



Objet du dossier :

Projet du Crêt des Ours
Communes de Plaimbois-du-
Miroir, Montbéliardot,
Bonnétage et Rosureux (25)

Contact :

ABO ENERGY
75 rue de la Villette
Le Galaxie
69003 LYON



**PROJET DU CRÊT DES OURS
COMMUNES DE PLAIMBOIS-DU-MIROIR, MONTBÉLIARDOT,
BONNÉTAGE ET ROSUREUX (25)**

PIECE 6.1 : ÉTUDE DE DANGERS ET SON RNT

RUBRIQUE DES ACTIVITÉS SOUMISES À AUTORISATION AU TITRE DE LA NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT : 2980

ÉTUDE RÉALISÉE PAR :



13 AVENUE BATAILLON CARMAGNOLE LIBERTE
69120 VAULX-EN-VELIN
04 78 52 82 55

OCTOBRE
2024

TABLES DES MATIERES

I.	Introduction	5
II.	Le résumé non-technique	6
	II.1 Préambule	6
	II.2 Informations générales concernant l'installation	6
	II.2.1 Localisation du site.....	6
	II.2.2 Définition de l'aire d'étude	6
	II.3 Description de l'environnement de l'installation	8
	II.4 Descriptif de l'installation	10
	II.5 Caractéristiques de l'installation	10
	II.5.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	10
	II.6 Fonctionnement de l'installation	10
	II.6.1 Sécurité de l'installation	10
	II.6.2 Opérations de maintenance sur le parc.....	10
	II.6.3 Stockage et flux des produits dangereux.....	10
	II.7 Identification des potentiels de dangers de l'installation	12
	II.7.1 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	12
	II.7.2 Réduction des potentiels de dangers à la source	12
	II.8 Analyse préliminaire des risques	12
	II.9 Etude détaillée des risques	13
	II.9.1 Synthèse de l'étude détaillée des risques.....	13
	II.9.2 Synthèse de l'acceptation des risques	13
III.	Préambule	15
	III.1 Objectifs de l'étude de dangers	15
	III.2 Contexte législatif et réglementaire	15
	III.3 Nomenclature des installations classées	16
IV.	Informations générales concernant l'installation	17
	IV.1 Renseignements administratifs	17
	IV.2 Localisation du site	17
	IV.3 Définition de l'aire d'étude	19
V.	Description de l'environnement de l'installation	21

V.1	Environnement naturel	21
	V.1.1 Contexte climatique	21
	V.1.2 Risques naturels	24
V.2	Environnement humain	29
	V.2.1 Zones urbanisées.....	29
	V.2.2 Établissements recevant du public (ERP)	29
	V.2.3 Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).....	29
	V.2.4 Tourisme et autres activités	29
V.3	Environnement matériel	30
	V.3.1 Voies de communication	30
	V.3.2 Réseaux publics et privés	30
	V.3.3 Autres ouvrages publics	30
V.4	Cartographie de synthèse	31
VI.	Description de l'installation	33
	VI.1 Caractéristiques de l'installation	33
	VI.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien	33
	VI.1.2 Activité de l'installation	34
	VI.1.3 Composition de l'installation.....	34
	VI.2 Fonctionnement de l'installation	36
	VI.2.1 Principe de fonctionnement des aérogénérateurs	36
	VI.2.2 Sécurité de l'installation	37
	VI.2.3 Gestion des déchets	37
	VI.2.4 Opérations de maintenance de l'installation	37
	VI.2.5 Stockage et flux de produits dangereux.....	38
	VI.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation	38
	VI.3.1 Raccordement électrique	38
	VI.3.2 Autres réseaux.....	38
VII.	Identification des potentiels de dangers de l'installation	39
	VII.1 Potentiels de dangers liés aux produits	39
	VII.2 Potentiels des dangers liés au fonctionnement de l'installation	39
	VII.3 Réduction des potentiels de dangers à la source	40
	VII.3.1 Principales actions préventives	40
	VII.3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles	40
VIII.	Analyse des retours d'expérience	41

VIII.1 Inventaire des incidents et accidents en France	41	XI. Conclusion.....	69
VIII.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international.....	42	XII. Annexes	70
VIII.3 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	43	XII.1 Annexe 1 : Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne	70
VIII.3.1 Analyse de l'évolution des accidents en France	43	XII.1.1 Terrains non bâtis.....	70
VIII.3.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents.....	43	XII.1.2 Voies de circulation	70
VIII.4 Limites d'utilisation de l'accidentologie.....	43	XII.1.3 Voies de circulation automobiles	70
IX. Analyse préliminaire des risques	44	XII.1.4 Voies ferroviaires.....	70
IX.1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques.....	44	XII.1.5 Voies navigables	70
IX.2 Recensement des événements initiateurs exclues de l'analyse des risques	44	XII.1.6 Chemins et voies piétonnes	70
IX.3 Recensement des agressions externes potentielles.....	44	XII.1.7 Logements	70
IX.3.1 Agressions externes liées aux activités humaines	44	XII.1.8 Établissements recevant du public (ERP)	70
IX.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	45	XII.1.9 Zones d'activité	71
IX.4 Analyse générique des risques liés aux agressions externes potentielles ..	45	XII.2 Annexe 2 : Tableau de l'accidentologie française.....	72
IX.5 Effets dominos	48	XII.3 Annexe 3 – Scénarii génériques issus de l'analyse préliminaire des risques..	89
IX.6 Mise en place des mesures de sécurité	48	XII.3.1 Scénarii relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)	89
IX.7 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	52	XII.3.2 Scénarii relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)	89
X. Étude détaillée des risques.....	53	XII.3.3 Scénarii relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)	90
X.1 Rappels des définitions.....	53	XII.3.4 Scénarii relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03).....	90
X.1.1 Cinétique.....	53	XII.3.5 Scénarii relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06) ...	90
X.1.2 Intensité	54	XII.3.6 Scénarii relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E1 à E3)	90
X.1.3 Gravité.....	54	XII.4 Annexe 4 – Probabilité d'atteinte et Risque individuel.....	91
X.1.4 Probabilité.....	55	XII.5 Annexe 5 – Glossaire	92
X.2 Caractérisation des scénarii retenus.....	56	XII.6 Annexe 6 – Bibliographie et références utilisées	94
X.2.1 Effondrement de l'éolienne	56		
X.2.2 Chute de glace.....	58		
X.2.3 Chute d'éléments de l'éolienne	59		
X.2.4 Projection de pales ou de fragments de pales.....	61		
X.2.5 Projection de glace.....	63		
X.3 Synthèse de l'étude détaillée des risques	65		
X.3.1 Tableaux de synthèse des scénarii étudiés.....	65		
X.3.2 Synthèse de l'acceptation des risques.....	65		
X.4 Cartographie des risques.....	65		

INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Périmètre de l'aire d'étude de dangers	7
Figure 2 : Synthèse de l'environnement humain et matériel.....	9
Figure 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur.....	10
Figure 4 : Plan détaillé des installations.....	11
Figure 5 : Synthèse des risques.....	14
Figure 6 : Extrait du KBIS.....	17
Figure 7 : Localisation générale du site.....	18
Figure 8 : Définition de l'aire d'étude de dangers	20
Figure 9 : Les zones climatiques en France et la localisation du projet (Source : Météo-France).....	21
Figure 10 : Normales mensuelles des températures minimales et maximales en C° à Pontarlier (Source : Météo France)	21
Figure 11 : Hauteur des précipitations (en mm) à Pontarlier (Source : Météo France).....	22
Figure 12 : Ensoleillement moyen par mois à Montélimar en nombre d'heures (Source : Météo France).....	22
Figure 13 : Heures d'ensoleillement en France (Source : SolarGIS)	22
Figure 14 : Vitesse moyenne du vent à 100 m (Source : à partir des données GWA-Vortex-WAsP)	23
Figure 15 : Rose des vents issues des mesures sur site (Source : ABO ENERGY).....	23
Figure 16 : Zonage sismique de la France (Source : BRGM)	24
Figure 17 : Atlas des secteurs à risque de mouvement de terrain du Doubs (Source : DTT du Doubs)	25
Figure 18 : Indices karstiques recensés par l'Atlas des secteurs à risque de mouvement de terrain du Doubs (Source : DTT du Doubs).....	27
Figure 19 : Synthèse de l'environnement humain et matériel.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 20 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur.....	33
Figure 21 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne	34
Figure 22 : Plan d'ensemble des installations	35
Figure 23 : Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien.....	38
Figure 24 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et mars 2024	41
Figure 25 : Répartition des événements accidentels majeurs dans le monde entre 2000 et mars 2023	42
Figure 26: Répartition des causes premières d'effondrement.....	42
Figure 27: Répartition des causes premières de rupture de pale	42
Figure 28 : Répartition des causes premières d'incendie	42
Figure 29 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et puissance éolienne installée	43
Figure 30 : Synthèse des risques éolienne E1	66
Figure 31 : Synthèse des risques éolienne E2	67
Figure 32 : Synthèse des risques éolienne E3	68
Figure 33 : Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic....	70

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des distances aux habitations et zones urbanisées.....	8
Tableau 2 : Dimensions de l'éolienne fictive utilisées pour les calculs de l'étude de dangers	10
Tableau 3: Liste des scénarios exclus de l'étude détaillée.....	12
Tableau 4 : Les classes de probabilité des scénarii d'accident majeur	13
Tableau 5: Les paramètres de risques selon un scénario	13
Tableau 6 : Matrice de criticité	13
Tableau 7 : Légende de la Matrice de Criticité.....	13
Tableau 8 : Nomenclature des installations classées.....	16
Tableau 9: Identité du porteur de projet.....	17
Tableau 10 : Auteurs de l'étude de dangers.....	17
Tableau 11: Recensement des risques naturels par commune	24
Tableau 12 : Principe de constructibilité en fonction du niveau d'aléa relatif aux mouvements de terrain (Source : DDT du Doubs).....	26
Tableau 13 : Synthèse des distances aux habitations et zones urbanisées.....	29
Tableau 14 : Nature et localisation des bâtis au sein ou à proximité de l'aire d'étude	29
Tableau 15 : Coordonnées géographiques des éoliennes et des postes de livraison	34
Tableau 16 : Dimensions générales du gabarit fictif maximisant pour les calculs.....	34
Tableau 17 : Les éléments d'un parc éolien	36
Tableau 18 : Extrait des dispositions de sécurité définies par l'arrêté du 26/08/2011 modifié	37
Tableau 19 : Dangers liés au fonctionnement de l'installation	39
Tableau 20 : Les principales agressions externes liées aux activités humaines	44
Tableau 21 : Les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	45
Tableau 22 : Les scénarii d'accidents pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.....	46
Tableau 23 : Synthèse des fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc.....	49
Tableau 24 : Les scénarii exclus de l'étude détaillée	52
Tableau 25: Référence pour le degré d'exposition	54
Tableau 26 : Les seuils de gravité en fonction du nombre de personnes dans chacune des zones d'effet.....	54
Tableau 27 : Les classes de probabilité des scénarii d'accident majeur	55
Tableau 28 : L'impact de l'effondrement de l'éolienne	56
Tableau 29 : Hypothèses de calcul pour le risque effondrement	56
Tableau 30 : Nombre de personnes exposées au phénomène d'effondrement par zone d'effet	56
Tableau 31 : Les classes de probabilité utilisées dans les études de danger.....	57
Tableau 32 : Gravité et niveau de risque de l'effondrement de chaque aérogénérateur	57
Tableau 33 : L'impact lors de chute de glace	58
Tableau 34 : Hypothèses de calcul pour le risque chute de glace	58
Tableau 35 : Nombre de personnes exposées au phénomène de chute de glace	59
Tableau 36 : Gravité et niveau de risque en cas de chute de glace pour chaque aérogénérateur.....	59
Tableau 37 : Impact en cas de chute d'éléments de l'éolienne	59
Tableau 38 : Hypothèses de calcul pour le risque chute d'éléments.....	60
Tableau 39 : Nombre de personnes exposées au phénomène chute d'éléments de l'éolienne.....	60
Tableau 40 : Gravité et niveau de risque de chute d'éléments de l'éolienne pour chaque aérogénérateur	60
Tableau 41 : L'impact de projection de pale ou fragment de pale.....	61
Tableau 42 : Hypothèses de calcul pour le risque projection de pale.....	61
Tableau 43 : Nombre de personnes exposées au phénomène de projection de pale ou fragment de pale	62
Tableau 44 : Calcul de probabilité pour une rupture de tout ou partie de pale	62
Tableau 45 : Gravité et niveau de risque en cas de projection de pale ou fragment de pale	62
Tableau 46 : L'impact de projection de morceaux de glace	63
Tableau 47 : Hypothèses de calcul pour le risque projection de glace	63
Tableau 48 : Nombre de personnes exposées au phénomène de projection de morceaux de glace	64
Tableau 49 : Gravité et niveau de risque en cas de projection de morceaux de glace.....	64
Tableau 50 : Paramètres de risques pour le projet en cours.....	65
Tableau 51 : Matrice de criticité	65
Tableau 52 : Légende de la matrice de criticité	65
Tableau 53 : L'ensemble des accidents et incidents connus en France entre 2000 et mai 2023.....	72
Tableau 54 : Les probabilités d'atteinte en fonction d'événement redouté.....	91

I. INTRODUCTION

L'objet de ce document est de présenter l'une des pièces constitutives du dossier de Demande d'Autorisation Environnementale du projet éolien du Crêt des Ours basé sur les communes de Plaimbois-du-Miroir et Rosureux dans le Doubs (25) et porté par la société ABO ENERGY. Cette pièce définie à l'article L.181-25 du code de l'environnement est l'étude de dangers.

