydraulique à l'aide d'une lance à incendie et mis en sécurité. Le gestionnaire du réseau de transport de gaz isole la canalisation en amont et en aval et purge le tronçon de réseau.	Accident dû à un engin de chantier	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (aucun accident)
Fuite d'huile	07/06/2020	Lehaucourt	Aisne	2,5 MW	2005	-	Vers 10 h, une fuite d'huile hydraulique se produit au niveau de la boite de vitesse située dans la nacelle d'une éolienne.	La fuite est due à la rupture d'un flexible de lubrification hydraulique pour refroidissement de la boite de vitesse. L'exploitant conclut à une fragilité dans la structure même du flexible.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute de pale	27/06/2020	Plemet	Côtes-d'Armor	2,5 MW	-	-	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. L'exploitant reçoit des alarmes sur son système de sécurité. Un passant alerte la gendarmerie qui sécurise la zone et interdit l'accès à l'éolienne. L'ensemble du parc est mis à l'arrêt. Sur place vers 13 h, l'exploitant poursuit la mise en sécurité du site.	L'analyse des conditions météorologiques sur le secteur du parc le jour de l'incident montre que la rupture d'adhérence est survenue de manière prématurée à la suite de l'accumulation de phénomènes de charge : vents violents, rafales, turbulences, changement de mode de production dû au bridage acoustique.	Base de données ARIA	-
Incendie + chute d'éléments	01/08/2020	Issanlas	Ardèche	2 MW	2017	-	A 15 h, des techniciens en intervention dans un parc éolien constatent un dégagement de fumée au niveau de la nacelle d'une éolienne. Ils alertent l'exploitant qui arrête l'ensemble du parc. Le gestionnaire du réseau électrique coupe le réseau HT. De la fumée est visible et des débris tombent au pied de l'éolienne. Les pompiers interviennent au sol pour éteindre des départs de feu de broussailles. La fumée s'estompe d'elle-même en 15 minutes. Des résidus en combustion ont atteint le sol, ce qui a provoqué des dégâts sur 20 m² de végétation au pied de l'éolienne. Les dégâts internes restent concentrés au niveau de la génératrice en nacelle et nécessitent des réparations.	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.	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile	01/09/2020	Bouchy-Saint-Genest	Marne	2 MW	2016	-	Lors d'une visite de site, un opérateur constate une fuite d'huile sur l'une des éoliennes d'un parc éolien. Le produit a atteint le sol au pied du mât. Le sous-traitant met en place un kit anti-pollution autour de la fondation extérieure pour éviter que plus de produit n'atteigne le sol.	La fuite proviendrait d'un flexible allant d'un accumulateur à un collecteur de deux pales.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile	11/12/2020	Charmont-en-Beauce	Loiret	3 MW	2016	-	Une fuite d'huile se produit au niveau de la nacelle d'une éolienne. L'huile ruisselle le long du mât. L'alerte est donnée par une équipe de maintenance d'une société sous-traitante en intervention sur le parc. Les intervenants montent dans la nacelle, identifient la vanne en cause et la ferment.	La fuite d'huile provient de la vanne de prélèvement d'huile restée ouverte pendant plusieurs heures. Au cours d'une intervention dans la nacelle, la manipulation d'objets aurait provoqué l'ouverture involontaire de cette vanne.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	12/01/2021	St-Georges-sur-Arnon	Indre	2,5 MW	2009	-	Vers 7 h, une pale d'une éolienne se disloque partiellement. A 6h50, le centre de supervision du parc éolien, situé en Allemagne, reçoit une alarme de mise en drapeau des pales à 90 °. Il transmet l'information au centre de maintenance à quelques km du parc. Le personnel se rend sur place vers 8 h. Vers 9 h, l'exploitant prévient les pompiers et met en place un périmètre de sécurité de 150 m autour du mât. Une inspection par drone est réalisée pour visualiser le risque de chute de morceaux et décider comment intervenir pour déposer la pâle.	Dysfonctionnement du système d'orientation des pales.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	12/02/2021	Priez	Aisne	2,3 MW	2017	-	Vers 8 h, la pale d'une éolienne se casse. L'alerte est donnée à l'exploitant par la mairie. Vers 9h15, les équipes de maintenance arrêtent l'ensemble des éoliennes du parc à distance. Sur place à 10h30, elles établissent un périmètre de sécurité de 150 m autour de l'éolienne.	La casse est due à un défaut de réparation au niveau du bord de fuite (trou). La réparation a été effectuée par un technicien à l'issue de la fabrication. Aucun système instrumenté de sécurité n'a détecté la rupture de pale pouvant entraîner l'arrêt de la machine en sécurité.	Base de données ARIA	-
Chute de pale	13/02/2021	Patay	Loiret	2 MW	2007	-	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.	Défaut de collage de la pale, non constaté lors des opérations de maintenance	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile	03/11/2021	La Fage-Montivernoux	Lozère	2,3 MW	2007		Des traces de graisse sont observées sur les plateformes et à la base des pales d'éoliennes dans un parc éolien. Un diagnostic de pollution des sols est effectué. Le technicien de maintenance remplace les joints.	Le déversement est lié à la présence de fissures sur les joints d'étanchéité des pales.	Base de données ARIA	-
Chute de pale	03/12/2021	La Souterraine	Creuse	2 MW	2013		Vers 16 h, une éolienne perd une pale qui tombe dans une prairie à 60 à 100 m du pied de l'éolienne. Des débris chutent également à proximité de l'éolienne concernée. Le site est mis en sécurité et les 3 autres éoliennes du parc sont arrêtées. La fixation entre la pale et le moyeu central est restée attachée,	Non identifiée	Base de données ARIA	-
Chute d'élément	24/12/2021	Fécamp	Seine-Maritime	900 kW	2006	Non	Vers 9h10, un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne dans un parc éolien. L'éolienne s'arrête automatiquement. Le cadre d'astreinte décide de ne pas tenter de relancer la machine à distance. Comme les consignes d'exploitation du parc ne prévoient pas d'astreinte, l'intervention des techniciens est programmée 3 jours plus tard. Lorsque l'équipe de maintenance se déplace sur le site, celle-ci découvre l'équipement à 155 m dans le champ jouxtant l'éolienne. La zone est balisée et l'aérofrein est évacué. Le parc entier est arrêté par mesure préventive en attente d'expertise.	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. Les tendeurs sont contrôlés tous les 6 mois. Le collage est dimensionné pour tenir la durée de vie certifiée de l'éolienne (20 ans). L'affaiblissement proviendrait de la chute précédente. Après cet événement, le collage n'avait pu être vérifié par ultrasons car la présence de bulles d'air renvoyait un écho.	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile	03/02/2022	Noirlieu	Marne	850kW	2005	Non	L'exploitant d'un parc éolien constate une fuite d'huile sur l'extérieur du mât d'une éolienne. Il met en place un kit d'absorption, nettoie le fond de la nacelle et y pose des chiffons absorbants. Des boudins sont mis autour du mât de l'éolienne pour éviter toute pénétration dans le sol. Après utilisation des boudins et des feuilles absorbantes du kit antifuite, ces derniers sont évacués et traités	L'origine de l'événement est une infiltration d'eau sur le toit de la nacelle, au niveau du raccordement du système de refroidissement, qui a emmené avec elle les taches d'huiles présentes dans le fond de nacelle, à l'extérieur du mât.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
							conformément à la gestion des emballages et matériaux souillés.			
Fuite d'huile	10/02/2022	Oresmaux	Somme	2 kW	2018	Non	Une fuite de d'huile se produit au niveau du système d'orientation des pales dans le rotor et le long de la tour d'une éolienne. Arrêt de la turbine et application d'un kit anti-pollution. 100 l d'huile se sont déversés le long du mât. Une faible quantité a atteint le pied de l'éolienne.	La fuite est due à un bouchon d'un cylindre du système d'orientation des pales dans le rotor mal resserré.	Base de données ARIA	-
Cyberattaque	24/02/2022	Cinquantaine de parcs éoliens touchés	France	-	-	-	Il s'agit de la perte de communication du pilotage à distance avec le système SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) des éoliennes. Les éoliennes continuent à produire de l'électricité et fonctionnent en mode de sécurité automatique. Les exploitants mettent en place des visites quotidiennes de surveillance des parcs et une vigilance accrue des conditions météorologiques. Un parc est mis à l'arrêt devant l'impossibilité de réaliser ces visites.	La supervision à distance a été interrompue à cause de la cyberattaque de la liaison satellite. Elle est en lien avec l'invasion de l'Ukraine par la Russie car les satellites sont probablement utilisés pour des communications de l'armée ukrainienne.	Base de données ARIA	-
Chute de pale	02/04/2022	Saint-Félix-Lauragais	Haute-Garonne	1,67 MW	2009	-	À 9h27 un samedi, 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.	Une panne/casse mécanique pourrait être à l'origine de l'erreur de pitch. La casse serait due à une tempête	Base de données ARIA	-
Chute d'élément	03/04/2022	Omissy	Aisne	2 MW	2008	-	Vers midi, le marche pied fixé dans le moyeu d'une éolienne se désolidarise. Il sort du moyeu, et se coince entre le moyeu, le cône, le pied de pale et la nacelle. Une des pièces de fixation du marche pied s'échappe du cône et chute sur l'escalier d'accès au pied de la turbine. En se coinçant, le marche pied arrache des câbles d'alimentation, mettant l'éolienne à l'arrêt.	Inconnue	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	20/04/2022	Saint-Germainmont	Ardennes	2,05 MW	2011	-	Vers 13h30, un feu se déclare sur une éolienne. Une alarme sur la boîte de vitesse se déclenche au centre de contrôle du turbinier. L'éolienne se met en sécurité en plaçant les pales en position "drapeau". À 16h20, les pompiers quittent le site après confirmation que le feu s'est éteint de lui-même. Au vu du risque de chute de pièces de l'éolienne, le périmètre de sécurité est élargi à 300 m et des panneaux d'information sont installés.	Inconnue	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile	27/04/2022	Riols	Hérault	-	-	-	Vers 10 h, des techniciens en intervention sur site constatent une coulée d'huile biodégradable de 140 l sur le mât et des projections de gouttes au sol sur la plateforme d'une éolienne. L'installation est mise à l'arrêt et un kit antipollution est disposé pour contenir la fuite au sol.	La fuite est due à une rupture de flexible de la multiplicatrice en nacelle.	Base de données ARIA	-
Chute de pale	30/04/2022	Roquetaillade-et-Conhilhac	Aude	-	2001	-	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 °.	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile	29/05/2022	Assac	Tarn	2,05 MW	2012	-	Dans un parc éolien, de l'huile de multiplicatrice se déverse dans le bac de rétention de la nacelle. Le vent génère des mouvements de la nacelle, provoquant le débordement de l'huile au pied de la machine et au sol.	La fuite est due à une panne de la multiplicatrice. La machine était à l'arrêt depuis plusieurs jours. Les roulements ne tournaient plus, le rotor n'avait plus de degrés de liberté. Le rotor a essayé de bouger avec le vent, causant la casse d'un roulement. La multiplicatrice serait alors sortie de son logement et ouverte entrainant le déversement de l'huile.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	05/08/2022	Pont-Melvez	Côtes-d'Armor	1,3 MW	2006	-	Vers 13h30, un feu se déclare dans le rotor d'une éolienne au sein d'un parc éolien. Un important panache de fumée se dégage. 400 m² de végétation ont brûlé. Le rotor et les pales sont détruits.	Inconnue	Base de données ARIA	-
Incendie	22/08/2022	Coole	Marne	2,3 MW	2020	-	En début d'après-midi, lors de travaux d'entretien, la nacelle d'une éolienne de 90 m de haut prend feu. La nacelle est entièrement détruite.	Explosion du convertisseur d'électricité dans la nacelle	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile	19/09/2022	Les Touches	Loire-Atlantique	2,35 MW	2018	-	Sur la nacelle, un suintement au niveau du sertissage d'un flexible du circuit de refroidissement de la boîte de vitesses est visible (pression : 3 bar). 80 l d'huile sont présents dans le bac de rétention en nacelle en plus d'une vingtaine de litres le long de la tour. Les traces s'arrêtent 10 m sous la nacelle. En préventif, les techniciens mettent en place des boudins absorbants en pied de machine. 3 jours plus tard, l'exploitant confirme que le bac de rétention est vidé, le flexible défaillant remplacé et la machine de nouveau en production.	Inconnue	Base de données ARIA	-
Malveillance	19/10/2022	Joncels	Hérault	850 kW	2016	-	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.	Intrusion	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (aucun accident)
Malveillance	24/10/2022	Joncels	Hérault	850 kW	2016	-	L'accès au local serveur est forcé et le matériel informatique vandalisé en partie.	Intrusion	Base de données ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (aucun accident)