En effet, la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (loi Grenelle II) a soumis les éoliennes au régime d'autorisation au titre de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Conformément à cette nouvelle réglementation, les exploitants sont notamment amenés à formaliser leur savoir-faire en matière de maîtrise des risques dans une étude de dangers. Dans ce cadre, un guide technique a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et risques) et de professionnels du Syndicat des énergies renouvelables : porteurs de projets, exploitants de parcs éoliens et constructeurs d'éoliennes. Compte tenu de la technologie mise en œuvre dans les parcs éoliens, il apparaissait effectivement possible et souhaitable de traiter cette analyse de manière générique, afin de pouvoir transcrire les résultats présentés dans ce guide à l'ensemble des parcs éoliens installés en France.

L'INERIS a validé la méthodologie, au regard de la réglementation en vigueur et des pratiques actuelles en matière d'étude de dangers dans les autres installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Ainsi, l'étude de dangers réalisée pour le projet éolien du Crêt des Ours s'appuie sur ce guide technique, reflet de l'état de l'art en matière de maîtrise des risques technologiques, en reprenant la trame type qui y est présentée.

Conformément à la nomenclature en vigueur depuis la mise en place de la téléprocédure de l'autorisation environnementale unique (AEU) le 14 décembre 2020, à la présente étude de dangers sera joint son résumé non-technique.

Les autres pièces constitutives du dossier de Demande d'Autorisation Environnementale sont présentées indépendamment.

II. LE RESUME NON-TECHNIQUE

II.1 Préambule

La présente étude de dangers a pour objectif de démontrer, dans le cadre d'un projet de parc éolien, la maîtrise du risque par l'exploitant du parc.

L'étude de dangers 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 d'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.

II.2 Informations générales concernant l'installation

II.2.1 Localisation du site

Le projet éolien du Crêt des Ours est situé sur les communes de Plambois-du-Miroir et Rosureux, dans le département du Doubs, dans la région Bourgogne-Franche-Comté.

Une carte de localisation du site est présentée à la page suivante.

II.2.2 Définition de l'aire d'étude

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

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

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

L'aire d'étude globale des dangers regroupe le territoire de cinq communes :

- Plambois-du-Miroir ;
- Montbéliardot ;
- Rosureux ;
- Saint-Julien-les-Russey ;
- Bonnetage.

Une carte de cette aire d'étude est présentée à la page suivante.

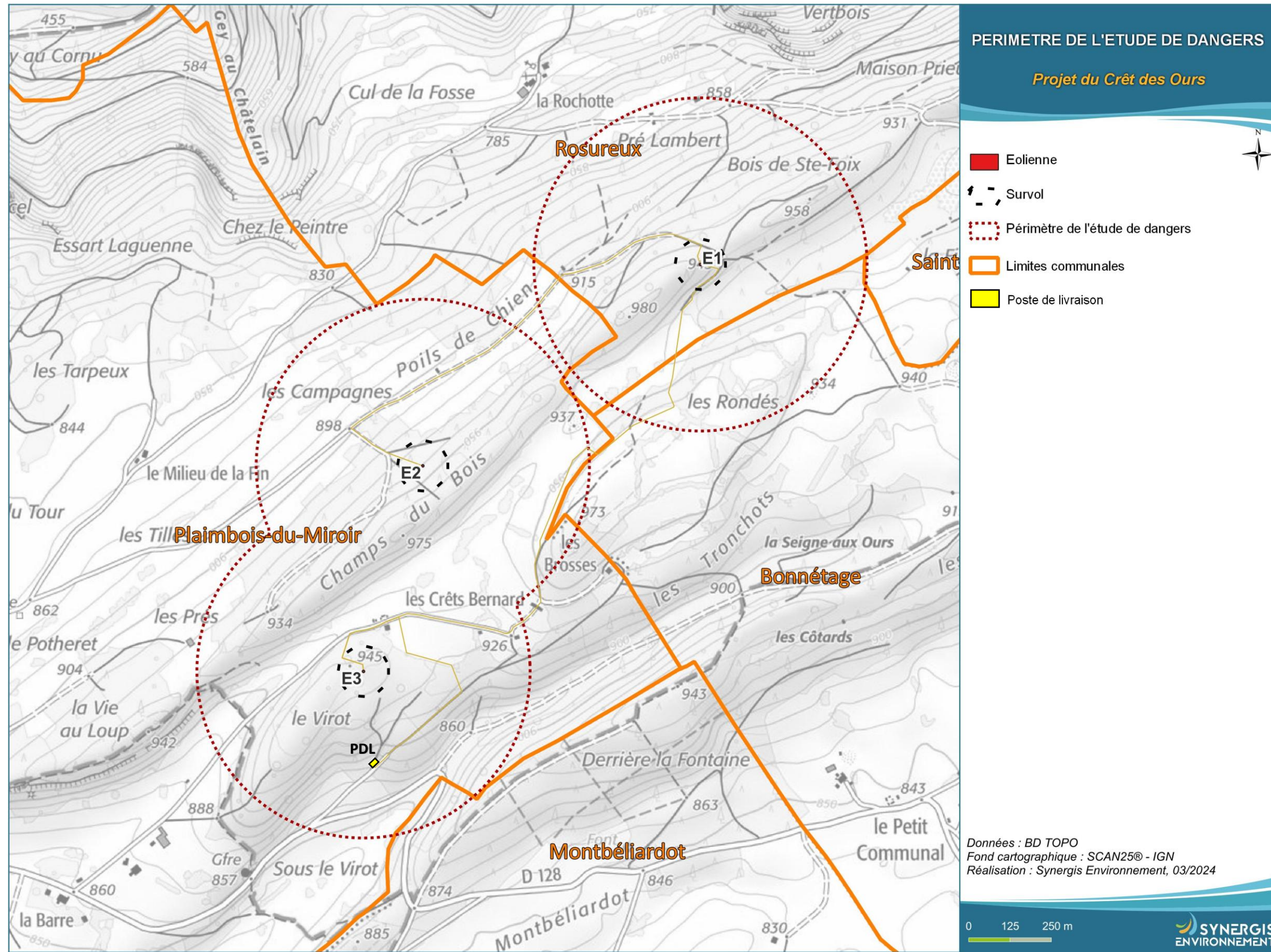


Figure 1 : Périmètre de l'aire d'étude de dangers

II.3 Description de l'environnement de l'installation

<p>Contexte climatique : D'après les données de cadrage fournies par Météo-France, le projet se situe dans le massif du Jura, qui forme une barrière empêchant les masses d'air arrivant de l'ouest de continuer vers la Suisse. Un climat de basse montagne règne sur les plateaux du Jura. Les hivers y sont froids et la couverture neigeuse variable. La haute chaîne du Jura est dominée par un climat de montagne caractérisé par des chutes de neige importantes, une température qui décroît rapidement en fonction de l'altitude, des étés tièdes, voire frais et des orages fréquents.</p> <p>Sur le second Plateau, la température moyenne annuelle est comprise entre 5,6°C et 7,8°C. À noter que le record de froid en France a été enregistré à Mouthe, dans le Haut-Doubs (-36,7°C en janvier 1968). Les précipitations annuelles sont comprises entre 1000 et 1800 mm, mais peuvent atteindre ou dépasser 2000 mm, dont une partie importante sous forme de neige, souvent précoce. La pluviométrie est relativement bien répartie sur l'ensemble de l'année. Cette pluviométrie régulière compense les faibles réserves en eau des sols calcaires (karstiques).</p> <p>Concernant les vents, ceux venant du sud-ouest sont chargés d'humidité, tandis que la bise est un vent froid et sec du nord-est.</p> <p>Risques naturels : Au niveau de l'aire d'étude, les risques naturels reposent principalement sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Le risque sismique</i> : la commune de l'aire d'étude de dangers est classée en zone de sismicité modérée. - <i>Le risque mouvements de terrain</i> : aucun mouvement de terrain n'a été défini sur l'aire d'étude de dangers mais des zones soumises à l'aléa glissement ont été identifiées sur l'atlas des secteurs à risques de mouvements de terrain dans le Doubs - <i>Cavités souterraines</i> : Plusieurs cavités naturelles sont recensées au niveau du projet ; Nombreux indices karstiques (dolines, pertes, gouffres...). - <i>Le risque inondation</i> : pas de sensibilité particulière. Des zones potentiellement sujettes aux inondations de cave sont recensées mais l'exactitude des données ne permet d'en déduire un enjeu localisé. - <i>Le risque foudre</i> : le risque orageux est légèrement plus important qu'au niveau national. - <i>Le risque incendie</i> : les communes de l'AEI, comme l'ensemble des communes du département du Doubs, ne sont pas particulièrement exposées au risque de feux de forêt. Ce risque n'est pas traité dans le DDRM du département. 	<p>La loi du 12 juillet 2010, dite loi « Grenelle II », complétée par l'arrêté du 26 août 2011, impose aux parcs éoliens un éloignement minimal de 500m de toute habitation ou zone destinée à l'habitat. Les bâtiments agricoles ne sont pas concernés par cette réglementation.</p> <p>S'agissant du projet éolien du Crêt des Ours, l'éolienne la plus proche d'une habitation (E2) en est éloignée de 630 m. Le périmètre de l'étude de dangers n'est par ailleurs concerné par aucun bureau.</p> <p>Le tableau ci-après présente les distances minimales entre les éoliennes du projet du Crêt des Ours et une habitation isolée, un village et une zone urbanisable (au sens du droit de l'urbanisme).</p> <p>Tableau 1 : Synthèse des distances aux habitations et zones urbanisées</p> <table border="1" data-bbox="1080 793 1893 1281"> <thead> <tr> <th>Type environnement humain</th> <th>Nom du lieu habité et distance à l'éolienne la plus proche</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Habitation isolée la plus proche</td> <td>630 mètres de l'éolienne E2 au niveau du lieu-dit « Les Brosses » sur la commune de Plaimbois-du-Miroir</td> </tr> <tr> <td>Hameau le plus proche</td> <td>Hameau au lieu-dit « La Barre » sur la commune de Plaimbois-du-Miroir à 750 mètres au plus proche de l'éolienne E3</td> </tr> <tr> <td>Bourg / Zones urbanisées les plus proches</td> <td>Plaimbois-du-Miroir à 1,5 km de l'éolienne E3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Aucun établissement recevant du public n'est identifié dans l'aire de l'étude de dangers.</p> <p>Il est possible de mentionner la présence occasionnelle d'une activité de chasse, une cabane de chasse est située à 360 mètres au nord-est de E3</p> <p>Aucun monument historique ni hébergement de tourisme ne concerne l'aire d'étude de dangers.</p>	Type environnement humain	Nom du lieu habité et distance à l'éolienne la plus proche	Habitation isolée la plus proche	630 mètres de l'éolienne E2 au niveau du lieu-dit « Les Brosses » sur la commune de Plaimbois-du-Miroir	Hameau le plus proche	Hameau au lieu-dit « La Barre » sur la commune de Plaimbois-du-Miroir à 750 mètres au plus proche de l'éolienne E3	Bourg / Zones urbanisées les plus proches	Plaimbois-du-Miroir à 1,5 km de l'éolienne E3	<p>L'aire d'étude de dangers est concernée par une route départementale la RD 128.</p> <p>En outre, plusieurs routes communales maillent l'aire d'étude de dangers. Le reste de la trame viaire est représenté par des chemins ruraux.</p> <p>Les routes départementales présentes dans l'aire d'étude de dangers sont de taille réduite, elles accueillent un trafic inférieur à 2 000 véh/jour.</p> <p>Aucun réseau de transport fluvial ou ferroviaire n'est présent dans l'aire de l'étude de dangers.</p> <p>Le projet n'appelle aucune prescription particulière concernant la circulation aéronautique militaire.</p> <p>Une consultation des organismes concernés a été menée (Avion civile, réponse en date du 07 janvier 2021 et de l'Armée de l'Air, réponse en date du 16/10/2023). Cette dernière a permis de mettre en avant le fait que la zone n'est soumise à aucune contrainte aéronautique.</p> <p>Aucune canalisation d'hydrocarbure, de gaz ou de produit chimique ne traverse l'aire d'étude de dangers.</p> <p>D'après les données du distributeur ENEDIS, deux lignes aériennes (haute et basse tension) sont présentes dans l'aire d'étude de dangers. Au plus proche, le centroïde du mât de l'éolienne E3 est située à 132 m au sud de la ligne haute tension.</p> <p>Aucun autre ouvrage public (exemple : barrages, digues, château d'eau, bassins de rétention...) n'est présent sur l'aire d'étude de dangers.</p>
Type environnement humain	Nom du lieu habité et distance à l'éolienne la plus proche									
Habitation isolée la plus proche	630 mètres de l'éolienne E2 au niveau du lieu-dit « Les Brosses » sur la commune de Plaimbois-du-Miroir									
Hameau le plus proche	Hameau au lieu-dit « La Barre » sur la commune de Plaimbois-du-Miroir à 750 mètres au plus proche de l'éolienne E3									
Bourg / Zones urbanisées les plus proches	Plaimbois-du-Miroir à 1,5 km de l'éolienne E3									

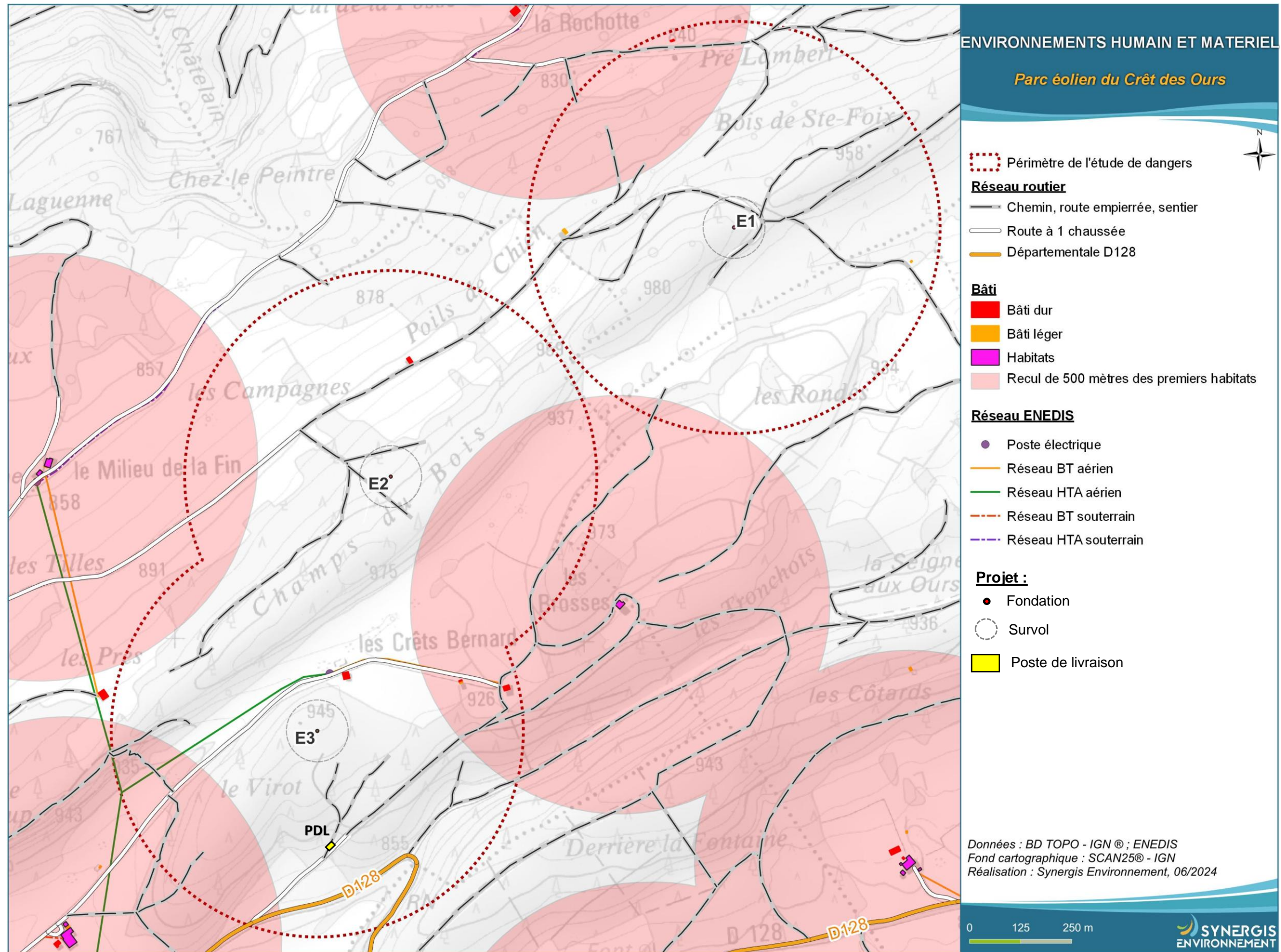


Figure 2 : Synthèse de l'environnement humain et matériel

II.4 Descriptif de l’installation

II.5 Caractéristiques de l’installation

II.5.1 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 :

- Des 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 mesures de vent, aire d’accueil du public, aire de stationnement, etc.

En outre, chaque éolienne du parc éolien du Crêt des Ours comportera les trois principaux éléments suivants :

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- Le rotor qui est composé de trois pales réunies au niveau du moyeu.
- Le mât est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou de 15 à 20 anneaux de béton, surmontés d’un ou plusieurs tronçons en acier.
- La nacelle abrite plusieurs éléments fonctionnels.

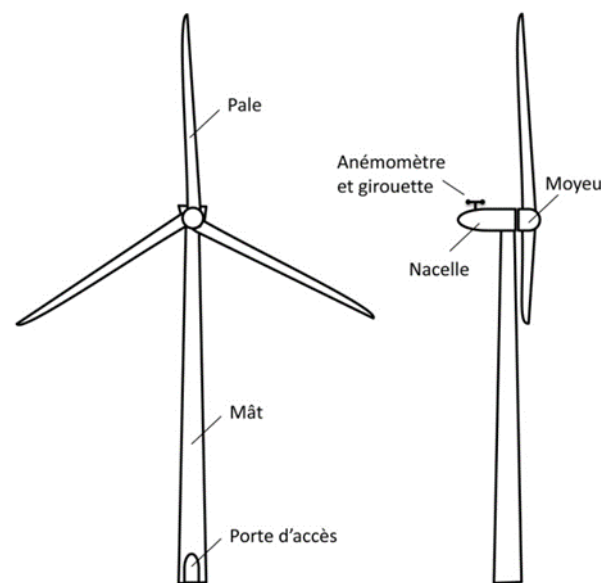


Figure 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

Le parc éolien du Crêt des Ours est composé de 3 éoliennes et d’un poste de livraison. Le choix précis de la machine retenue se fera sur la base d’un appel d’offre constructeur après obtention des demandes d’autorisation.

La présente étude de dangers est réalisée sur la base des valeurs les plus pénalisantes, afin de majorer l’exposition aux risques. Ainsi, une machine virtuelle combinant ces valeurs maximales :

Tableau 2 : Dimensions de l'éolienne fictive utilisées pour les calculs de l'étude de dangers

Éolienne	GABARIT FICTIF MAXIMISANT POUR LES CALCULS DE DANGERS
Hauteur maximale	200 m
Diamètre maximal de rotor	150 m
Longueur maximale de pale	75 m
Hauteur maximale de moyeu	125 m
Hauteur maximale de mât (au sens de la réglementation ICPE, tour + nacelle)	126,451 m
Largeur maximale de base de mât	4,76 m
Largeur maximale de pale	4,20 m

II.6 Fonctionnement de l’installation

II.6.1 Sécurité de l’installation

S’agissant d’une installation classée ICPE, à l’intérieur de laquelle des travaux considérés comme « dangereux » ont lieu de façon périodique, l’exploitant s’assure de la conformité réglementaire de ses installations au regard de la sécurité des travailleurs et de l’environnement.

II.6.2 Opérations de maintenance sur le parc

En phase exploitation, une maintenance prédictive et préventive des éoliennes sera mise en place. Celle-ci porte essentiellement sur l’analyse des niveaux d’huile, l’analyse vibratoire des éléments en mouvement et l’analyse électrique des éoliennes. La maintenance préventive des éoliennes a pour but de réduire les coûts d’intervention et d’immobilisation des éoliennes. En effet, grâce à la maintenance préventive, les arrêts de maintenance sont programmés et optimisés afin d’intervenir sur les pièces d’usure avant que n’intervienne une panne. Les arrêts de production d’énergie éolienne sont anticipés pour réduire leur durée et leurs coûts. Une première inspection est prévue au bout de 3 mois de fonctionnement des éoliennes. Ces opérations de maintenance courante seront répétées lors de l’inspection après la première année de fonctionnement, puis régulièrement selon le calendrier de maintenance.

Enfin, une maintenance curative est prévue dès lors qu’un défaut a été identifié lors d’une analyse. Les techniciens de maintenance éolienne se chargent alors de réparer et de remettre en fonctionnement les machines lors des pannes et assurent les reconnections aux réseaux. Le mainteneur garde pour objectif de maximiser la disponibilité technique des éoliennes pour permettre la production électrique.

II.6.3 Stockage et flux des produits dangereux

L’ensemble des déchets générés par la maintenance des éoliennes fait l’objet d’une collecte, d’un tri et d’un re-traitement dans un centre agréé.

Conformément à l’article 16 de l’arrêté du 26 août 2011 modifié, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes.

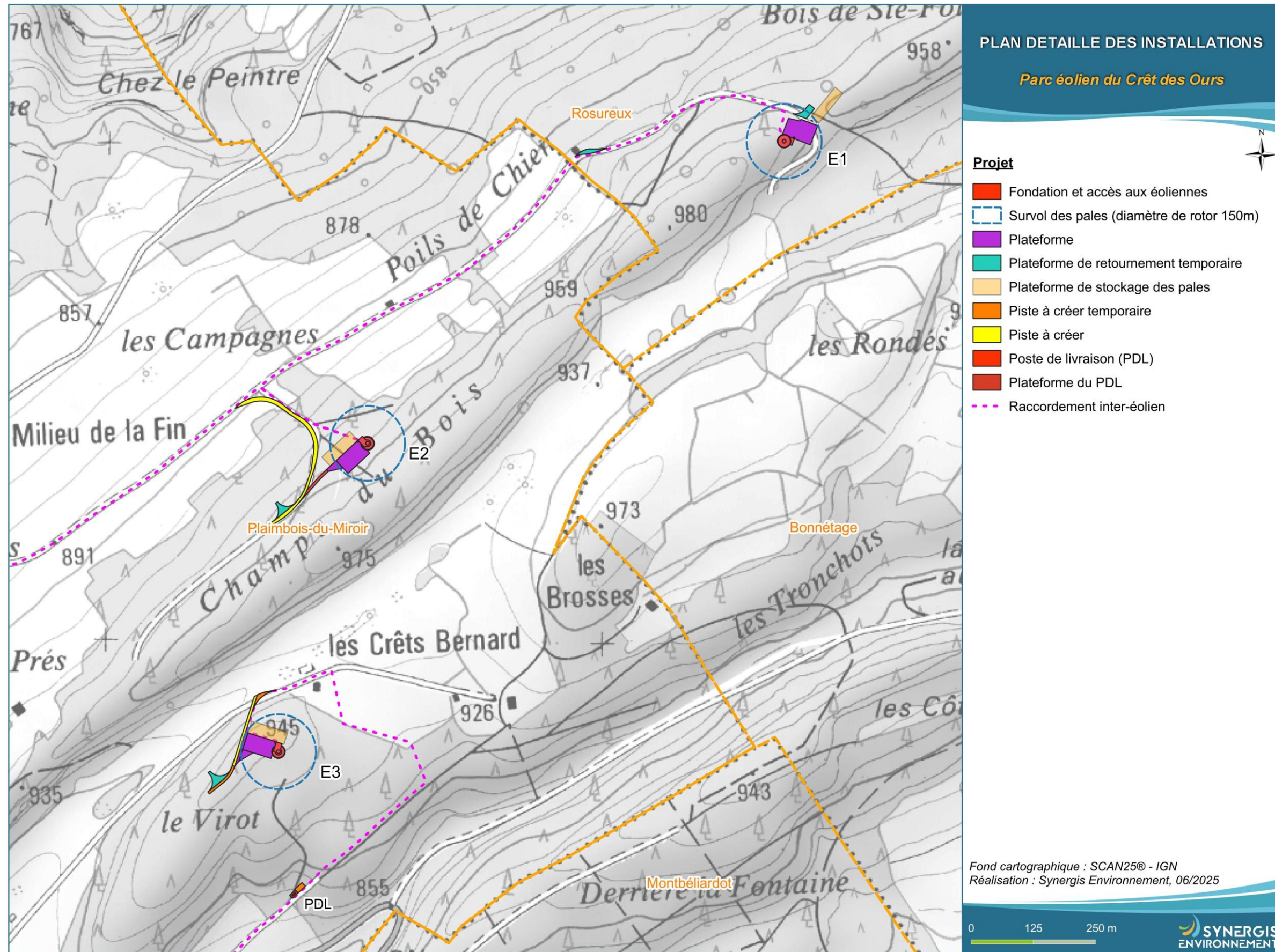


Figure 4 : Plan détaillé des installations

II.7 Identification des potentiels de dangers de l'installation

II.7.1 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien du Crêt des Ours sont de cinq types et sont listés dans le tableau suivant :

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

II.7.2 Réduction des potentiels de dangers à la source

Les choix techniques du projet éolien du Crêt des Ours ont été orientés de manière de réduire au maximum les dangers. Les thématiques suivantes ont été prises en compte :

- Choix de l'emplacement des installations
- Choix d'un type d'éolienne adapté au site
- Inventaire des incidents et accidents recensés en France
- Utilisation des meilleures technologies disponibles.