Type d'accident	Date	Nom du parc / Commune	Département	Puissance par éolienne	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire sur l'utilisation dans l'étude de dangers
Foudre	23/11/2022	Plélan-le-Grand	Ile-et-Vilaine	2 MW	2008	-	Un orage touche un réseau électrique et des éoliennes. Une carte électronique est détériorée et la machine s'arrête. Deux jours plus tard, après réparation et peu après le redémarrage de l'éolienne, le bout d'une pale se plie.	Impact de foudre	Base de données ARIA	-
Foudre	12/07/2023	Chanteraine	Meuse	2,2 MW	2018	-	Une équipe de maintenance intervient sur une turbine d'un parc éolien après une détection d'alarme. Elle constate la casse de l'une des pales de l'éolienne. L'équipe balise la zone autour de l'éolienne ainsi que les deux chemins d'accès. Le parc est mis à l'arrêt de manière préventive.	Impact de foudre	Base de données ARIA	-

Annexe 3 : Scénarios génériques issus de l'Analyse Préliminaire des Risques

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

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté chapitre 7.4 du présent dossier. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.

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

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

Scénario G01

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

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

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

Scénario G02

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

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

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

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

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

Dans l'Analyse Préliminaire des Risques, seulement quelques exemples sont fournis. La méthodologie suivante pourra aider à déterminer l'ensemble des scénarios devant être regardé :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

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

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

Scénario F01

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

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

- vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance ;
- détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances ;
- procédure de gestion des situations d'urgence.

Deux événements peuvent être aggravants :

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

Scénario F02

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

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

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

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

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

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

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

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

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

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

- défaut de conception et de fabrication ;
- non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance ;
- causes externes dues à l'environnement : glace, tempête, foudre, etc.

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

L'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite dans la présente Annexe 3 (scénarios incendies).

Scénario P01

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

Scénario P02

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

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

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

Scénario P03

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

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

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

- erreur de dimensionnement de la fondation : contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;
- non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : formation du personnel intervenant ;
- causes externes dues à l'environnement : séisme, etc.

Annexe 4 : Probabilité d'atteinte et risque industriel

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

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

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

Avec :

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

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

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

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

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

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

Le tableau suivant récapitule les probabilités d'accident en fonction de l'événement redouté central.

Évènement redouté central (ERC)	Borne supérieure de la classe de probabilité de l'ERC (pour les éoliennes récentes)	Degré d'exposition (en %)	Probabilité d'accident
Effondrement de l'éolienne	10^{-4}	0,8819	$8,819.10^{-7}$ (E)
Chute de glace	1	0,0048	$4,792.10^{-5}$ (D)
Chute d'éléments	10^{-3}	0,9178	$9,178.10^{-6}$ (E)
Projection de pales ou de fragments de pales	10^{-4}	0,0244	$2,439.10^{-8}$ (E)
Projection de morceaux de glace	10^{-2}	0,00015	$1,458.10^{-8}$ (E)

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

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

Annexe 5 : Glossaire

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

Accident : Événement 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 mises à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

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

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

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

Évènement redouté central : Évènement 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 évènements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les évènements situés en aval « phase post-accidentelle ».

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

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

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

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

  La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source » ;
- réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence).

Risque : « Combinaison de la probabilité d'un évènement 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'évènements conduisant d'un évènement 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'évènements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

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

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

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

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

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

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

Annexe 6 : Bibliographie et références utilisées

[1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011

[2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006

[3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum

[4] Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24

[5] 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

[6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004

[7] Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006

[8] Oméga 10 : Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005

[9] 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

[10] 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

[11] 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

[12] Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne

[13] 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

[14] Alpine test site Gütsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin etal

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

[16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteurtrois J.-P. - juillet 2004

[17] Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003

[18] Wind energy in the BSR : impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005

Table des illustrations

Cartes

Carte 1 : Localisation du site....20
Carte 2 : Localisation des éoliennes de la Lande de Faye....20
Carte 3 : Zone d'étude et aires d'études des dangers définies autour de chaque aérogénérateur....21
Carte 4 : L'habitat au regard de la zone d'étude des dangers....25
Carte 5 : localisation des ICPE à proximité de la zone d'étude....26
Carte 6 : Les activités identifiées au droit de la zone d'étude des dangers....27
Carte 7 : Zonage sismique en Limousin....30
Carte 8 : Exposition du site au retrait-gonflement des sols argileux....31
Carte 9 : Répartition des impacts de foudre sur le territoire français métropolitain (Source : MétéoFrance)....32
Carte 10 : Aléa inondation....33
Carte 11 : Sensibilité aux inondations par remontée de nappes....34
Carte 12 : Les infrastructures de transport identifiées au sein de la zone d'étude des dangers....36
Carte 13 : Les intérêts à protéger (enjeux) au sein des aires d'étude des dangers des éoliennes de la Lande de Faye....39
Carte 14 : Plan du projet de parc éolien de la Lande de Faye en phase exploitation....45
Carte 15 : Cartographie des enjeux identifiés dans les zones d'effet du scénario d'effondrement d'éolienne....86
Carte 16 : Cartographie des enjeux identifiés dans les zones d'effet du scénario de chute de glace....89
Carte 17 : Cartographie des enjeux identifiés dans les zones d'effet du scénario de chute d'éléments....91
Carte 18 : Cartographie des enjeux identifiés dans les zones d'effet du scénario de projection de pales ou de fragments de pales....93
Carte 19 : Cartographie des enjeux identifiés dans les zones d'effet du scénario de projection de glace....96
Carte 20 : Cartographie des risques – Scénario d'effondrement de l'éolienne....100
Carte 21 : Cartographie des risques – Scénario de chute de glace....100
Carte 22 : Cartographie des risques – Scénario de chute d'éléments de l'éolienne....101
Carte 23 : Cartographie des risques – Scénario de projection de pales ou de fragments de pales....101
Carte 24 : Cartographie des risques – Scénario de projection de morceaux de glace....102

Tableaux

Tableau 1 : Rubrique 2980 de la nomenclature ICPE....16
Tableau 2 : Coordonnées du porteur de projet et de la société exploitante....19
Tableau 3 : Les différents types de mouvements de terrains (Source : Géorisques)....30
Tableau 4 : Description des zones d'exposition au retrait-gonflement des sols argileux....31
Tableau 5 : Recensement des enjeux et agresseurs potentiels de la zone d'étude des dangers....37
Tableau 6 : Nombre de personnes permanentes exposées au regard de l'activité ou de l'occupation du sol considérée....38
Tableau 7 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison....44
Tableau 8 : Les principales caractéristiques de vitesse de vent du modèle envisagé....46
Tableau 9 : Découpage fonctionnel de l'installation et caractéristiques (Source : ABO Wind))....46
Tableau 10 : Conformité du projet vis-à-vis des dispositions relatives à la sécurité de l'arrêté du 26 août 2011 modifié....49
Tableau 11 : Dangers potentiels liés au fonctionnement du parc éolien....54
Tableau 12 : Agressions externes potentielles liées aux activités humaines....68
Tableau 13 : Agressions externes potentielles liées aux phénomènes naturels....69
Tableau 14 : Séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération d'un danger (Source : INERIS/SER)....71
Tableau 15 : Scénarios exclus de l'étude détaillée des risques et justifications....77
Tableau 16 : Intensité et degré d'exposition à un évènement accidentel ayant lieu sur une éolienne....81
Tableau 17 : Seuils de gravité définis au regard du seuil d'exposition....82
Tableau 18 : Classes de probabilité utilisées pour la caractérisation des scénarios d'accident majeur....82
Tableau 19 : Matrice de criticité des risques....83
Tableau 20 : Critères dimensionnels des éoliennes retenus pour les calculs....84
Tableau 21 : Surfaces des zones d'effet pour chaque scénario....84
Tableau 22 : Surfaces des zones d'impact pour chaque scénario....84
Tableau 23 : Caractérisation de l'intensité de l'effet pour chaque scénario....85
Tableau 24 : Zones d'effet et niveaux d'intensité retenus pour chaque scénario étudié....85
Tableau 25 : Nombre de personnes permanentes exposées au regard de l'activité ou de l'occupation du sol considérée....85
Tableau 26 : Nombre de personnes permanentes exposées au risque d'effondrement d'éolienne....87
Tableau 27 : Gravité du scénario d'effondrement de chaque éolienne....87
Tableau 28 : Fréquences d'apparition d'un évènement de type « effondrement d'éolienne » selon la littérature....87
Tableau 29 : Acceptabilité du risque d'effondrement d'éolienne....88
Tableau 30 : Nombre de personnes permanentes exposées au risque de chute de glace....89
Tableau 31 : Gravité du scénario de chute de glace....90
Tableau 32 : Acceptabilité du risque de chute de glace....90
Tableau 33 : Nombre de personnes permanentes exposées au risque de chute d'éléments....91
Tableau 34 : Gravité du scénario de chute d'éléments....92
Tableau 35 : Acceptabilité du risque de chute d'éléments de l'éolienne....92
Tableau 36 : Nombre de personnes permanentes exposées au risque de projection de pales ou de fragments de pales....94
Tableau 37 : Gravité du scénario de projection de pales ou de fragments de pales....94
Tableau 38 : Fréquences d'apparition d'un évènement de type « projection d'éléments » selon la littérature....94
Tableau 39 : Acceptabilité du risque de projection de pales ou de fragments de pales....95
Tableau 40 : Nombre de personnes permanentes exposées au risque de projection de glace....97
Tableau 41 : Gravité du scénario de projection de glace....97
Tableau 42 : Acceptabilité du risque de projection de morceaux de glace....98
Tableau 43 : Synthèse des scénarios étudiés....99
Tableau 44 : Matrice de criticité des risques....99

Tableau 45 : Tableau de synthèse des scénarios et de leur acceptabilité 105
Tableau 46 : Principales mesures de sécurité mises en place 105