II.8 Analyse préliminaire des risques

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

Tableau 3: Liste des scénarios exclus de l'étude détaillée

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton.
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs, sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapproché d'une nappe phréatique.

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

- Effondrement de l'éolienne
- Chute de glace
- Chute d'éléments de l'éolienne
- Projection de pales ou de fragments de pales
- Projection de glace

Ces scénarii ont été étudiés dans l'analyse détaillée des risques afin de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

II.9 Etude détaillée des risques

II.9.1 Synthèse de l'étude détaillée des risques

Les tableaux présentés aux pages suivantes récapitulent, pour chaque événement retenu, les paramètres de risques :

- La cinétique ;
- L'intensité ;
- La gravité ;
- La 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 scénarii d'accident majeur :

Tableau 4 : Les classes de probabilité des scénarii d'accident majeur

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant	$P > 10^{-2}$
B	Probable	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	Improbable	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	Rare	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	Extrêmement rare	$\leq 10^{-5}$

Tableau 5: Les paramètres de risques selon un scénario

Projet éolien du Crêt des Ours					
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne (1)	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale = 200 m	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée pour les éoliennes E1 à E3
Chute de glace (2)	Zone de survol = 75 m	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée pour les éoliennes E1 à E3
Chute d'élément de l'éolienne (3)	Zone de survol = 75 m	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée pour les éoliennes E1 à E3
Projection de pale (4)	500 m	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieuse pour les éoliennes E1, E2 et importante pour E3
Projection de glace (5)	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne = 413 m	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieuse pour les éoliennes E1 à E3

II.9.2 Synthèse de l'acceptation des risques

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

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

Tableau 6 : Matrice de criticité

Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		(4) _{E3}			
Sérieux		(4) _{E1 et E2}		(5)	
Modéré		(1)	(3)		(2)

Tableau 7 : Légende de la Matrice de Criticité

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

- (1) Effondrement de l'éolienne
 (2) Chute de glace
 (3) Chute d'élément de l'éolienne
 (4) Projection de pale
 (5) Projection de glace

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- **Aucun accident n'apparaît comme non acceptable.**
- **L'accident chute de glace et projection de glace apparaissent en case jaune.** Cela s'explique par des classes de probabilité maximale (classes A et B) attribuées à ces événements par le guide d'élaboration des études de dangers de parcs éoliens. Son niveau de risque est donc majoré par rapport aux autres scénarios accidentels, dont la classe de probabilité est moindre. Il est d'ailleurs possible de constater que les événements de classe A ne peuvent être caractérisés par un niveau de risque très faible dans la matrice de criticité (absence de cases vertes). De plus, il convient de souligner qu'une mesure de déduction du givre sur les pales sera mise en place et permettra de réduire grandement le risque.
- **L'accident projection de pale apparaît en jaune pour l'éolienne E3 car la cabane de chasse se situe dans la zone d'effet.** En l'absence de données sur la fréquentation de la cabane, une estimation maximisante d'1 personne par m² soit 32 personnes a été prise en compte pour les calculs.

Aux vues du recensement de l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et mai 2023, il apparaît que le risque est limité et qu'aucune victime n'a été à déplorer jusqu'à présent. Les éoliennes sont aujourd'hui des structures de plus en plus sûres et fiables. Les constructeurs ont su profiter du retour d'expérience pour améliorer leurs technologies et ainsi limiter les risques d'incident et d'accident. Les principaux accidents pris en compte dans l'étude sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Pour l'ensemble des phénomènes étudiés sur le projet éolien du Crêt des Ours le risque est considéré comme acceptable.

Scénario	Gravité	Probabilité	Niveau de risque	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne (1)	Modérée	D (pour des éoliennes récentes) ^[1]	Très faible	Acceptable
Chute de glace (2)	Modérée	A	Faible	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne (3)	Modérée	C	Très faible	Acceptable
Projection de pale (4)	Sérieuse pour E1 et E2 Importante pour E3	D (pour des éoliennes récentes) ^[2]	Très faible	Acceptable
Projection de glace (5)	Sérieuse	B	Faible	Acceptable

^[1] Voir paragraphe VIII.2.1

^[2] Voir paragraphe VIII.2.4

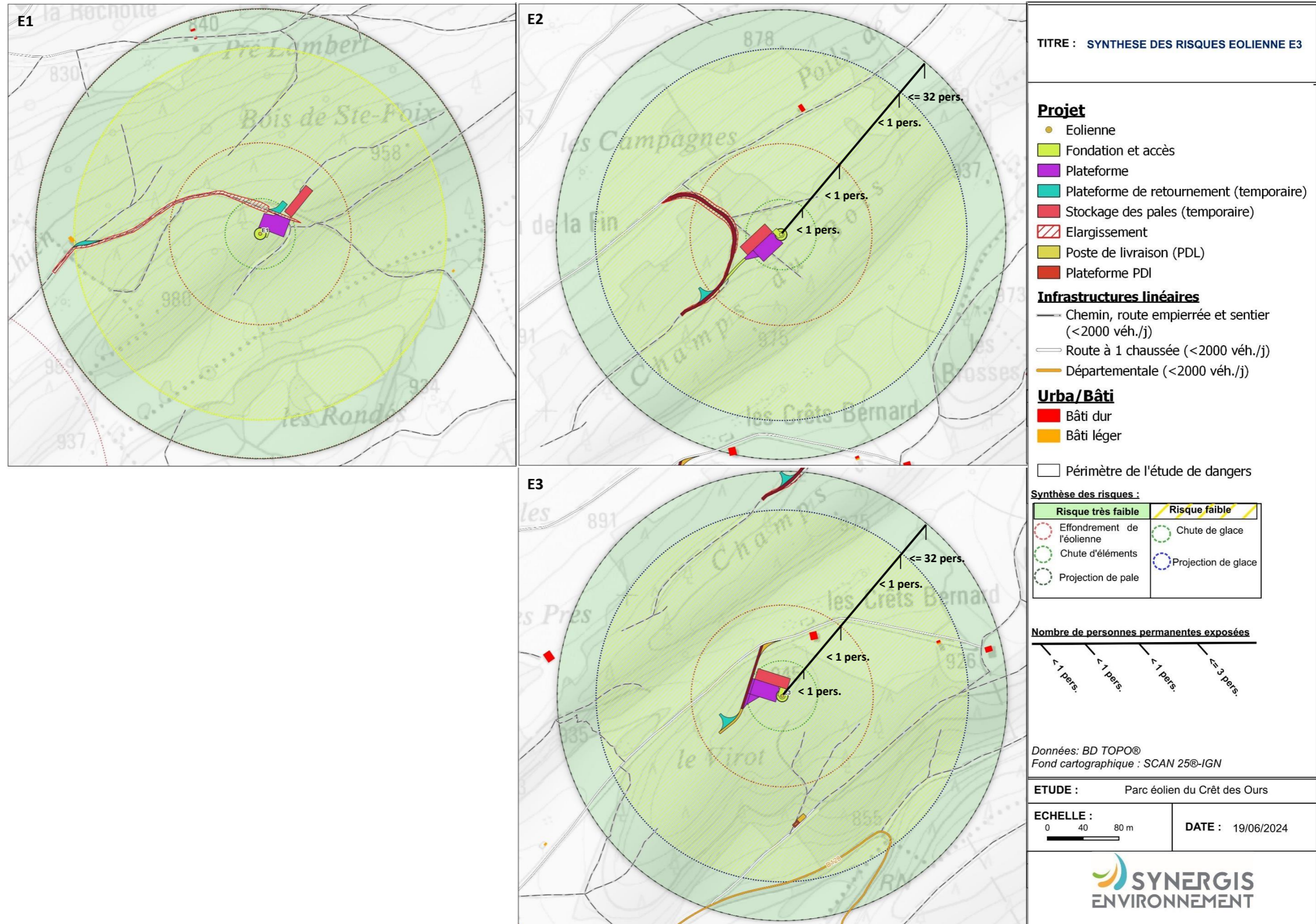


Figure 5 : Synthèse des risques

III. PREAMBULE

L'étude de dangers est une analyse scientifique et technique permettant d'appréhender au mieux l'ensemble des risques auxquels se trouvent exposés, lors d'un accident d'origine interne ou externe, les personnes et les biens situés à l'intérieur ou à proximité d'une installation, ainsi que les dommages qui en résultent pour l'environnement. L'étude de dangers identifie les sources de dangers et expose les scénarios d'accidents potentiels. Elle présente ensuite une analyse des mesures propres à réduire la probabilité et les conséquences de ces accidents. L'article D181-15-2 du code de l'environnement prévoit le contenu de l'étude de dangers.

III.1 Objectifs de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objectif de démontrer, dans le cadre d'un projet de parc éolien, la maîtrise du risque par l'exploitant du parc.

S'agissant du parc éolien du Crêt des Ours, l'étude rendra compte de l'examen effectué par la CPENR du Crêt des Ours pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc, 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.

L'étude de dangers est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc éolien du Crêt des Ours.

Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptées à la nature et à la complexité des installations et de leurs risques.

Ainsi, l'étude comporte une analyse des risques présentant les différents scénarii d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarii 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 ainsi que de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Enfin, elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien du Crêt des Ours, qui réduisent le risque, à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes, à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

L'étude de dangers 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 d'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.

III.2 Contexte législatif et réglementaire

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du code de l'environnement relative à la demande d'autorisation environnementale. Selon l'article D181-15-2, « *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* ».

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

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 la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181-3. Selon l'article D181-15-2, l'étude de dangers précise 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. Elle doit également comporter, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité et la cinétique des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie agrégée par type d'effet des zones de risques significatifs.

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

III.3 Nomenclature des installations classées

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

Tableau 8 : Nomenclature des installations classées

Numéro	Désignation de la rubrique	A, E, D, S, C (1)	Rayon (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :		-
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 50 m :	----- A	6
	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	----- A	6
	b) Inférieure à 20 MW	----- D	-

(1) A : autorisation ; E : Enregistrement ; D : déclaration ; S : servitude d'utilité publique ; C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement.

(2) Rayon d'affichage en kilomètres.

Le parc éolien du Crêt des Ours comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (3 aérogénérateurs d'une hauteur de mât augmentée de la nacelle de 126 m maximum et de 200 m maximum de hauteur en bout de pale) : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation environnementale.

IV. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

IV.1 Renseignements administratifs

Tableau 9: Identité du porteur de projet

Dénomination	CPENR DU CRÊT DES OURS
Immatriculation au RCS, numéro	929 451 854 R.C.S. Toulouse
Forme juridique	Société par actions simplifiée (Société à associé unique)
Capital social	100,00 €
Adresse	2 Rue du Libre Echange 31500 Toulouse

Greffes du Tribunal de Commerce de Toulouse
Place de la Bourse
BP BP 7016
31068 TOULOUSE Cedex 7
N° de gestion 2024B03053

Extrait Kbis

EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIÉTÉS
à jour au 4 septembre 2024

IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE

Immatriculation au RCS, numéro 929 451 854 R.C.S. Toulouse
Date d'immatriculation 01/06/2024
Dénomination ou raison sociale CPENR DU CRÊT DES OURS
Forme juridique Société par actions simplifiée (Société à associé unique)
Capital social 100,00 Euros
Adresse du siège 2 Rue du Libre Echange 31500 Toulouse
Activités principales Exploitation d'une centrale de production d'énergie renouvelable.
Personne morale immatriculée sans exercer d'activité
Durée de la personne morale Jusqu'au 01/06/2123
Date de clôture de l'exercice social 31 décembre
Date de clôture du 1er exercice social 31/12/2025

GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTRÔLE, ASSOCIÉS OU MEMBRES

Président
Dénomination ABO WIND
Forme juridique Société à responsabilité limitée
Adresse 2 Rue du Libre Echange 31500 Toulouse
Immatriculation au RCS, numéro 441 291 432 RCS Toulouse

Le Greffier



FIN DE L'EXTRAIT

Figure 6 : Extrait du KBIS

Les personnes ayant réalisé l'étude de dangers sont les suivantes :

Tableau 10 : Auteurs de l'étude de dangers

Rédacteur	Victor DANIEAU (Synergis Environnement) Léo DESFORET (Synergis Environnement)
Réalisation des éléments cartographiques	Victor DANIEAU (Synergis Environnement) Léo DESFORET (Synergis Environnement)

IV.2 Localisation du site

Le projet éolien du Crêt des Ours est situé sur les communes de Plaimbois-du-Miroir et Rosureux, dans le département du Doubs, dans la région Bourgogne-Franche-Comté.

Une carte de localisation du site est présentée à la page suivante.

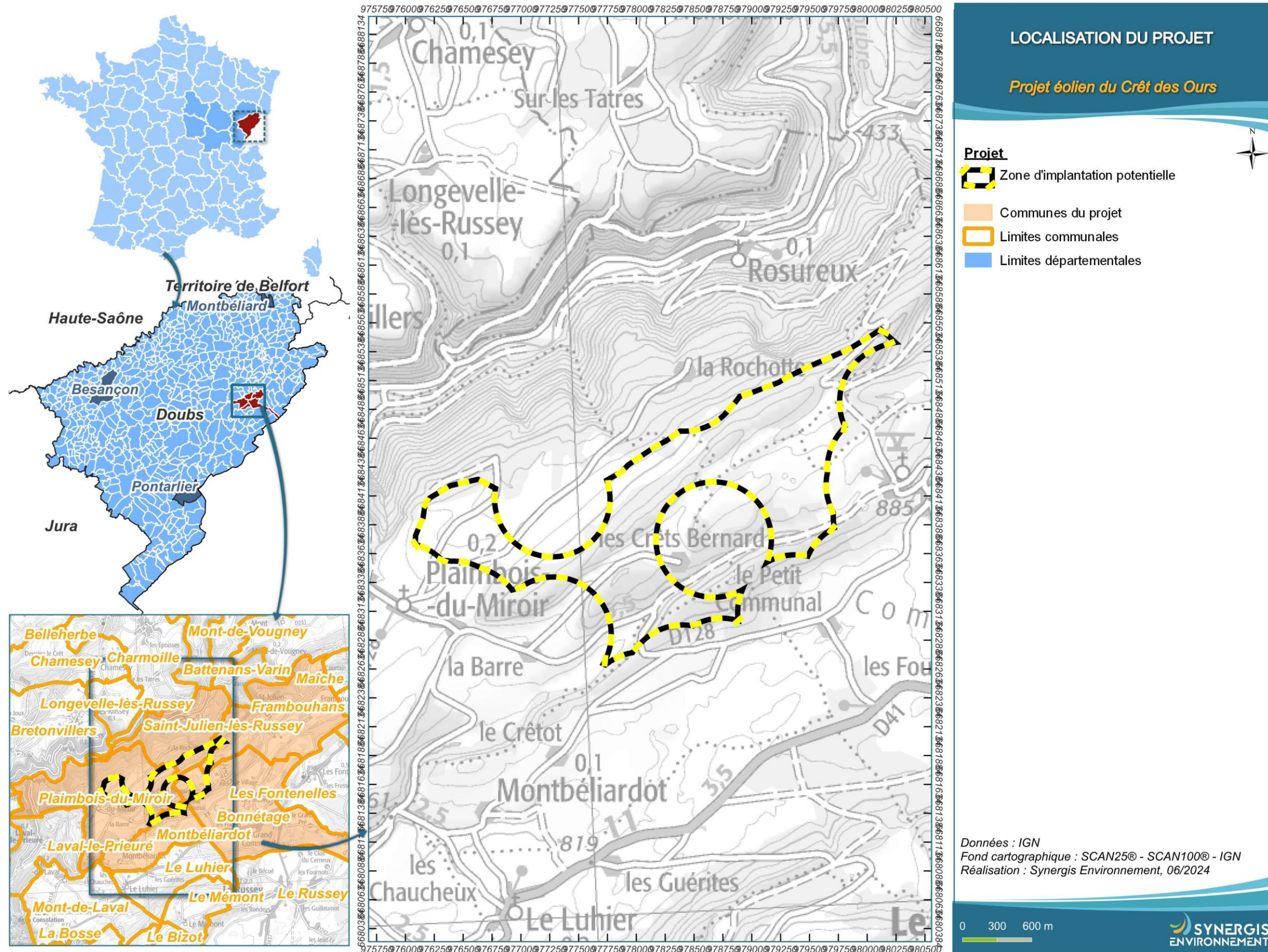


Figure 7 : Localisation générale du site

IV.3 Définition de l'aire d'étude

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

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

Le périmètre de l'aire d'étude de dangers est compris dans l'aire d'étude de l'étude d'impact, l'aire d'étude immédiate (AEI).

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

L'aire d'étude globale des dangers regroupe le territoire de cinq communes :

- Plambois-du-Miroir ;
- Montbéliardot ;
- Rosureux ;
- Saint-Julien-les-Russey ;
- Bonnetage.

Une carte de cette aire d'étude est présentée à la page suivante.

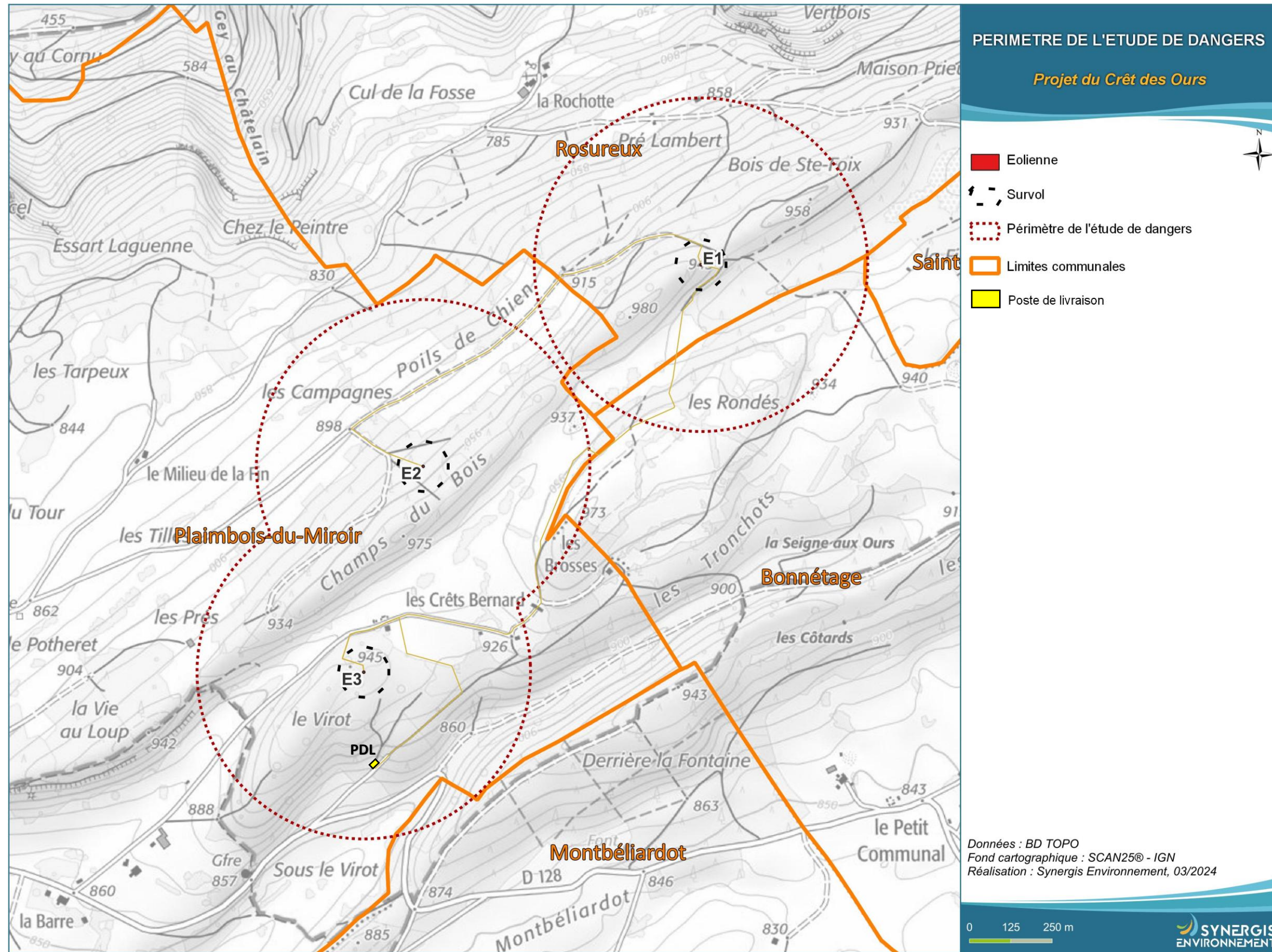


Figure 8 : Définition de l'aire d'étude de dangers

V. 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). En conclusion de ce chapitre, une cartographie de synthèse permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans la zone d'étude (nombre de personnes exposées par secteur (champs, routes, habitations...) et localisation des biens, infrastructures et autres établissements).

V.1 Environnement naturel

V.1.1 Contexte climatique

Les données présentées ci-dessous proviennent de la station météorologique la plus proche du site étudié et disposant de conditions climatiques similaires et de données complètes. Il s'agit de la station météorologique de Pontarlier (25).

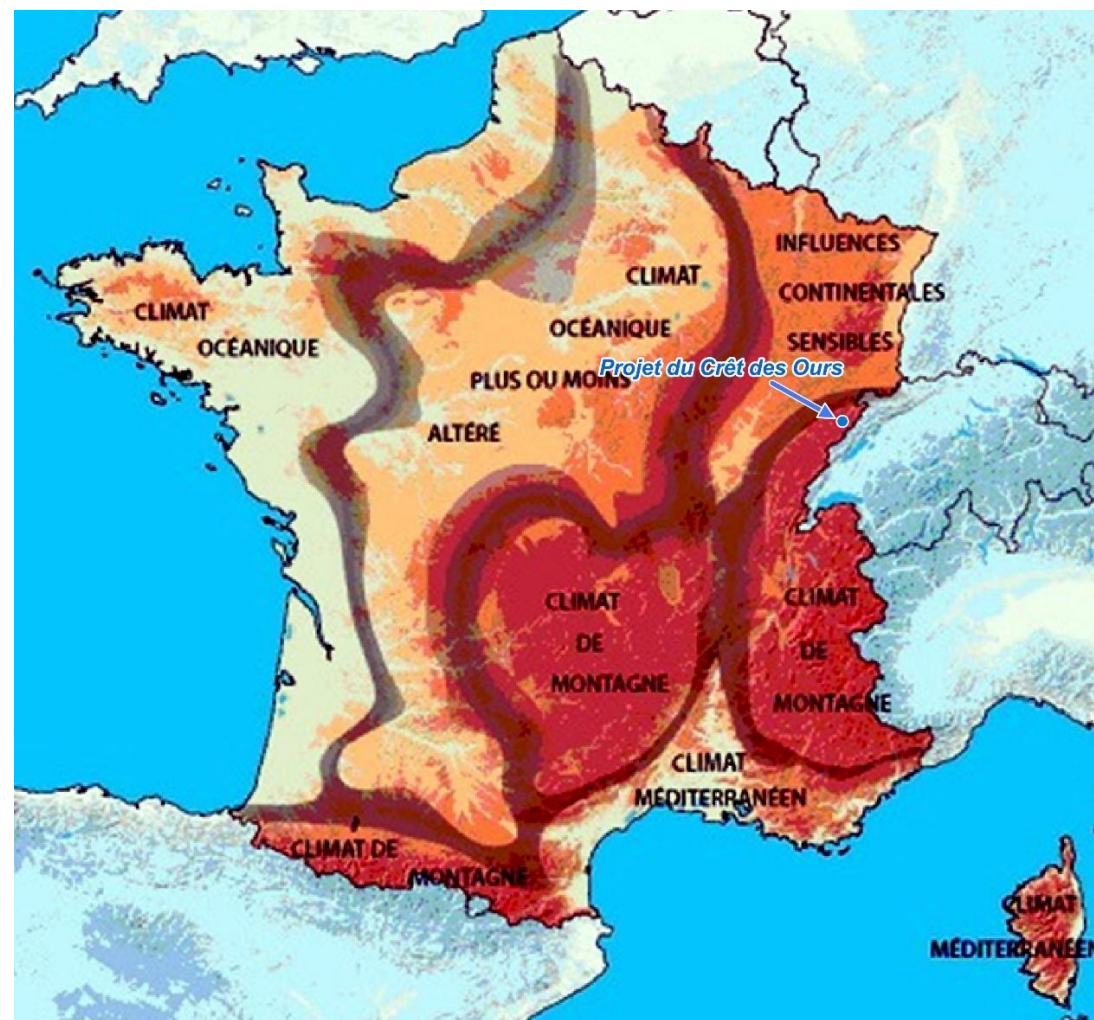


Figure 9 : Les zones climatiques en France et la localisation du projet (Source : Météo-France)

Le projet se situe dans le massif du Jura, qui forme une barrière empêchant les masses d'air arrivant de l'ouest de continuer vers la Suisse. Un climat de basse montagne règne sur les plateaux du Jura. Les hivers y sont froids et la couverture neigeuse variable. La haute chaîne du Jura est dominée par un climat de montagne caractérisé par des chutes de neige importantes, une température qui décroît rapidement en fonction de l'altitude, des étés tièdes, voire frais et des orages fréquents.

Sur le second Plateau, la température moyenne annuelle est comprise entre 5,6°C et 7,8°C. À noter que le record de froid en France a été enregistré à Mouthe, dans le Haut-Doubs (-36,7°C en janvier 1968). Les précipitations annuelles sont comprises entre 1000 et 1800 mm, mais peuvent atteindre ou dépasser 2000 mm, dont une partie importante sous forme de neige, souvent précoce. La pluviométrie est relativement bien répartie sur l'ensemble de l'année. Cette pluviométrie régulière compense les faibles réserves en eau des sols calcaires (karstiques).

Concernant les vents, ceux venant du sud-ouest sont chargés d'humidité, tandis que la bise est un vent froid et sec du nord-est.

V.1.1.1 Températures

L'histogramme suivant indique les normales mensuelles de températures à Pontarlier (25) pour la période 1981-2010. Il indique les mesures de la température minimale et maximale, relevées mois par mois, pour la période 1981-2010. Les mois les plus chauds sont juillet et août, alors que décembre, janvier et février sont les mois les plus froids. L'amplitude thermique, différence entre la moyenne minimale et la moyenne maximale est modérée (10,2°C).