Figures

Figure 1 : Étapes de la démarche d'étude de dangers (Source : Guide technique, mai 2012) 13
Figure 2 : Détermination du régime ICPE d'un parc éolien (Source : ENCIS Environnement) 14
Figure 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (Source : d'après le Guide technique, Mai 2012) 43
Figure 4 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne (Source : Guide technique, Mai 2012).....44
Figure 5 : Raccordement électrique des installations (Source : Guide technique, mai 2012).....50
Figure 6 : Répartition des accidents et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et janvier 2024 (Source : ENCIS Environnement, d'après le Guide technique, mai 2012) 62
Figure 7 : Répartition des accidents à l'international entre 2000 et 2011 (Source : Guide technique, mai 2012) ..63
Figure 8 : Répartition des causes premières d'effondrement dans les accidents à l'international entre 2000 et 2011 63
Figure 9 : Répartition des causes premières de rupture de pale dans les accidents à l'international entre 2000 et 2011 63
Figure 10 : Répartition des causes premières d'incendie dans les accidents à l'international entre 2000 et 201163
Figure 11 : Evolution du nombre d'accidents annuels en France et puissance éolienne installée depuis 2000 64
Figure 12 : Zone d'effet du phénomène d'effondrement de l'éolienne 86
Figure 13 : Zone d'effet du phénomène de chute de glace 88
Figure 14 : Zone d'effet du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne 90
Figure 15 : Zone d'effet du phénomène de projection de pales ou de fragments de pales.....93
Figure 16 : Zone d'effet du phénomène de projection de glace 96

Février 2024

Résumé non technique de l'étude de dangers du projet de parc éolien de la Lande de Faye

DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

Département : HAUTE-VIENNE (87)

Communes : DROUX – MAGNAC-LAVAL

Tome 5.2 du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

Maître d'ouvrage

ABO WIND

Étude réalisée par

ENCIS Environnement
90 rue Buck Clayton
87000 LIMOGES

Historique des révisions				
Version	**Établi par :**	**Corrigé par :**	**Validé par :**	**Commentaires et date**
0	Stéphanie CHARLAT	Marine GILLOT	Marine GILLOT	Première émission 26/02/2024
	StC	*MG*	*MG*	

Avant-propos

Depuis la publication du décret n°2011-984 du 23 août 2011 modifiant la nomenclature des installations classées, les parcs éoliens terrestres équipés d'un ou de plusieurs aérogénérateurs sont inscrits à la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), rubrique n°2980. À ce titre, et en fonction de critères dimensionnels et/ou de puissance, ils peuvent être soumis, selon les cas, au régime d'autorisation ou de déclaration. Le projet de parc éolien de la Lande de Faye sera équipé d'aérogénérateurs dont la hauteur de l'ensemble mât + nacelle dépasse 50 m ; **ce critère le soumet au régime d'autorisation**, qualifiée d'autorisation environnementale au sens de l'article L.512-1 du Code de l'environnement.

L'autorisation environnementale, encadrée par les articles L.181-1 à L.181-32 et R.181-1 à R.181-56 du Code de l'environnement, rassemble plusieurs procédures nécessaires à la réalisation d'un projet et pouvant relever de différentes législations (Code de l'environnement, Code forestier (nouveau), etc.). L'ensemble des documents justifiant la bonne prise en compte de ces procédures est compilé au sein d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) qui, suite à une phase d'instruction, permet à l'autorité administrative compétente de statuer sur une décision d'octroi ou de refus.

Conformément aux dispositions de l'article D.181-15-2 du Code de l'environnement, le Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) **doit notamment comporter une étude de dangers** dont l'objet est de justifier « *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 doit comporter par ailleurs « *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* ».

Ainsi, et conformément à la réglementation en vigueur, le présent rapport constitue le résumé non technique de l'étude de dangers du projet de parc éolien de la Lande de Faye.

Table des matières

1 Objectifs et étapes de l'étude de dangers 7
2 Informations générales concernant l'installation 7
2.1 Renseignements administratifs 7
2.2 Localisation du site 8
2.3 Définition de l'aire d'étude 9
3 Description de l'environnement de l'installation 10
3.1 Environnement humain 10
3.2 Environnement naturel 11
3.2.1 Contexte climatique 11
3.2.2 Risques naturels 11
3.3 Environnement matériel 11
3.4 Cartographie de synthèse 12
4 Description de l'installation 14
4.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien 14
4.1.1 Éléments constitutifs d'un aérogénérateur 14
4.1.2 Emprises au sol 14
4.1.3 Chemins d'accès 15
4.2 Composition de l'installation 15
4.3 Fonctionnement de l'installation 17
5 Les potentiels de dangers de l'installation 17
5.1 Recensement des potentiels de dangers 17
5.2 Réduction des potentiels de dangers à la source 17
6 Analyse Préliminaire des Risques 18
7 Étude détaillée des risques 18
7.1 Tableau de synthèse des scénarios étudiés 18
7.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques 19
8 Conclusion 22
Annexe : Définitions 23
Cinétique 23
Intensité 23
Gravité 23
Probabilité 24

1 Objectifs et étapes de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la CPENR de la Lande de Faye pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de la Lande de Faye, autant technologiquement réalisable qu'économiquement acceptable, 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.

Le graphique suivant synthétise les différentes étapes de l'étude de dangers et leurs objectifs.

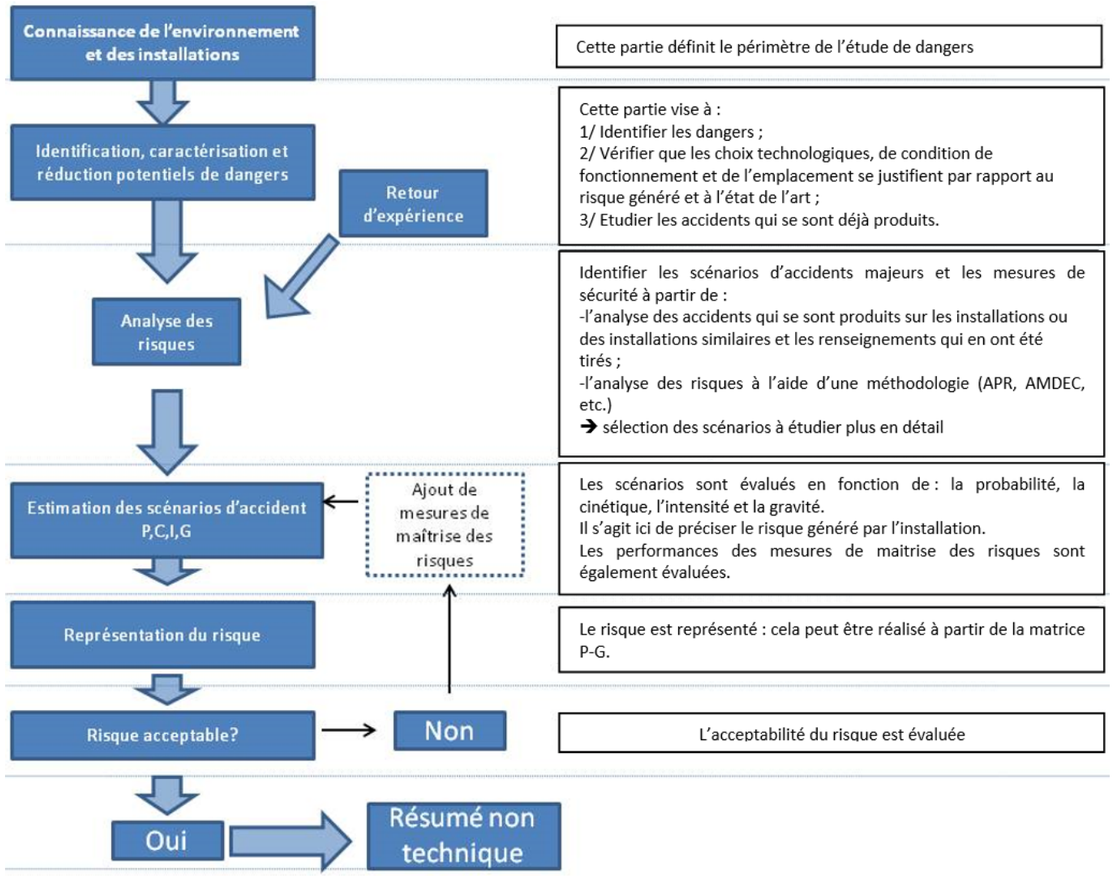


Figure 1 : Étapes de la démarche d'étude de dangers (Source : Guide technique, mai 2012)

Cette étude et son résumé non technique ont été réalisés par Stéphanie CHARLAT, du bureau d'études ENCIS Environnement.

2 Informations générales concernant l'installation

2.1 Renseignements administratifs

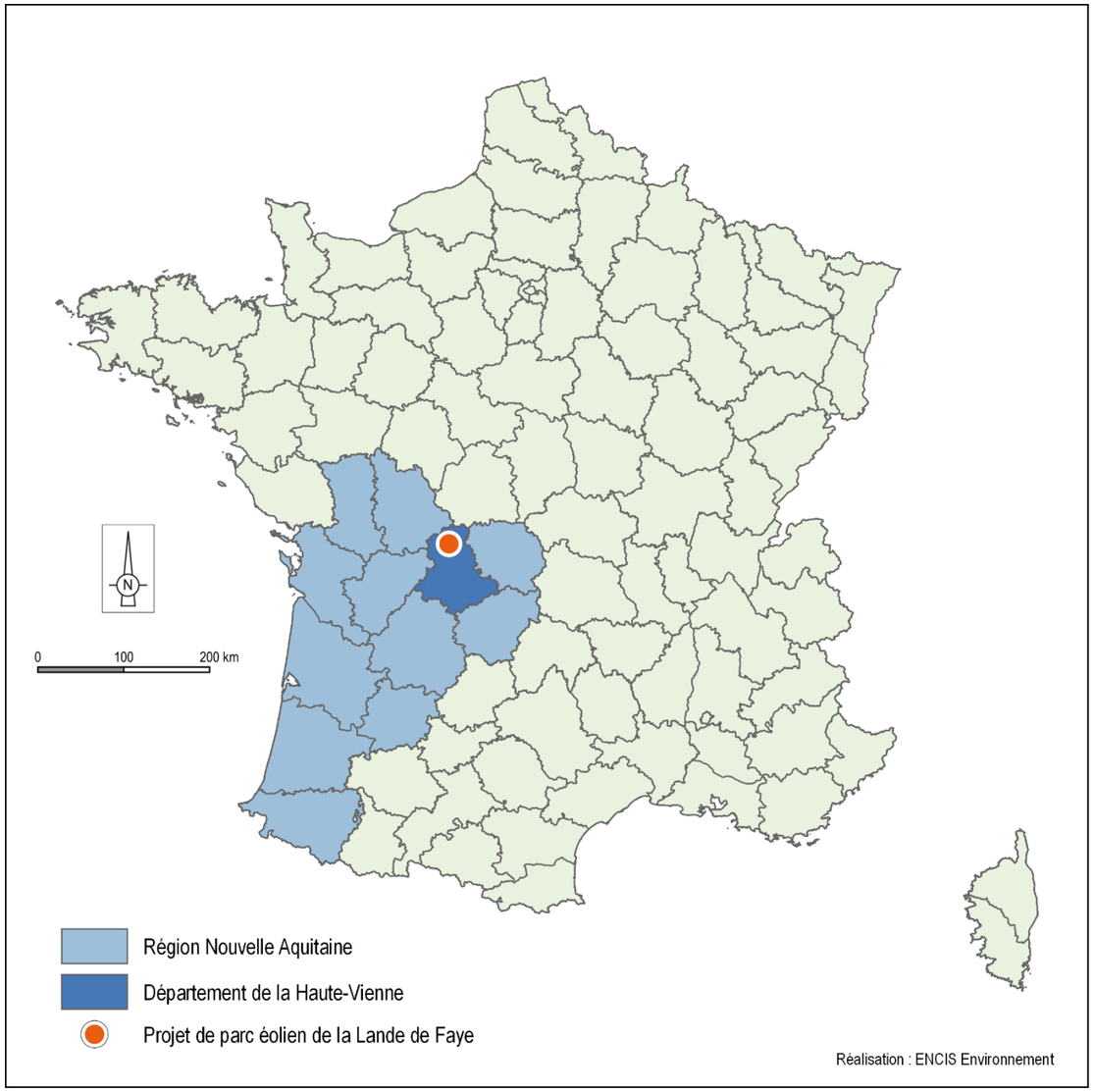
Le projet de parc éolien de la Lande de Faye est porté par la Centrale de Production d'Énergies Renouvelables de la Lande de Faye **(CPENR de la Lande de Faye)**, filiale de ABO Wind, société spécialisé dans la **réalisation de parcs éoliens « clés en main »**, c'est-à-dire depuis le développement, la construction et l'exploitation, en allant jusqu'au démantèlement en fin de vie du parc éolien.