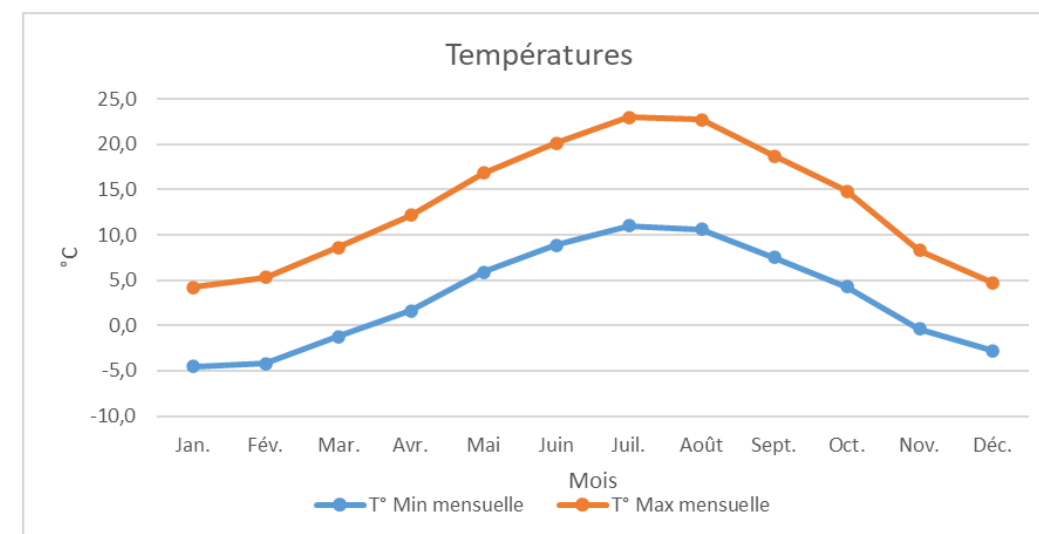


Figure 10 : Normales mensuelles des températures minimales et maximales en °C à Pontarlier (Source : Météo France)

V.1.1.2 Précipitations, neiges et orages

L'histogramme suivant indique les normales mensuelles de précipitations calculées à Pontarlier pour la période 1981-2010. Les précipitations sont bien réparties sur l'ensemble de l'année. Au total, il pleut en moyenne à Pontarlier, une hauteur cumulée d'environ 1503,3 mm par an. Cette hauteur d'eau est bien supérieure à la moyenne nationale d'environ 850 mm.

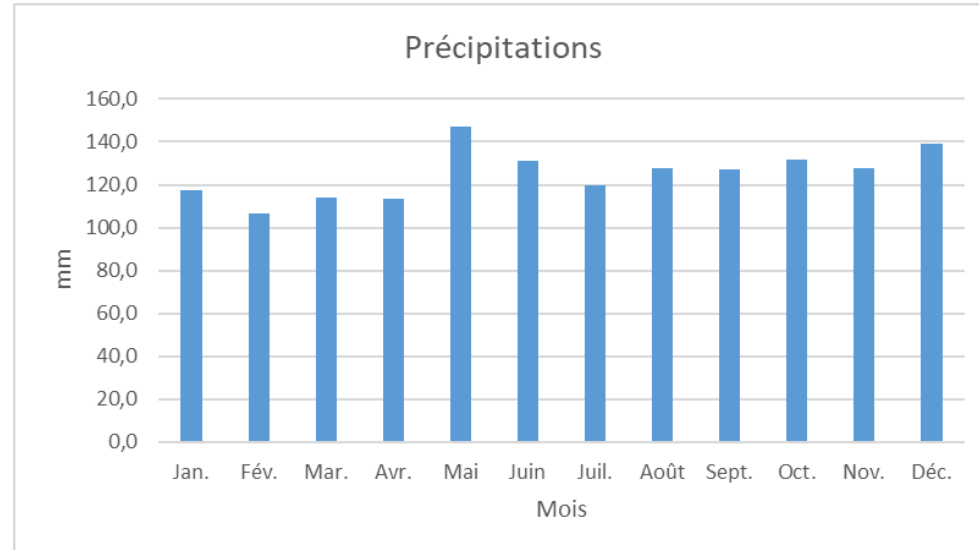


Figure 11 : Hauteur des précipitations (en mm) à Pontarlier (Source : Météo France)

V.1.1.3 Ensoleillement

Les données d'ensoleillement ne sont pas disponibles pour la station météo de Pontarlier. En revanche, ces données sont disponibles sur la station de Besançon, en contrebas du massif du Jura. La station enregistre une moyenne annuelle d'ensoleillement pour la période 1981-2010 de 1836 heures.

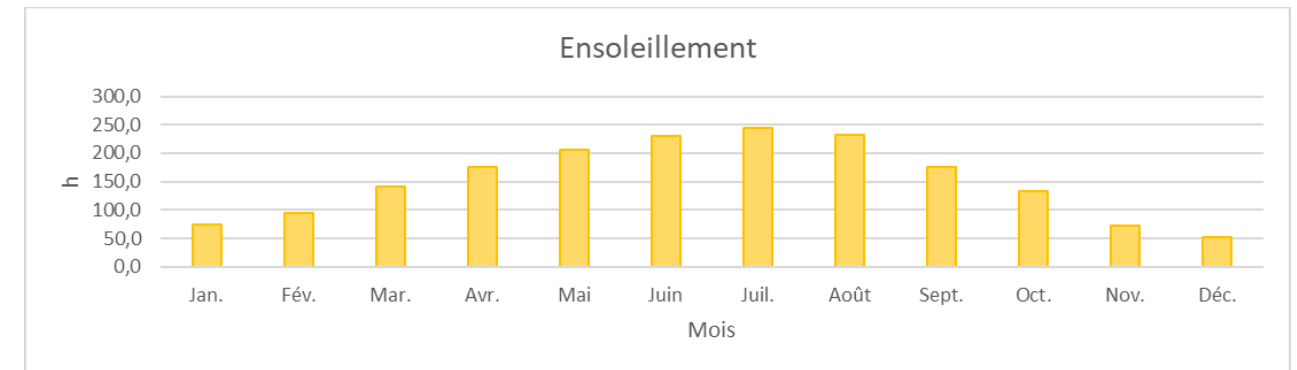


Figure 12 : Ensoleillement moyen par mois à Montélimar en nombre d'heures (Source : Météo France)

La moyenne annuelle d'irradiation solaire aux environs de l'aire d'étude immédiate est d'environ 1216 kWh/m².

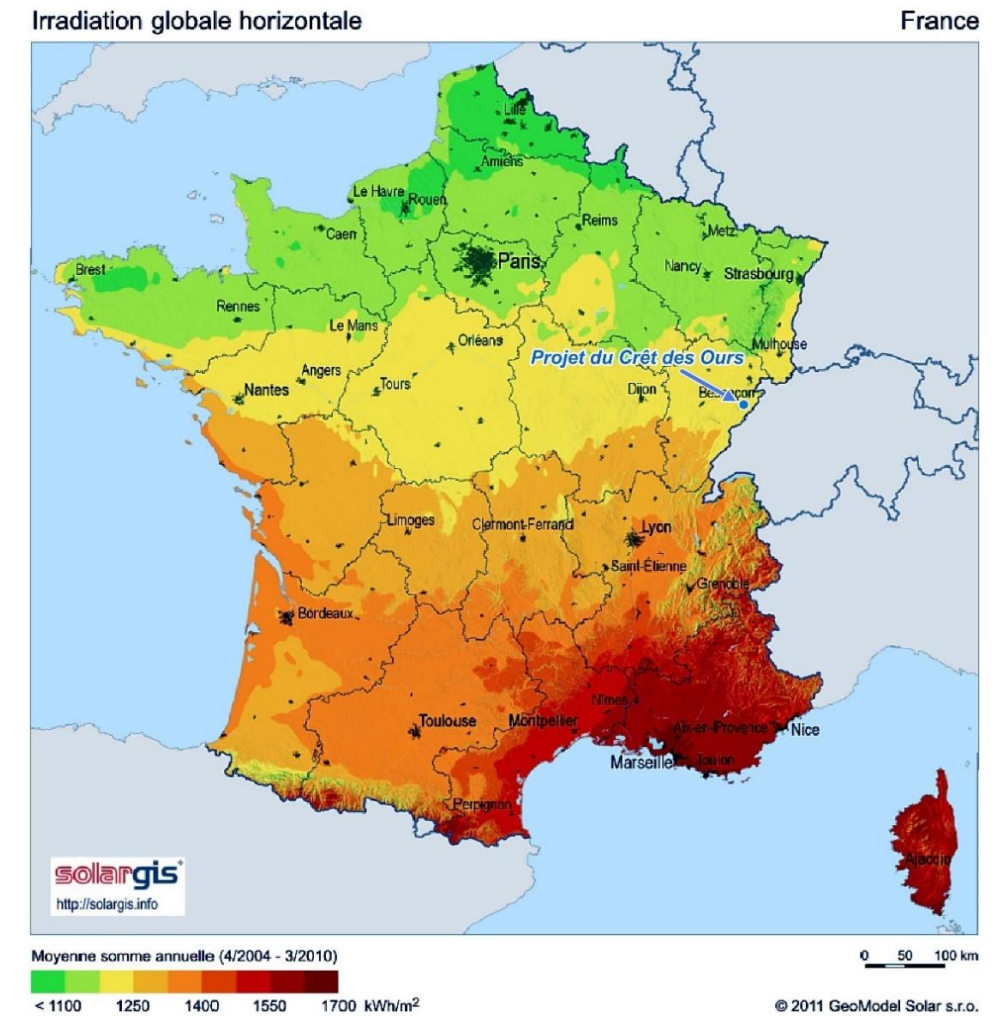


Figure 13 : Heures d'ensoleillement en France (Source : SolarGIS)

V.1.2 Risques naturels

Tableau 11: Recensement des risques naturels par commune

Commune	Sismicité	Inondation	Inondation remontée par nappe	Mouvements de terrain (MVT), cavités souterraines (CAV)	Retrait-gonflement des argiles	Événements reconnus en l'état de catastrophe naturelle
Plaimbois-du-Miroir	Modérée (niveau 3)	Les communes ne sont pas concernées par le risque inondation.	Aire d'étude non soumise à l'aléa inondation par remontée de nappe (zone potentiellement sujette aux inondations de cave et débordement de nappe)	Atlas des secteurs à risques de mouvements de terrain dans le Doubs ; Plusieurs cavités naturelles sont recensées au niveau du projet ; Nombreux indices karstiques (dolines, pertes, gouffres...)	Exposition nulle à modérée	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain (1)
Montbéliardot						Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain (1)
Rosureux						Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain (1) ; Inondations et coulées de boue (1)
Bonnétage						Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain (1) ; Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols (1)

V.1.2.1 Sismicité

Concernant le risque de séisme, le décret du 22 octobre 2010 a introduit le nouveau zonage sismique de la France.

L'article R.563-4 du code de l'environnement est donc modifié et stipule désormais que pour l'application des mesures de prévention du risque sismique aux bâtiments, équipements et installations de la classe dite « à risque normal », le territoire est divisé en cinq zones de sismicité croissante :

- Sismicité 1 (très faible) ;
- Sismicité 2 (faible) ;
- Sismicité 3 (modérée) ;
- Sismicité 4 (moyenne) ;
- Sismicité 5 (forte) ;

Selon les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010, les communes de l'aire d'étude de dangers sont classées en zone de sismicité modérée.