Porteur du projet	
Nom	ABO Wind
Adresse	2 rue du Libre Échange - CS 95893 31506 TOULOUSE Cedex 5
N° téléphone	05 32 26 13 79
N° SIRET	441 291 432 00041
Exploitant du parc éolien	
Nom	CPENR de la Lande de Faye
Adresse	2 rue du Libre Échange - CS 95893 31506 TOULOUSE Cedex 5
N° SIRET	927 686 691 00019

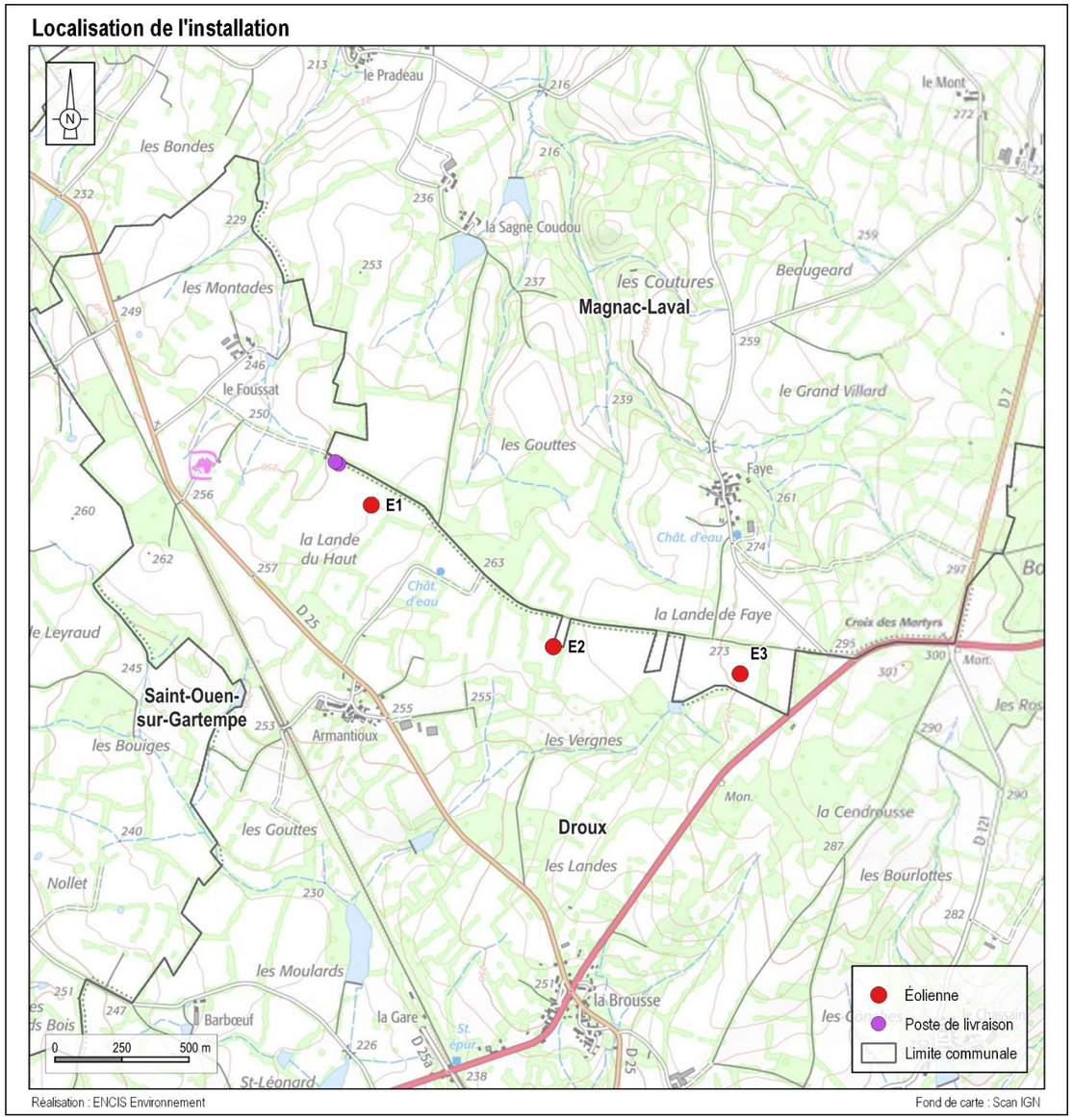
Tableau 1 : Coordonnées du porteur de projet et de la société exploitante

2.2 Localisation du site

Le projet de parc éolien de la Lande de Faye est localisé sur les communes de Droux et de Magnac-Laval, dans le département de la Haute-Vienne (87) en région Nouvelle Aquitaine.



Carte 1 : Localisation du site



Carte 2 : Localisation des éoliennes de la Lande de Faye

2.3 Définition de l'aire d'étude

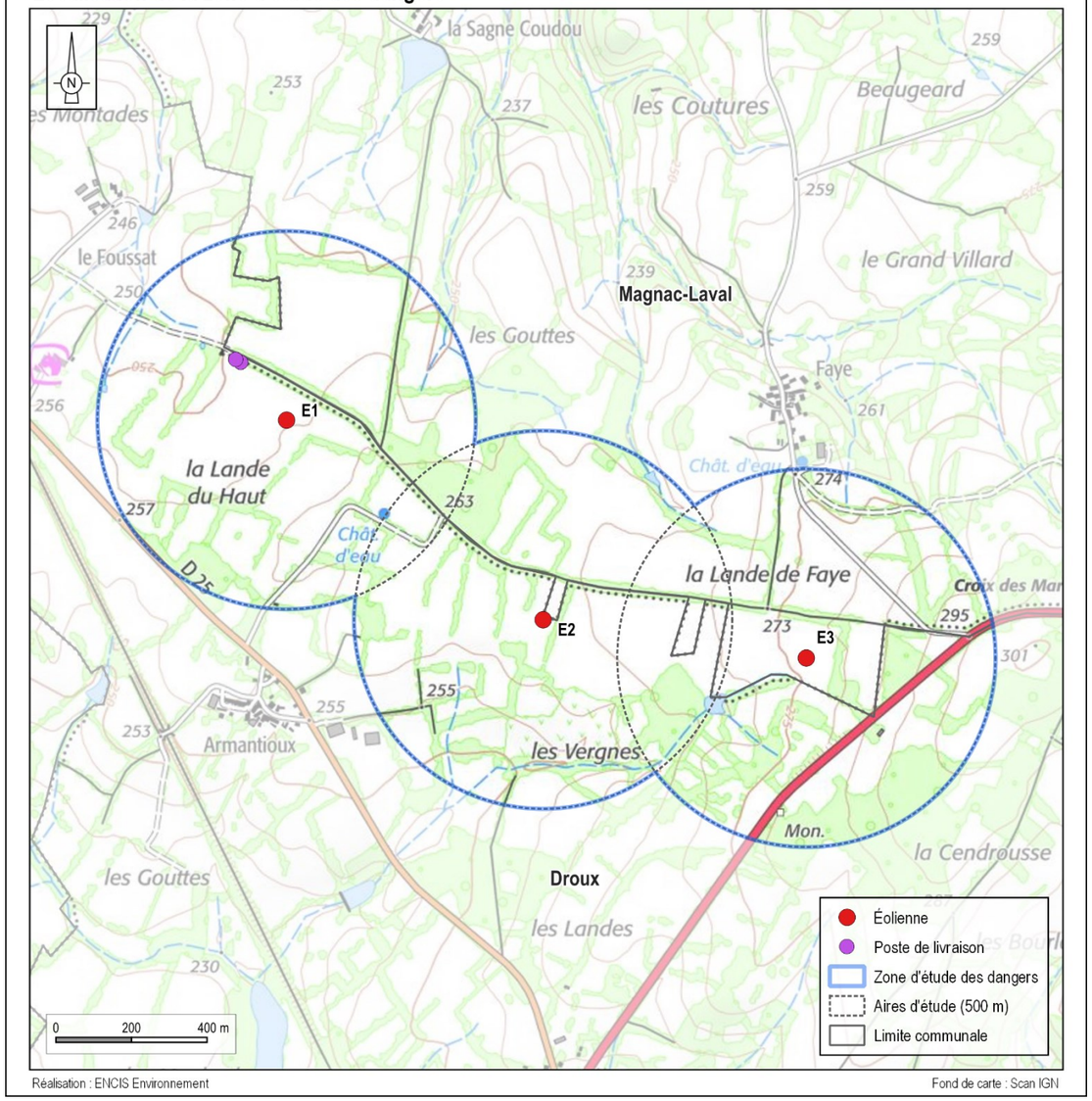
Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour le phénomène de projection d'éléments du rotor, scénario accidentel dont la portée est la plus étendue (cf. chapitre 8.2.2.4 de l'étude de dangers).

La zone d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison, qui sont néanmoins représentés sur la carte suivante. Les expertises réalisées par l'INERIS et le SER FEE dans le cadre de la réalisation du guide pour l'élaboration des études de dangers de parcs éoliens terrestres ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

Sera appelée dans la suite du document « zone d'étude des dangers » l'ensemble du territoire couvert par les aires d'études définies autour de chaque mât d'éolienne (rayon de 500 m).

Localisation de la zone d'étude des dangers



Carte 3 : Zone d'étude et aires d'études des dangers définies autour de chaque aérogénérateur

3 Description de l'environnement de l'installation

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

3.1 Environnement humain

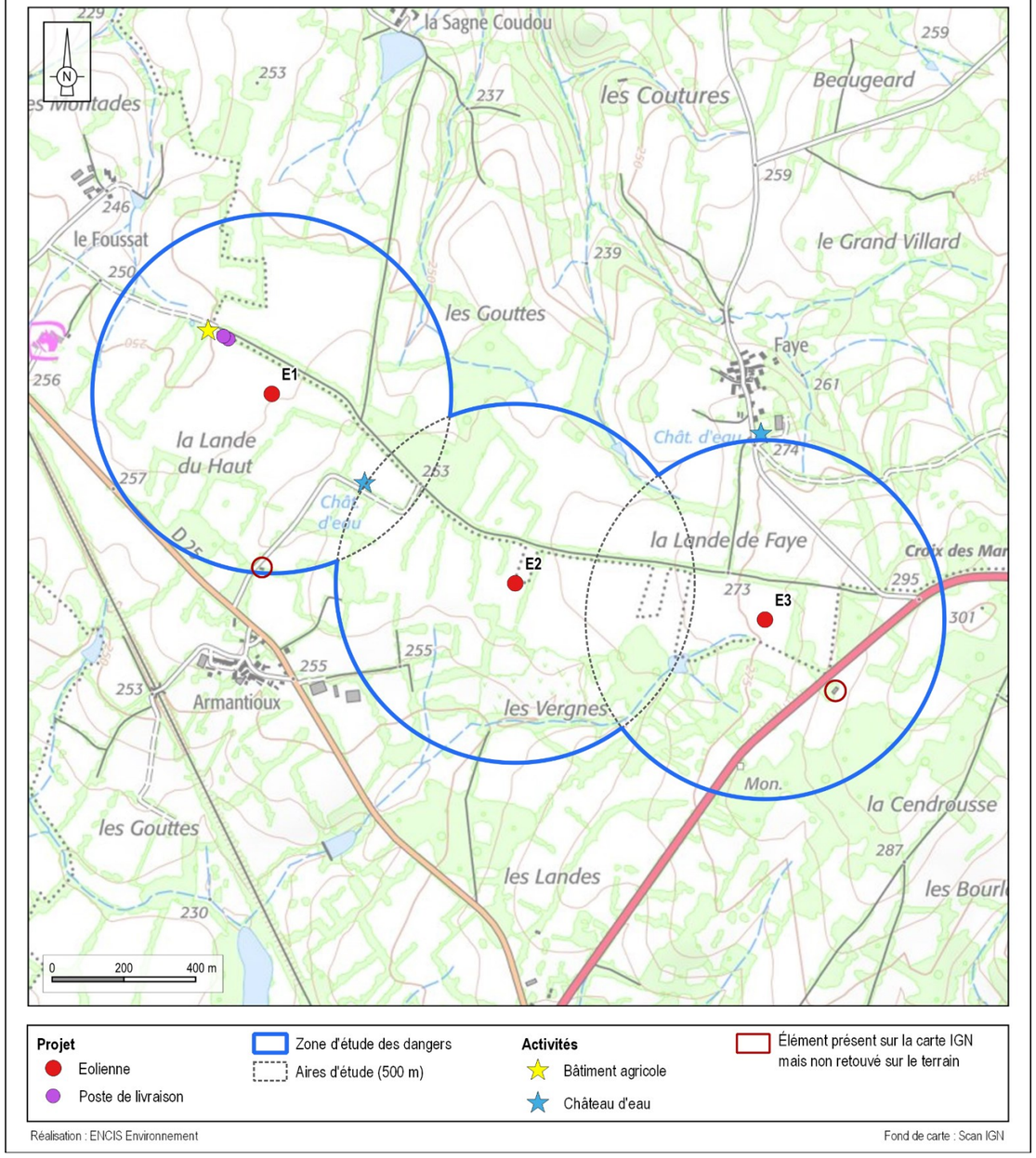
Au sein de la zone d'étude des dangers :

- **aucune habitation ni zone d'habitation n'est identifiée** ; l'entité la plus proche, une habitation située au sud du bourg de Faye, s'inscrit **à 551 m au nord de l'éolienne E3** ;
- **aucun établissement recevant du public** n'est présent ; la majorité des ERP du secteur (mairies, églises, commerces, etc.) est implantée dans les lieux de vie du secteur (bourgs et hameaux) ;
- **aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement** (ICPE) ni **aucune Installation Nucléaire de Base** (INB) n'est recensée ; l'ICPE la plus proche est le **parc éolien des Portes de Brame Benaize**, autorisé et en construction, dont l'éolienne la plus proche sera située à environ 301 m au sud-est de la zone d'étude (et **à environ 801 m au sud-est de E3**) ; à noter que les communes concernées par la zone d'étude des dangers ne comptent sur leur territoire aucune installation classée « SEVESO » ou INB ;
- **aucun sentier de randonnée** (identifié dans les bases de données touristiques départementales) **n'est recensé ;**
- des équipements en lien avec d'autres activités humaines sont identifiés :
    - un bâtiment agricole est intercepté par l'aire d'étude de l'éolienne E1, puisque situé à 244 m de E1 ;
- enfin, **deux châteaux d'eau sont présents au sein ou à proximité de la zone d'étude**, puisque l'un est situé entre E1 et E2, et l'autre à l'entrée du hameau de Faye au nord de E3 ; ils ne sont cependant plus en service et ne seront pas reconsidérés dans la suite de cette étude.

Pour précision, deux éléments cartographiés comme bâtiments sur la carte IGN au sein de la zone d'étude des dangers n'ont pas pu être observés sur le terrain (démantèlement, ruine, etc.). Comme pour le cas des châteaux d'eau, ils ne seront plus mentionnés dans la suite de cette étude.

Ainsi, au regard de l'environnement humain, aucun agresseur potentiel n'est identifié tandis que les équipements recensés (bâtiment agricole, chemins) constituent des enjeux à protéger du fait de la présence humaine qu'ils génèrent.

Localisation des activités



Carte 4 : Les activités identifiées au droit de la zone d'étude des dangers

3.2 Environnement naturel

3.2.1 Contexte climatique

Les paramètres climatiques tels que les températures extrêmes (en particulier négatives), les précipitations, le brouillard (manque de visibilité) ou les vents violents peuvent constituer des agresseurs potentiels pour les aérogénérateurs et être à l'origine d'accidents. Selon les données issues de la station météorologique de de Magnac-Laval située à près de 5,1 km au nord-est du parc ainsi que des informations enregistrées par le mât de mesures météorologiques implanté sur le site du projet :

- le secteur d'implantation du projet est régulièrement concerné par des périodes où les températures descendent en dessous de 0°C ; **la formation de gel sur les éoliennes, notamment leur rotor, est donc envisageable** ;
- des **épisodes pluvieux intenses** ont été enregistrés (jusqu'à 69,0 mm en 24 h en mai 2000) ;
- la situation du projet en secteur de plaine **l'expose à des épisodes de grêle** pouvant être ponctuellement violents ; les chutes de neige sont en revanche rares et peu intenses ;
- des **phases régulières de brouillard** surviennent ;
- des rafales pouvant souffler jusqu'à 126,7 km/h ont été relevées sur le secteur (station MétéoFrance de Magnac-Laval) à seulement 10 m de hauteur témoignant de l'**occurrence de vents violents** (supérieurs à 100,8 km/h) sur le site ;
- par ailleurs, le mât de mesures implanté sur le site a enregistré à 122,3 m de hauteur des rafales de vent **jusqu'à 130,0 km/h** pendant la période allant du 06 avril 2023 au 09 février 2024.

Ainsi, les températures négatives, les précipitations (en particulier la pluie et la grêle), le brouillard et les vents violents sont retenus comme agresseurs potentiels pour les éoliennes de la Lande de Faye. Les paramètres climatiques ne constituent pas en revanche des enjeux à protéger.

3.2.2 Risques naturels

Le tableau suivant présente les sensibilités du site d'étude vis-à-vis des différents risques naturels susceptibles de représenter un danger pour les éoliennes du projet. Il s'appuie sur les informations de la base de données en ligne Géorisques ainsi que du Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) de la Haute-Vienne (2022).

Recensement des risques naturels	
Risque	**Commentaire**
Risque sismique	La zone d'étude des dangers s'inscrit en zone de sismicité 2 témoignant d'une probabilité d'occurrence des séismes faible.
Mouvement de terrain	Les communes de de Droux et de Magnac-Laval sont concernées par le risque de mouvement de terrain. Néanmoins, aucun évènement de ce type n'a été déclaré sur le territoire de la zone d'étude des dangers. De même, aucune cavité souterraine n'est identifiée sur cette emprise.
Exposition au retrait-gonflement des sols argileux	La zone d'étude des dangers s'inscrit sur : - des zones d'exposition moyenne, en particulier au nord de E1 ; - des terrains d'exposition faible sur la majorité du périmètre ; - une petite zone non exposée à l'ouest de E2. Les trois éoliennes sont implantées en zone d'exposition faible.
Foudre	Le secteur d'implantation du projet s'inscrit sur une zone d'activité moyenne comptant de 0,5 à 1 impact de foudre par km² et par an.
Tempêtes	Bien que le risque de tempête ne soit pas identifié par les bases de données consultées, le département a été balayé par des tempêtes d'ampleur : Martin (1999), Klaus (2009) et Xynthia (2010). Ce risque ne peut donc être exclu sur le territoire du projet.
Risque incendie	Le projet s'inscrit en secteur agricole, il n'est donc pas particulièrement exposé au risque incendie. Par ailleurs, le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) de la Haute-Vienne, qui a été consulté dans le cadre de l'élaboration de la présente étude, n'émet aucune observation particulière concernant de possibles incendies de forêt ou de culture sur le secteur.
Inondation – **Par débordement de cours d'eau**	Les éoliennes du projet s'inscrivent à 3,3 km de la zone de crue connue la plus proche. Le risque de submersion de la base de ces installations par un phénomène de crue est donc écarté. La zone d'étude de dangers s'inscrit également en dehors de tout périmètre inondable.
Inondation – **Par remontée de nappe**	Selon le site Géorisques, la zone d'étude des dangers n'est pas concernée par des évènements de remontée de nappes d'ampleur centennale.

Tableau 2 : Recensement des risques naturels susceptibles d'intéresser la zone d'étude des dangers

Ainsi, la foudre, les tempêtes, le gel, les précipitations (pluie et grêle) et le brouillard sont retenus comme agresseurs potentiels pour les éoliennes de la Lande de Faye. En revanche, les risques naturels ne constituent pas des enjeux à protéger.

3.3 Environnement matériel

Concernant les **voies de communication**, la zone d'étude des dangers est traversée dans sa partie sud-est par la route nationale N145, considérée comme un axe structurant du fait de son trafic moyen journalier annuel supérieur à 2 000 véhicules/jour (8 628 véhicules/jour selon le comptage 2019).

Elle est aussi longée côté ouest par une route de moindre importance, la D25, qui traverse Armantioux ; le trafic routier de 860 véhicules légers et 20 poids lourds par jour sur cet axe en font un axe qualifié de non structurant.

La zone d'étude compte également un réseau de chemins et routes locales, dont une qui traverse la zone sur toute sa longueur.

En-dehors de ces équipements, aucune voie ferrée, aucun cours d'eau navigable ni aucun couloir aérien n'est intercepté par la zone d'étude des dangers.

Pour ce qui est des **infrastructures réseaux et canalisations**, le site d'étude compte une ligne électrique HTA aérienne qui passe selon un axe sud-ouest/nord-est entre E1 et E2 (respectivement à 444 et 412 m de ces deux éoliennes).

Aucune canalisation de gaz, de transport d'hydrocarbures ou de produits chimiques n'est en revanche recensée.

Des canalisations d'eau potable circulent entre E1 et E2 ; dans la mesure où elles sont souterraines, elles ne sont toutefois pas prises en compte dans le cadre d'une étude de dangers.

Au regard de l'inventaire effectué, il apparaît que les routes et la ligne électrique HTA aérienne présentes au sein de la zone d'étude des dangers constituent des enjeux à protéger du fait de la présence d'usagers (automobilistes, motards, etc.) et d'agents de maintenance. En revanche, ces infrastructures ne sont pas identifiées comme agresseurs potentiels pour le parc.

3.4 Cartographie de synthèse

Le présent chapitre a permis d'identifier, à l'échelle de la zone d'étude des dangers :

- **les principaux intérêts à protéger (enjeux)** en cas d'accident survenant sur l'installation ;
- **les facteurs de risque** que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation **(agresseurs potentiels)** et susceptibles de générer des accidents.

Le tableau suivant liste ces enjeux à protéger ainsi que les agresseurs potentiels et indique, dans le cas des enjeux, le nombre de personnes théoriquement exposées aux conséquences d'un accident survenant sur les éoliennes du projet[1].