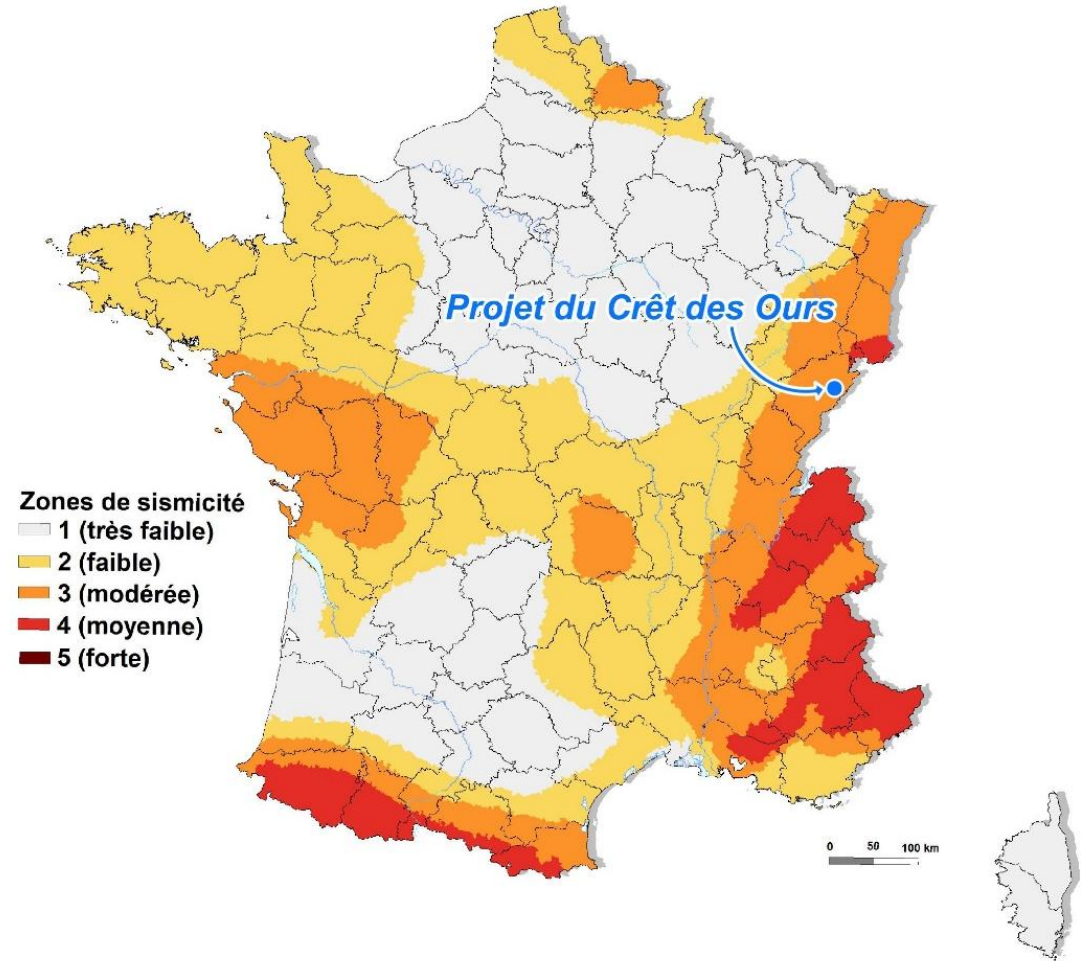


Figure 16 : Zonage sismique de la France (Source : BRGM)

Le décret du 22 octobre 2010 concerne les bâtiments techniques associés aux éoliennes, dont l'endommagement empêcherait le fonctionnement du centre de production : ce sont des bâtiments de catégorie d'importance III. Cependant, les équipements eux-mêmes (l'éolienne) ne sont pas l'objet de l'arrêté bâtiment. L'application des règles de l'Eurocode 8 est donc obligatoire pour une telle catégorie de bâtiment au sein d'une zone de sismicité modérée.

Dans le cadre de la prévention des différents aléas techniques susceptibles d'être rencontrés dans la réalisation des ouvrages, les opérations de construction ayant pour objet la réalisation d'éoliennes dont la hauteur de mât est supérieure à 12 mètres ainsi que les bâtiments techniques de catégorie d'importance III sont obligatoirement soumis au contrôle technique, conformément à l'article R111-38 du code de la construction et de l'habitation.

V.1.2.2 Foudre

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), l'orage est un phénomène météorologique caractérisé par la présence d'éclairs et de tonnerre, avec ou sans précipitations, liquides ou solides, éventuellement accompagné de rafales. Un orage est constitué par une formation nuageuse spécifique appelée cumulonimbus qui peut s'étendre sur plusieurs dizaines de kilomètres carrés et dont le sommet culmine à une altitude comprise entre 6 000 et 15 000 mètres. Sous les climats tempérés, comme en France, les orages se produisent essentiellement durant la saison chaude qui va de fin avril à fin octobre, mais il peut y avoir aussi des orages en hiver.

Le risque orageux peut être apprécié de manière plus fine grâce à la densité d’arc (Da) qui est « le nombre de coups de foudre au sol par km² et par an ». D’après les données 2007-2019 fournies par le service METEORAGE de Météo France, la densité d’arc dans le Doubs est égale à 1,29 Nsg/km². A titre de comparaison, la moyenne en France de la densité de foudroiement est de 1,08. Le risque orageux dans le secteur du projet, peut donc être considéré comme légèrement plus important qu’au niveau national.

V.1.2.3 Mouvements de terrain

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d’origine naturelle ou anthropique. Les volumes en jeux sont compris entre quelques mètres cubes et quelques millions de mètres cubes. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou très rapides (quelques centaines de mètres par jour). Ce risque peut être avoir diverses origines : **mouvements lents et continus** (les tassements et les affaissements de sols, les glissements de terrain le long d’une pente...) ; **mouvements rapides et discontinus** (les effondrements, les écroulements et les chutes de blocs, les coulées boueuses et torrentielles...) et **l’érosion littorale**.

D’après la base de données du ministère de l’Écologie, du Développement Durable, et de l’Énergie (<http://www.georisques.gouv.fr>), **aucun mouvement de terrain n’a été défini sur l’AEI**. Le mouvement de terrain le plus proche identifié correspond à un éboulement, situé au sein de la commune de Roynac à environ 1,9 km à l’ouest de l’AEI.

Aucun PPRN (Plan de Prévention des Risques Naturels) Mouvements de terrain n’est prescrit sur les communes de l’AEI.

Notons toutefois l’existence d’un Atlas des secteurs à risques de mouvements de terrain dans le Doubs. Un premier inventaire des zones potentielles ou avérées d’instabilité de terrain sur l’ensemble du département a été réalisé en 2000, sous la forme d’un atlas de cartes au 1/25000^{ème}, et à partir de l’analyse des couches géologiques, de reconnaissances de terrain et de recensement des événements passés. Cet atlas a été mis à jour en 2013 par le CEREMA. Selon le type de phénomène en cause, ces zones ont été hiérarchisées selon quatre niveaux d’aléas :

- Aléa faible : secteurs à risque de glissement à pente moyenne, secteurs à moyenne densité d’indices karstiques ;
- Aléa moyen : secteurs à risque de glissement à pente moyenne ;
- Aléa fort : secteurs à risque de glissement de forte pente, glissements anciens, indices karstiques (dolines, gouffres, pertes...) et secteurs à forte densité d’indices karstiques, zones potentielles de chute de blocs ;
- Aléa très fort : secteurs à risque de glissement accusant une pente très forte.

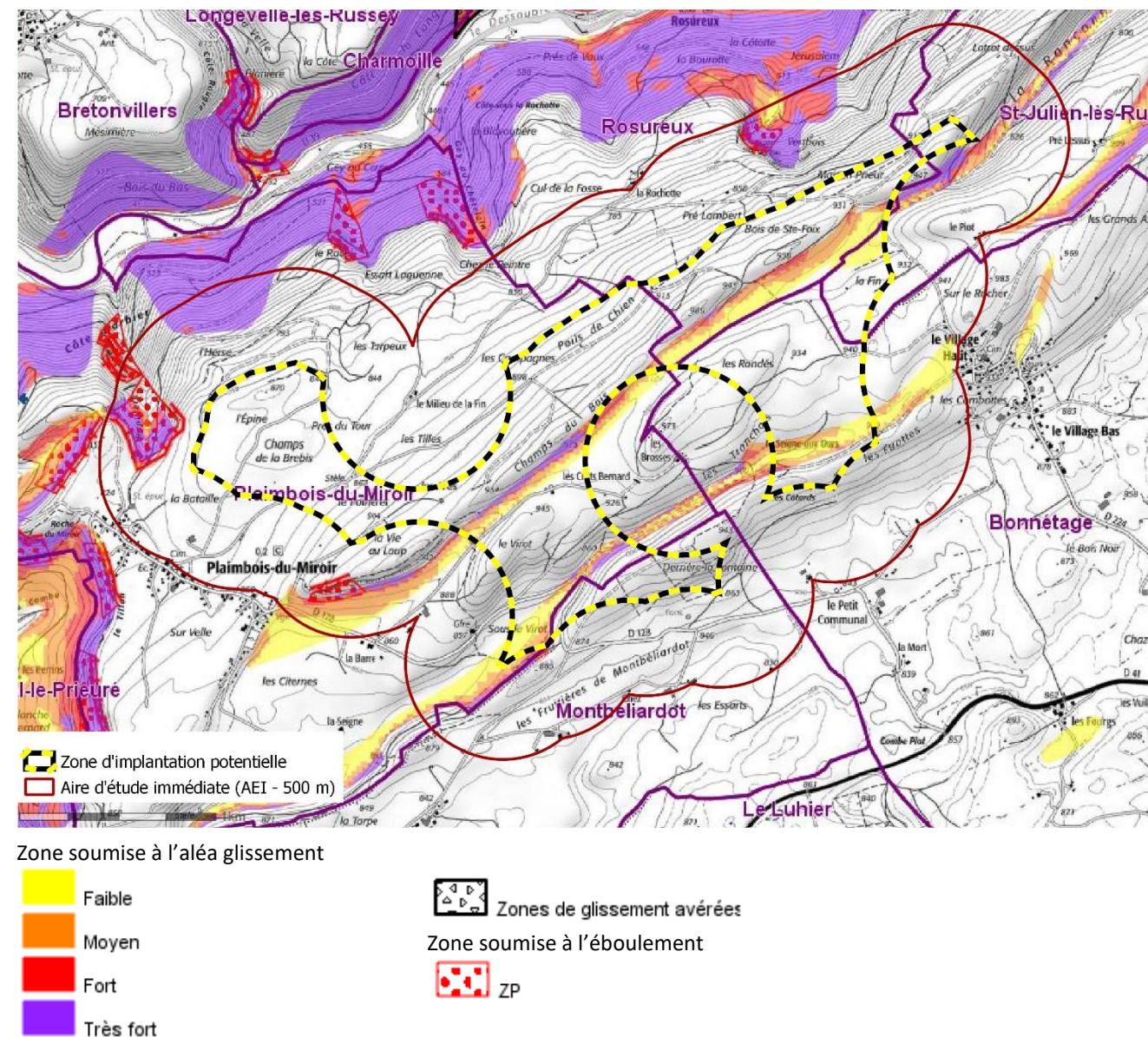


Figure 17 : Atlas des secteurs à risque de mouvement de terrain du Doubs (Source : DTT du Doubs)

Sur le territoire des communes concernées par l’AEI, les zones de marnes en pente et d’éboulis sur versant marneux sont des zones stables dans les conditions naturelles mais qui peuvent être le siège de glissement à la suite de l’intervention de l’homme. Dans ces zones, plus la pente est importante, plus le risque de déclencher un mouvement est fort. De même, plus les terrassements sont importants plus le risque est fort.

En outre, des zones potentielles de chutes de pierres et de blocs ont été identifiées sur le territoire des communes concernées par l’AEI. Le risque est important, et affecte les biens mais aussi les personnes. Ces zones doivent en principe être strictement protégées de toute urbanisation.

Les niveaux d'aléa identifiés par l'atlas des secteurs à risque de mouvement de terrain sont associés aux principes de constructibilité suivants :

Tableau 12 : Principe de constructibilité en fonction du niveau d'aléa relatif aux mouvements de terrain (Source : DDT du Doubs)

Aléa Projet	Faible	Moyen	Fort	Très fort
Constructions neuves (ou extension importantes/extension non contiguës)	OUI recommandations*	OUI sous conditions**	NON sauf exception***	NON
Petits projets	OUI recommandations*	OUI recommandations*	OUI sous conditions**	NON

***Recommandations** : réalisation d'une étude géotechnique avant travaux ou respect des mesures de réduction de la vulnérabilité préconisées par la DDT pour le risque considéré ;

****Conditions** : le projet DOIT présenter des garanties techniques (des vérifications sont nécessaires) : réalisation préalable et respect d'une étude géotechnique ou respect des mesures de réduction de la vulnérabilité préconisées par la DDT pour le risque considéré.

*****Exceptions** : des projets pourront être autorisés dans certains cas, sous conditions strictes :

- Projets non situés dans les secteurs a priori les plus exposés : dolines, pied de falaise, zones de glissement avéré.
- Préalablement à la définition du projet, réalisation d'une étude géologique, hydrogéologique et géotechnique délimitant de manière précise les zones à risques et fixant les conditions de réalisation de constructions neuves dans les zones les moins exposées ;
- Examen conjoint du projet et de l'étude par la DDT.
- Réalisation du projet conforme aux préconisations de l'étude géologique, hydrogéologique et géotechnique précitée.

Concernant les éoliennes :

Plusieurs études géotechniques (confer norme NFP 94-500) seront réalisées en amont de la conception des fondations et avant le démarrage du chantier afin de garantir la stabilité de l'ensemble des structures (éoliennes, postes de livraison, chemins d'accès). Dans le détail, ces études permettent de bien dimensionner les fondations, de sélectionner des bétons et ferrailages adaptés, et de prévoir les affouillements et exhaussements nécessaires.

V.1.2.4 Cavités souterraines

Les cavités souterraines sont des cavités creusées dans le sous-sol pour permettre l'extraction de matériaux de construction (calcaire, craie, argiles, etc.). Différentes techniques d'extraction ont été utilisées qui ont entraîné des cavités de taille et de géométrie diverses (exploitation en chambres et piliers par exemple). Après l'arrêt de l'exploitation, ces cavités souterraines n'ont pas été remblayées pour des raisons de coût. La dégradation de ces cavités par affaissement ou effondrement, peut causer de graves dommages. Les cavités inventoriées peuvent également avoir une origine naturelle : elles peuvent avoir été formées par dissolution (par circulation d'eau), par suffosion (érosion par circulation d'eau avec entraînement des particules fines) ou encore par volcanisme (de type effusif).