Thématique	Composante	Intérêt à protéger	Agresseur potentiel	Présence humaine
Environnement humain	Autres activités (agriculteurs, promeneurs, etc.)	✓	✗	Terrains agricoles et boisé : 1 personne/100 ha. Bâtiment agricole : 1 personne.
Environnement naturel	Températures (gel)	✗	✓	
	Précipitations (pluie et grêle)	✗	✓	
	Brouillard	✗	✓	
	Vents violents	✗	✓	
	Foudre	✗	✓	
	Tempêtes	✗	✓	
Environnement matériel	Voies de communication (routes mais également plateformes des éoliennes et pistes d'accès créées)	✓	✓	Voie structurante (N145 – 2 000 véhicules/jour) : 0,4 personne pour 1 km par tranche de 100 véhicules/jour en moyenne. Voies non structurantes (D25, routes locales, chemins - < 2 000 véhicules/jour) : 1 personne/10 ha.
	Réseaux et canalisations (ligne HTA aérienne)	✓	✗	2 personnes pour la ligne HTA aérienne

Tableau 3 : Enjeux à protéger, nombre de personnes théorique exposées et agresseur potentiels identifiés au sein de la zone d'étude des dangers

La carte suivante présente les enjeux à protéger dans chacune des aires d'étude de dangers des aérogénérateurs de la Lande de Faye (rayon de 500 m autour du mât).

[1] Évaluation basée sur la méthode de comptage du "Guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens" édité par l'INERIS et consultable en Annexe 1 de l'étude de dangers.

Enjeux humains à protéger



Projet
- Eolienne
- Poste de livraison
- Zone d'étude des dangers
- Aire d'étude (500 m)

Enjeux humains à protéger
- Bâtiment agricole (1 personne)
- Ligne électrique aérienne HTA (2 personnes)
- Route principale (34,5 personnes/km)
- Route secondaire (1 personne pour 10 ha)
- Route locale (1 personne pour 10 ha)
- Chemin (1 personne pour 10 ha)
- Terrains non aménagés (1 personne pour 100 ha)

Accès aux éoliennes
- Plateformes et pistes d'accès (1 personne pour 10 ha)

Réalisation : ENCIS Environnement

Fond de carte : Orthophotographie IGN

Carte 5 : Les intérêts à protéger (enjeux) au sein des aires d'étude des dangers des éoliennes de la Lande de Faye

4 Description de l'installation

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

4.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (plateformes de maintenance, réseau de raccordement électrique inter-éolienne, poste(s) de livraison et chemins d'accès aux aérogénérateurs).

4.1.1 Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre de transmission ;
- **le mât** est généralement composé de 3 à 5 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 transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
  - le système de freinage mécanique ;
  - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
  - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
  - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique ;
  - le transformateur, lorsqu'il n'est pas dans le mât.

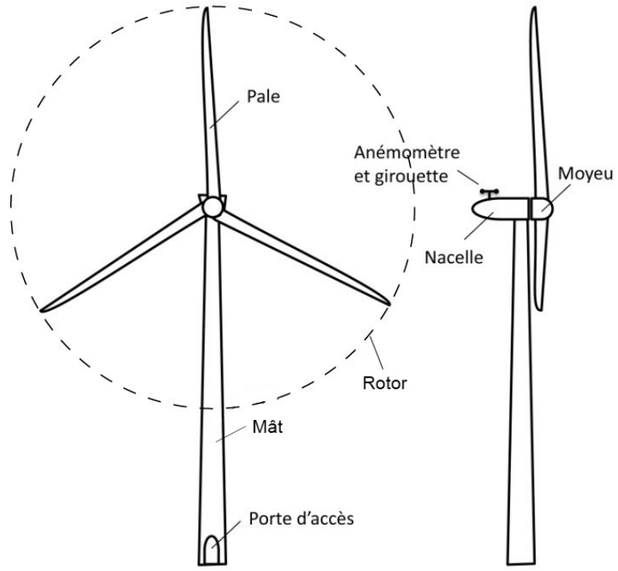


Figure 2 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (Source : d'après le Guide technique, Mai 2012)

4.1.2 Emprises au sol

Le schéma suivant permet de visualiser les aménagements nécessaires à la construction et à l'exploitation d'une éolienne. Il permet également d'identifier la zone de survol (surplomb) du rotor.

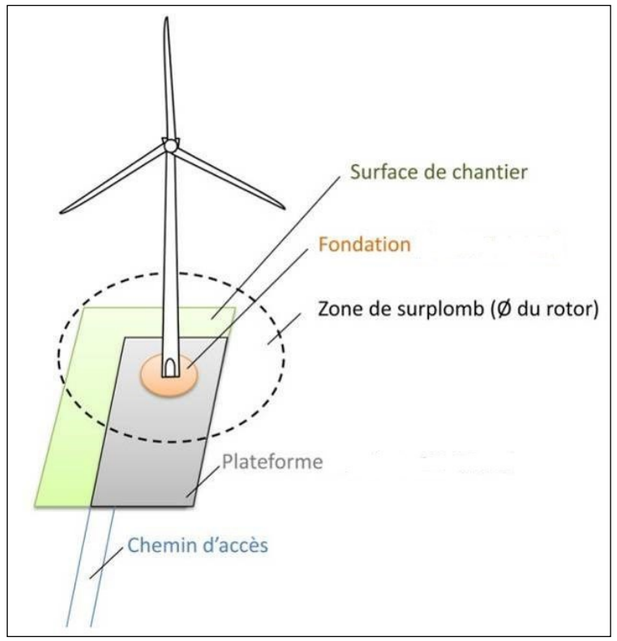


Figure 3 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne (Source : Guide technique, Mai 2012)

4.1.3 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 constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à son exploitation :

- l'aménagement de ces accès concerne pour partie des chemins existants ;
- si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés ; c'est le cas du présent projet.

4.2 Composition de l'installation

Le parc éolien de la Lande de Faye est composé de trois aérogénérateurs et de deux postes de livraison.

À la date de dépôt du présent dossier, le modèle d'éolienne retenu pour équiper l'installation n'est pas encore sélectionné. Néanmoins, au regard des caractéristiques du site (puissance des vents, hauteur d'exploitation, contraintes aéronautiques, etc.), le maître d'ouvrage est en mesure de proposer un gabarit adapté dont les caractéristiques dimensionnelles seront proches des aérogénérateurs choisis.

Ce gabarit atteint **230 m maximum de hauteur totale en bout de pale**. Il dispose d'un **rotor de 163 m maximum** de diamètre et son moyeu culmine à 148,5 m au-dessus du sol.

Ces dimensions maximisantes ont été considérées dans les calculs de la présente étude. Le scénario étudié est donc conservateur puisque le modèle d'éolienne qui sera retenu présentera des dimensions inférieures ou égales à celles prises en compte.

La localisation cadastrale et les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison sont détaillées ci-après :

Élément	Commune	Cadastre	Altitude au sol (en m)	Hauteur totale maximale (en m)	Altitude maximale (en m)	Distance à l'éolienne la plus proche (en m)	Coordonnées (Lambert 93)	
							X	Y
E1	Droux	0A0071	254,44	230	484,44	859,50 (E2)	556 142,14	6 566 617,44
E2	Droux	0A0693	263,74	230	493,74	703,21 (E3)	556 820,45	6 566 089,58
E3	Magnac-Laval	0G0864	276,41	230	506,41	703,21 (E2)	557 516,34	6 565 988,40
PDL1	Droux	0A0071	251,30	2,64	253,94	204,10 (E1)	556 007,66	6 566 778,10
PDL2	Droux	0A0071	251,58	2,64	254,22	190,43 (E1)	556 020,80	6 566 770,35

Tableau 4 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison

Plan de masse du parc éolien de la Lande de Faye en phase exploitation



Éolienne et survol
- Éolienne
- Zone de survol

Connexion au réseau électrique
- Raccordement
- Poste de livraison
- Plateforme de poste de livraison

Pistes d'accès
- Piste aménagée
- Piste créée

Plateformes
- Plateforme permanente

Réalisation : ENCIS Environnement

Fond de carte : Orthophotographie IGN

Carte 6 : Plan du projet de parc éolien de la Lande de Faye

4.3 Fonctionnement de l'installation

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.

Lorsque le vent est trop faible (vitesses généralement comprises entre 0 et 1,5 à 3 m/s), le rotor est à l'arrêt ou tourne trop lentement pour assurer une quelconque production électrique. Une fois cette vitesse dépassée, la pression exercée par le vent est suffisante pour que l'éolienne entre en production ; elle est alors couplée au réseau. C'est la génératrice, située dans la nacelle, qui 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 une certaine vitesse (variable selon les modèles), l'éolienne atteint son seuil de puissance maximale ; on parle alors de puissance nominale.

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, dépasse une vitesse jugée dangereuse pour l'intégrité de l'installation (risque de casse matérielle – vitesse variable selon les modèles), l'éolienne cesse de fonctionner. Deux systèmes de freinage permettront la mise à l'arrêt du rotor :

- 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 afin d'avoir une portance minimale ;
- le second, par un **frein mécanique** placé sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle ; ce frein mécanique n'est activé que par un arrêt d'urgence ou pour une opération de maintenance.

Le tableau suivant détaille les principaux paramètres de vitesse du modèle d'éolienne envisagé pour équiper le parc éolien de la Lande de Faye :

Vitesse de couplage au réseau	Vitesse nominale	Vitesse de mise en drapeau
3 m/s	12 m/s	26 m/s

Tableau 5 : Les principales caractéristiques de vitesse de vent du modèle envisagé

5 Les potentiels de dangers de l'installation

Ce chapitre 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.

5.1 Recensement des potentiels de dangers

Au regard de l'analyse menée, il apparaît que :

- 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 contenus dans une éolienne (huiles, graisses, eau glycolée et hexafluorure de soufre (SF_6)) ne présentent pas de réel danger. Un risque est envisagé uniquement en cas d'accident tels qu'un incendie, où ces produits vont entretenir cet incendie, ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un risque de pollution des sols ou des eaux ;
- les dangers liés au fonctionnement du parc éolien 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, échauffement de pièces mécaniques, courts-circuits électriques (aérogénérateur ou poste de livraison).

5.2 Réduction des potentiels de dangers à la source

La réduction des dangers liés aux produits présents au sein de l'installation dépend essentiellement de la **bonne maintenance des appareils**, du **respect des règles de sécurité** et des **choix techniques opérés** : contrôle et renouvellement des lubrifiants selon un protocole et un calendrier précis, respect de la réglementation (interdiction de stocker des produits inflammables ou combustibles dans les éoliennes ou les postes de livraison), mise en place d'un bac de récupération dans la nacelle, étanchéité de la nacelle, etc.

La réduction des potentiels de dangers à la source intervient également par le **choix d'aérogénérateurs fiables, disposant de systèmes de sécurité performants et conformes à la réglementation en vigueur**. Elle s'illustre également par **les choix d'implantation opérés** : éloignement minimal aux habitations supérieur à la règlementation en vigueur (minimum de 550 m au lieu de 500 m), prise en compte des servitudes qui grèvent le terrain et des réponses transmises par les différents services consultés pour décider de la localisation, de la définition de l'aire d'étude et de l'implantation des éoliennes.

Enfin, les mesures générales de prévention limitant les risques d'accident sur le parc éolien sont appliquées : système de management hygiène, sécurité, environnement (HSE) respecté par tous les salariés en charge de la maintenance, personnel habilité, formé, entraîné et disposant des autorisations nécessaires pour intervenir sur les installations, mise à disposition des procédures d'installation et de maintenance claires et détaillées pour chacun des équipements, respect des normes en vigueur et des normes constructeur.

6 Analyse Préliminaire des Risques

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

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

Ainsi, au regard de l'analyse effectuée dans l'étude de dangers, cinq catégories de scénarios pouvant entraîner des conséquences sur les personnes sont retenues pour la suite de l'analyse (étude détaillée des risques) :

- ***projection de tout ou une partie de pale ;***
- ***effondrement de l'éolienne ;***
- ***chute d'éléments de l'éolienne ;***
- ***chute de glace ;***
- ***projection de glace.***

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

7 Étude détaillée des risques

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus à l'issue de l'Analyse Préliminaire des Risques (cf. chapitre précédent) en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité[2]. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer l'efficacité des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre.

L'étude détaillée permet donc de <u>vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation</u>.

7.1 Tableau de synthèse des scénarios étudiés

Le tableau suivant récapitule, pour chaque scénario considéré, la zone d'effet du phénomène ainsi que les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité.

Synthèse des scénarios étudiés					
Scénario	**Zone d'effet**	**Cinétique**	**Intensité**	**Probabilité**	**Gravité**
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de l'éolienne en bout de pale **230 m maximum**	Rapide	Exposition **modérée**	D	Modérée pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol du rotor **81,5 m maximum**	Rapide	Exposition **modérée**	A	Modérée pour toutes les éoliennes
Chute d'éléments	Zone de survol du rotor **81,5 m maximum**	Rapide	Exposition **modérée**	C	Modérée pour toutes les éoliennes
Projection de pales ou de fragments de pales	Disque de rayon de **500 m** autour de l'éolienne	Rapide	Exposition **modérée**	D	Sérieuse pour E1 et E2 Importante pour E3
Projection de morceaux de glace	Disque de rayon = 1,5 x (H+ D) autour de l'éolienne **467,25 m maximum**	Rapide	Exposition **modérée**	B	Sérieuse pour E1 et E2 Modérée pour E3

Tableau 6 : Synthèse des scénarios étudiés

[2] Voir définitions en Annexe

7.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

Niveau de gravité des conséquences	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Projection de pale ou de fragments (E3)			
Sérieux		Projection de pale ou de fragments (E1 et E2)		Projection de glace (E1 et E2)	
Modéré		Effondrement de l'éolienne	Chute d'élément	Projection de glace (E3)	Chute de glace

Tableau 7 : Matrice de criticité des risques

Légende :

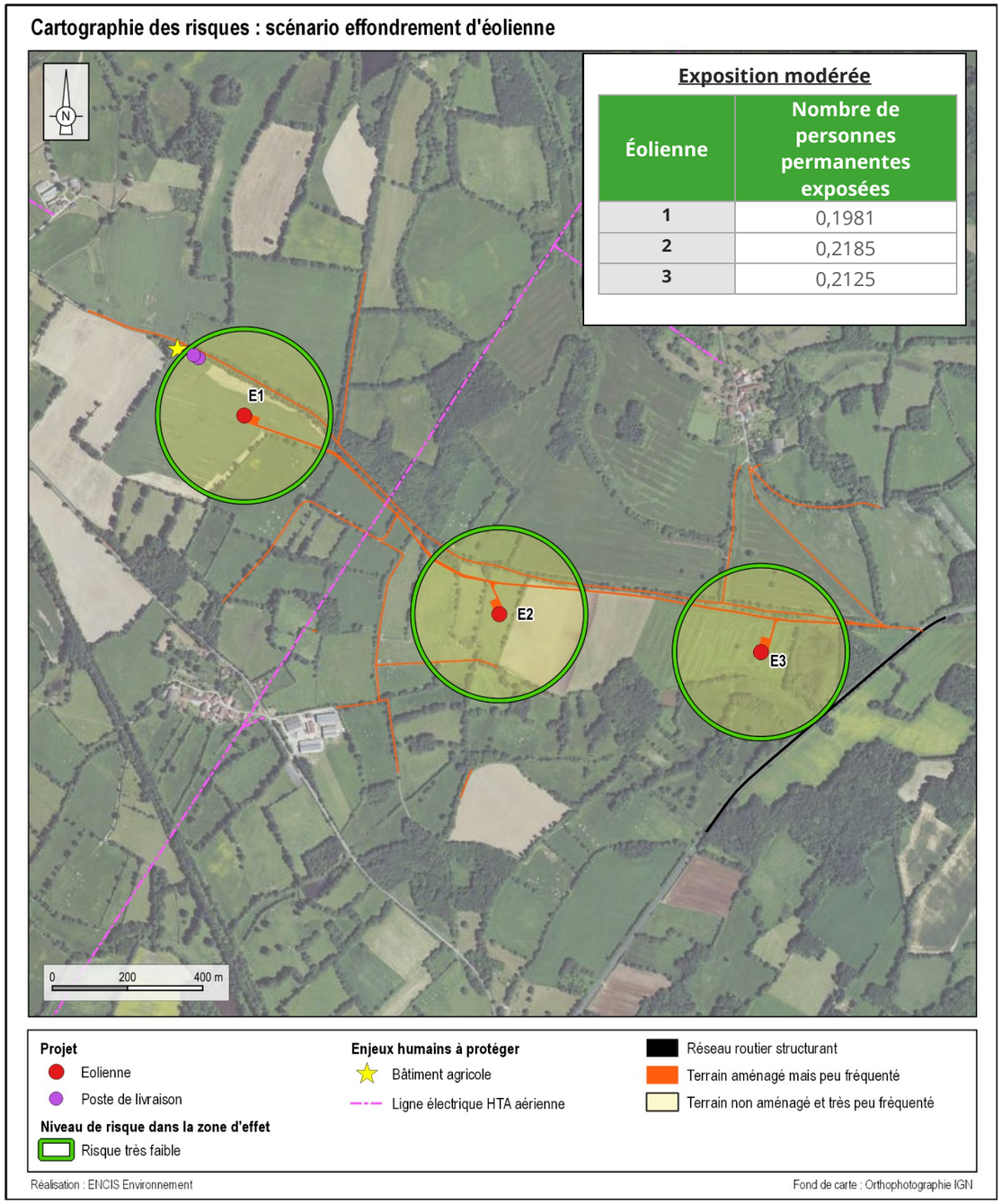
Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		Acceptable
Risque faible		Acceptable
Risque important		Non acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- l'ensemble des scénarios accidentels étudiés figure en cases verte (effondrement de l'éolienne, projection de pales ou de fragments pour E1 et E2, chute d'élément, projection de glace pour E3) et jaune (projection de pales ou de fragments pour E3, chute de glace, projection de glace pour E1 et E2) de la matrice de criticité ; i**ls présentent donc un risque très faible à faible**.

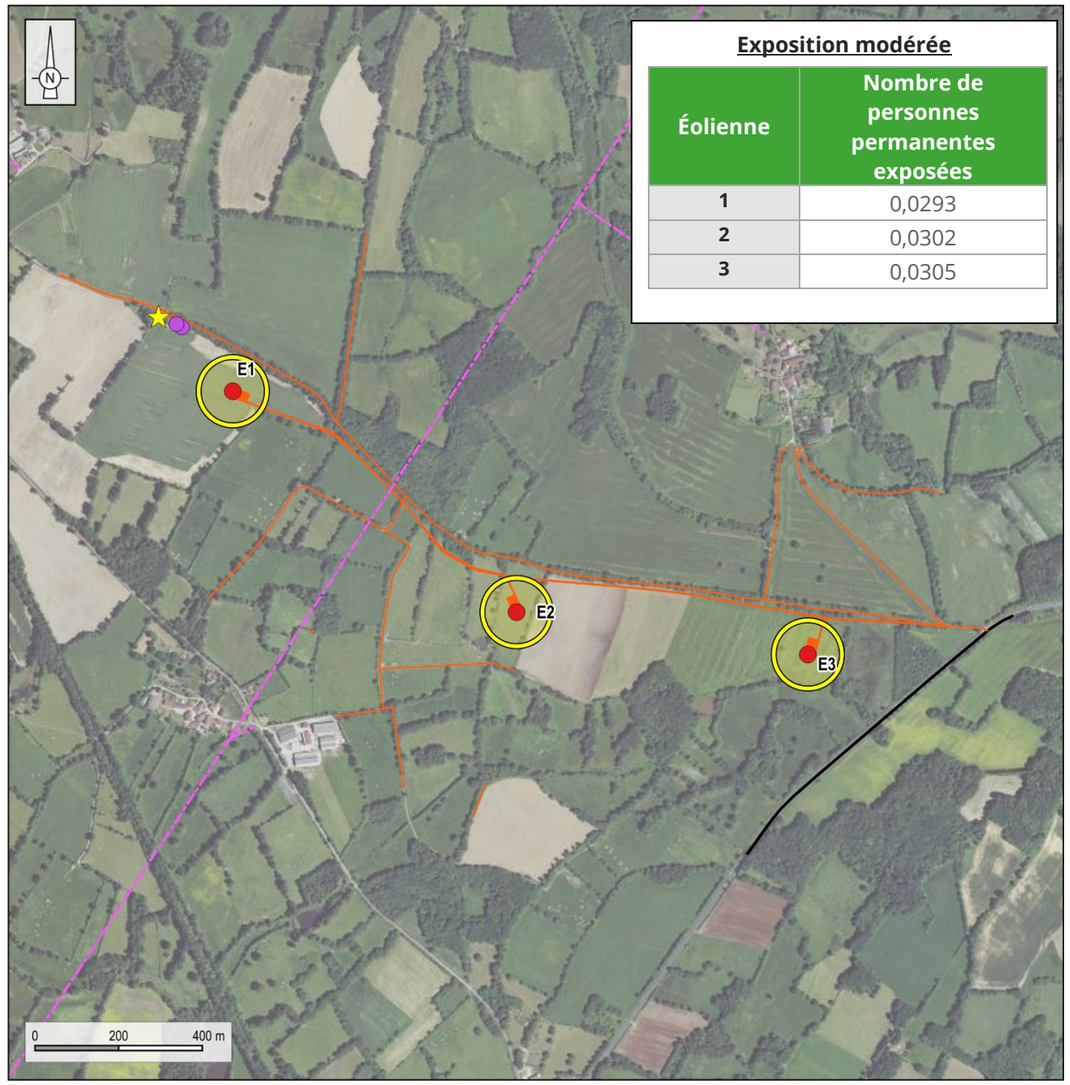
Le niveau de risque pour chaque scénario et pour chaque éolienne du projet est jugé acceptable.

Les cartographies suivantes présentent pour chaque scénario et chaque éolienne la zone d'effet, les enjeux identifiés, l'intensité des phénomènes dangereux et le nombre de personnes exposées.



Carte 7 : Cartographie des risques – Scénario d'effondrement de l'éolienne

Cartographie des risques : scénario de chute de glace



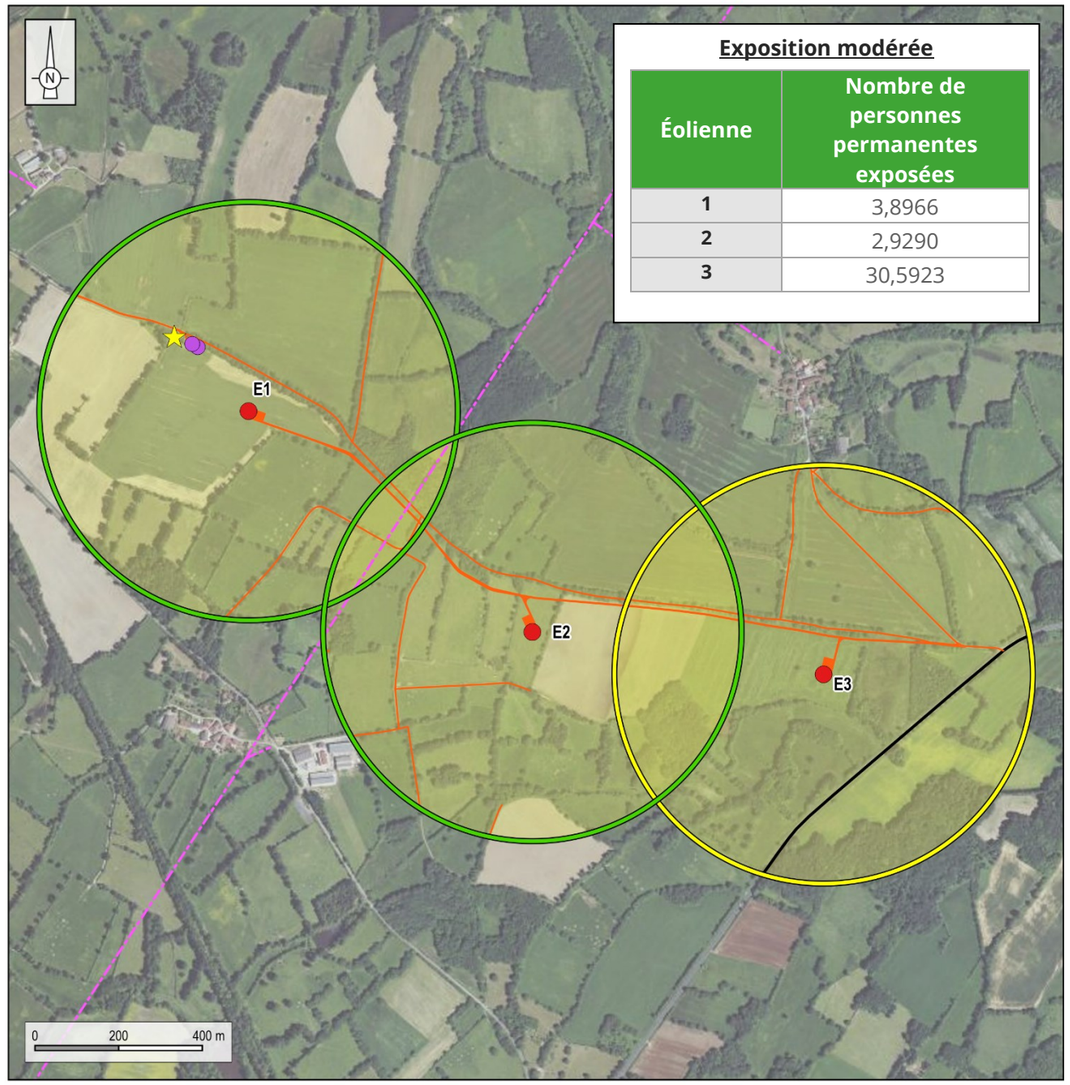
Carte 8 : Cartographie des risques – Scénario de chute de glace

Cartographie des risques : scénario de chute d'éléments de l'éolienne



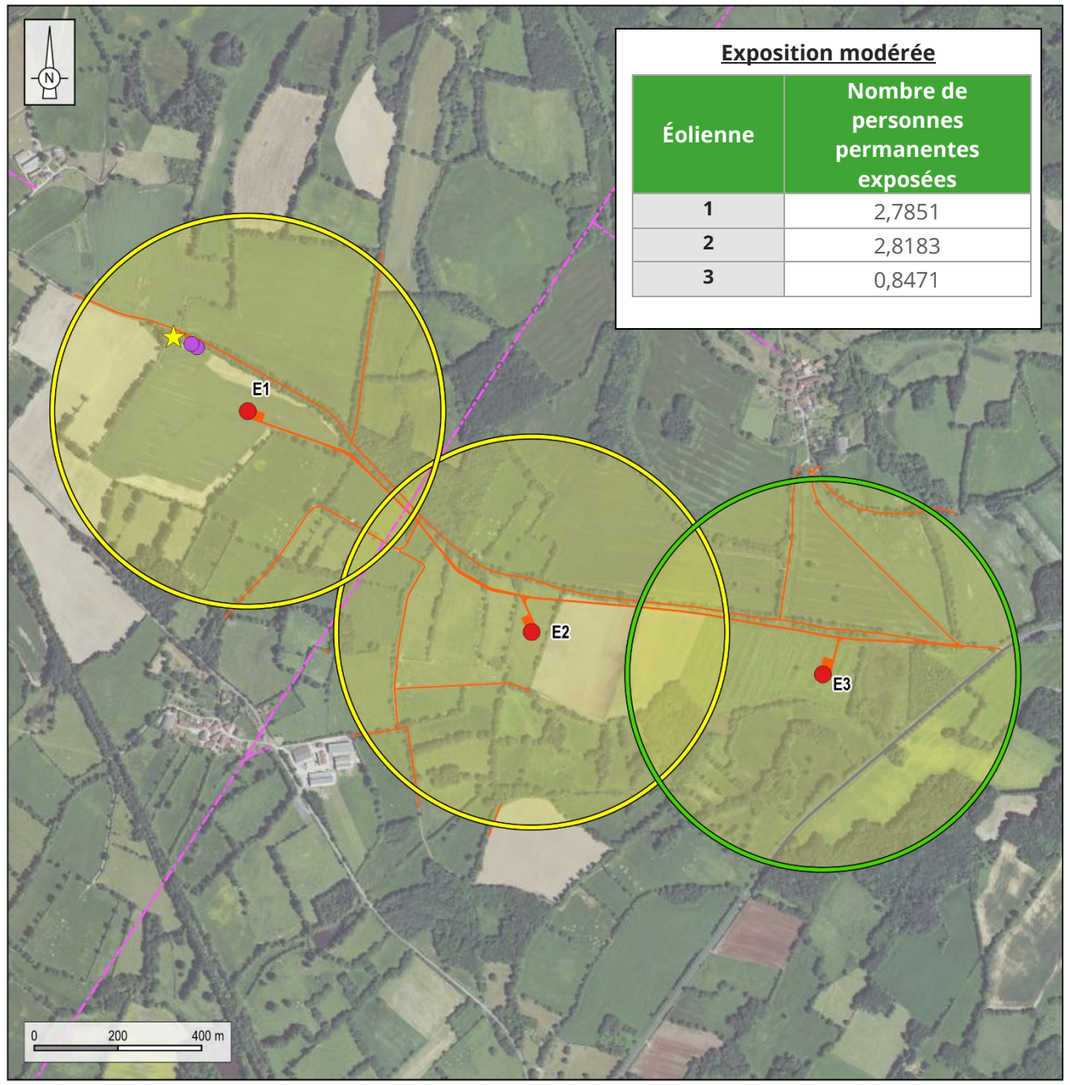
Carte 9 : Cartographie des risques – Scénario de chute d'éléments de l'éolienne

Cartographie des risques : scénario projection de pales ou de fragments



Carte 10 : Cartographie des risques – Scénario de projection de pales ou de fragments de pales

Cartographie des risques : scénario projection de glace



Carte 11 : Cartographie des risques – Scénario de projection de morceaux de glace

8 Conclusion

Suite à l'analyse menée dans cette étude de dangers, il ressort cinq accidents majeurs identifiés :

- effondrement de l'éolienne ;
- chute de glace ;
- chute d'éléments de l'éolienne ;
- projection de tout ou partie de pale ;
- projection de morceaux de glace.

Pour chaque scénario, une probabilité a été calculée et une gravité donnée. Il en ressort que les risques sont **très faibles** (effondrement de l'éolienne, chute d'éléments, projection de pale ou de fragment pour E1 et E2, projection de glace pour E3) ou **faibles** (chute de glace, projection de pale ou de fragment pour E3 et projection de glace pour E1 et E2), **et dans tous les cas acceptables**.

Scénario	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	D (Rare)	Modérée pour toutes les éoliennes	Acceptable
Chute de glace	A (Courant)	Modérée pour toutes les éoliennes	Acceptable
Chute d'éléments	C (Improbable)	Modérée pour toutes les éoliennes	Acceptable
Projection de pales ou de fragments de pales	D (Rare)	Sérieuse pour E1 et E2 Importante pour E3	Acceptable
Projection de morceaux de glace	B (Probable)	Sérieuse pour E1 et E2 Modérée pour E3	Acceptable

Tableau 8 : Tableau de synthèse des scénarios et de leur acceptabilité

L'exploitant, de par sa démarche en amont, a réussi à limiter les risques inhérents au projet. En effet, il a choisi d'implanter ses aérogénérateurs au-delà de l'éloignement réglementaire imposé vis-à-vis des habitations (551 m au lieu de 500 m) et les distances aux différentes infrastructures (routes, lignes électriques) sont suffisantes pour que chacun des scénarios accidentels retenus ait un niveau de risque acceptable.

De plus, son installation est conforme à la réglementation en vigueur (arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux ICPE) et aux normes de construction.

Afin de garantir un risque acceptable sur l'installation, l'exploitant a mis en place des mesures de sécurité (voir tableau suivant) et a organisé une maintenance périodique (trois mois après le début de l'exploitation, puis tous les six mois).

Numéro de la fonction de sécurité	Fonction de sécurité	Mesures de sécurité
1	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.
2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Panneautage le chemin d'accès de chaque aérogénérateur Éloignement des zones habitées et fréquentées
3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement
4	Prévenir la survitesse	Détection de survitesse et système de freinage
5	Prévenir les courts-circuits	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique
6	Prévenir les effets de la foudre	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur
7	Protection et intervention incendie	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de l'aérogénérateur Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Intervention des services de secours
8	Prévention et rétention des fuites	Détecteurs de niveau d'huile Procédure d'urgence Kit antipollution Étanchéité de la nacelle Bacs de rétention
9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Surveillance des vibrations Procédures qualité
10	Prévenir les erreurs de maintenance	Procédure de maintenance
11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite
12	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	Inspection des équipements lors des opérations de maintenance Suivi des données mesurées par les capteurs et sondes présents dans les éoliennes
13	Prévenir les risques liés aux opérations de chantier	Mise en place d'une procédure de sécurité / Rédaction d'un plan de prévention / Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) Mise en place d'une restriction d'accès au chantier

Tableau 9 : Principales mesures de sécurité mises en place

Annexe : Définitions

L'objectif de ce chapitre est de définir chacun des paramètres utilisés pour la caractérisation des scénarios retenus dans l'étude détaillée des risques (cf. chapitre 7) : cinétique, intensité, gravité et probabilité. Ces définitions s'appuient sur des références réglementaires.

Cinétique

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[3], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une cinétique rapide.

Intensité

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

On constate que les scénarios retenus au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement d'aérogénérateur.

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

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

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

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

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

Intensité	Degré d'exposition
Exposition très forte	x > 5 %
Exposition forte	1 % ≤ x ≤ 5 %
Exposition modérée	x < 1 %

Tableau 10 : Intensité et degré d'exposition à un évènement accidentel ayant lieu sur une éolienne

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

Gravité

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

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

Tableau 11 : Seuils de gravités définis au regard du seuil d'exposition

[3] 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

Probabilité

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

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

Tableau 12 : Classes de probabilité utilisées pour la caractérisation des scénarios d'accident majeur

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

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

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

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

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

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

Avec :

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

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

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

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

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

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