Les affaissements sont des dépressions topographiques en forme de cuvette dues aux fléchissements lents et progressifs des terrains de couverture. Les effondrements résultent de la rupture des appuis ou du toit d'une cavité souterraine, rupture qui se propage jusqu'en surface de manière plus ou moins brutale, et qui détermine l'ouverture d'une excavation grossièrement cylindrique.

D'après la base de données BD Cavités du Ministère chargé de l'environnement, **plusieurs cavités naturelles sont recensées sur et à proximité de l'AEI**. Il s'agit pour la plupart de dolines, en lien avec le contexte karstique de la zone. **Une seule cavité naturelle est recensée au droit de la ZIP, au lieu-dit Champs de la Brebis.**

Aucun Plan de Prévention des Risques naturels « Cavités souterraines » n'est prescrit sur les communes de l'AEI. Néanmoins, les documents d'urbanisme peuvent prévoir certaines spécificités, comme l'interdiction du comblement des dolines ou l'interdiction de construire dans les zones à risque d'effondrement.

À l'échelle départementale, l'Atlas des secteurs à risques de mouvements de terrain dans le Doubs recense de nombreux indices karstiques (dolines, pertes, gouffres...). C'est également le cas des Documents Locaux d'Urbanisme (DLU) des communes concernées par l'AEI.

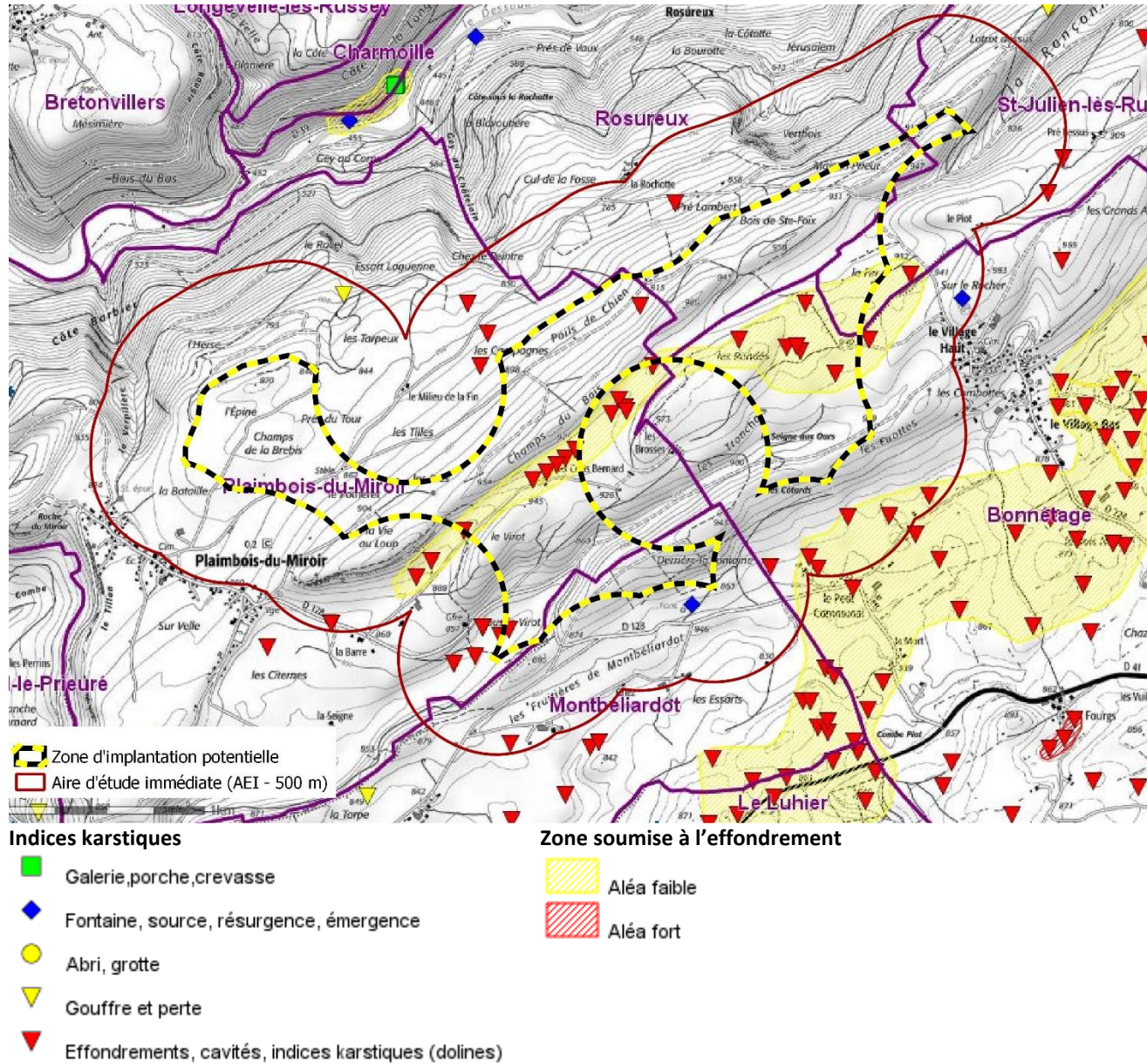


Figure 18 : Indices karstiques recensés par l'Atlas des secteurs à risque de mouvement de terrain du Doubs (Source : DTT du Doubs)

Tous les phénomènes karstiques ne sont pas recensés précisément dans l'atlas des secteurs à risques, ni par les DLU, tant en raison de leur nombre, que de leur évolution permanente. La connaissance vis-à-vis de ces phénomènes peut être complétée par des études spécifiques (ponctuelles ou plus générales).

Les zones à moyenne densité de dolines sont vastes, avec des dolines dispersées. Dans ces zones, les constructions nouvelles peuvent être autorisées sauf dans l'emprise des dolines identifiées. Il est recommandé de réaliser des études spécifiques à chaque projet de construction ou à défaut, de tenir compte des recommandations suivantes (notamment lors de la phase de terrassement) :

- Les éventuelles poches d'argiles devront être purgées et substituées par des matériaux calcaires sains et compactés. Les éventuels vides devront être comblés par des matériaux sains et compactés.
- Les fondations devront être ancrées dans le calcaire compact et/ou au minimum à une cote hors gel. Les éventuelles parties enterrées devront être ceinturées par un système drainant.

- Si durant la phase de terrassements, des vides, failles ou fissurations importantes sont mises à jour, il conviendra dans ce cas de prendre l'attache d'un bureau d'études spécialisé.
- De même, si l'on observe lors des terrassements une poche argileuse très développée et dont la purge ne peut être économiquement envisagée (quantité de matériaux à évacuer très importante), il conviendra alors de prendre l'attache d'un bureau d'études spécialisé qui définira les dispositions constructives adaptées à la nature des sols.

Concernant les éoliennes :
 Plusieurs études géotechniques (confer norme NFP 94-500) seront réalisées en amont de la conception des fondations et avant le démarrage du chantier afin de garantir la stabilité de l'ensemble des structures (éoliennes, postes de livraison, chemins d'accès). Dans le détail, ces études permettent de bien dimensionner les fondations, de sélectionner des bétons et ferrallages adaptés, et de prévoir les affouillements et exhaussements nécessaires.

V.1.2.5 Retrait gonflement des argiles

Les phénomènes de retrait-gonflement se manifestent dans les sols argileux et sont liés aux variations en eau du terrain. Lors des périodes de sécheresse, le manque d'eau entraîne un tassement irrégulier du sol en surface : on parle de retrait. À l'inverse, un nouvel apport d'eau dans ces derniers terrains produit un phénomène de gonflement.

Des tassements peuvent également être observés dans d'autres types de sols (tourbe, vase, loess, sables liquéfiables, etc.) lors des variations de leur teneur en eau.

La lenteur et la faible amplitude du phénomène de retrait-gonflement des argiles le rendent sans danger pour l'homme. Néanmoins, l'apparition de tassements différentiels peut avoir des conséquences importantes sur les bâtiments à fondations superficielles et les réseaux, faisant de ce phénomène essentiellement un risque économique.

Les formations géologiques calcaires présentes au droit de l'AEI et de la ZIP présentent pour certaines des intercalations marneuses, qui induisent **une exposition moyenne au risque de retrait et gonflement des argiles**. Ce risque est présent sur une bande centrale d'environ 1 km de large au droit de l'AEI et de la ZIP. Le reste de la zone d'étude présente un aléa nul.

Aucun Plan de Prévention des Risques naturels « Retrait-gonflement des argiles » n'est prescrit sur les communes de l'AEI.

V.1.2.6 Incendies

On parle de feu de forêt lorsqu'un feu concerne une surface minimale d'un demi-hectare d'un seul tenant, et qu'une partie au moins des étages arbustifs ou arborés (parties hautes) est détruite. On étend la notion de feu de forêt aux incendies concernant des formations subforestières de petites tailles (le maquis, la garrigue et les landes) et aux formations herbacées (prairies).

Les communes de l'AEI, comme l'ensemble des communes du département du Doubs, ne sont pas particulièrement exposées au risque de feux de forêt. Ce risque n'est pas traité dans le DDRM du département.

Plusieurs boisements sont inclus dans l'AEI.

Concernant les éoliennes :

Par courrier en date du 09 août 2019, le SDIS 25 a rappelé que le projet de parc éolien est soumis à autorisation et doit donc respecter les dispositions de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

A ce stade du dossier, le SDIS 25 n'a pas connaissance de contraintes et d'autres réglementations en la matière.

Le risque incendie peut être raisonnablement évalué à faible.

V.1.2.7 Inondations – remontées de nappes

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors de l'eau. De nombreux facteurs influencent l'apparition d'une crue, d'un ruissellement, d'une remontée de nappe phréatique ou d'une submersion marine à l'origine de l'inondation. Tout d'abord les facteurs naturels, la quantité et surtout la répartition spatiale et temporelle des pluies par rapport au bassin versant, ou des phénomènes météo-marins par rapport à la cellule de submersion sont déterminantes. Puis, les facteurs provoqués directement ou indirectement par l'action de l'homme, tels que l'urbanisation, l'imperméabilisation des sols, les pratiques agricoles, les pompages de nappe phréatique, l'assèchement des marais et des zones humides, la fixation du trait de côte, etc...

Le risque d'inondation est la combinaison :

- De la probabilité d'occurrence d'un phénomène d'inondation sur un territoire donné (l'aléa inondation) ;
- De la présence sur ce territoire d'enjeux qui peuvent en subir les conséquences (population, enjeux économiques, patrimoine culturel et environnemental).

L'aire d'étude de dangers n'est pas concernée par :

- Un Territoire à Risque important d'Inondation (TRI)
- Un Programme d'Action de Prévention des Inondations (PAPI) ;
- Un Atlas des Zones Inondables (AZI) ;
- Un Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI).

Le risque inondation par remontée de nappe est quasi-inexistant au droit de l'AEI, seules quelques zones potentiellement sujettes aux inondations de cave sont pressenties au sud de l'AEI, le long de la RD128. Aucun risque n'est identifié au droit de la ZIP. Aucune entité hydrogéologique imperméable n'est identifiée au droit de l'aire d'étude.

V.2 Environnement humain

V.2.1 Zones urbanisées

L'étude de dangers s'intéresse aux populations situées dans la zone sur laquelle porte l'étude, et à proximité. Le périmètre d'étude regroupe les communes de Rosureux et Plaimbois-du-Miroir.

La loi du 12 juillet 2010, dite loi « Grenelle II », complétée par l'arrêté du 26 août 2011, impose aux parcs éoliens un éloignement minimal de 500 m de toute habitation ou zone destinée à l'habitat.

S'agissant du projet éolien du Crêt des Ours, l'éolienne la plus proche d'une habitation (E2) en est éloignée de 630 m.

Le tableau ci-après présente les distances minimales entre les éoliennes du projet éolien du Crêt des Ours et une habitation isolée, un village et une zone urbanisable (au sens du droit de l'urbanisme).

Tableau 13 : Synthèse des distances aux habitations et zones urbanisées

Type environnement humain	Nom du lieu habité et distance à l'éolienne la plus proche
Habitation isolée la plus proche	630 mètres de l'éolienne E2 au niveau du lieu-dit « Les Brosses » sur la commune de Plaimbois-du-Miroir
Hameau le plus proche	Hameau au lieu-dit « La Barre » sur la commune de Plaimbois-du-Miroir à 750 mètres au plus proche de l'éolienne E3
Bourg/Zones urbanisées les plus proches	Plaimbois-du-Miroir à 1,5 km de l'éolienne E3

La zone d'étude n'est pas concernée par des zones urbanisées, habitables ou habitées. La carte de l'environnement humain (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) localise les bâtis proches du projet.

Tableau 14 : Nature et localisation des bâtis au sein ou à proximité de l'aire d'étude

Localisation	Détails de la construction (habitation, ferme, ruine, cabanon ,...)	X (L93)	Y (L93)
Le Crêt Saint Bernard – Plaimbois Miroir	Ruine	977 993	6 683 598
Les Brosses – Plaimbois-du-Miroir	Habitation	978 663	683 765
Le Crêt Saint Bernard – Plaimbois Miroir	Hangar de stockage	978 379	6 683 559
Le Milieu de la Fin – Plaimbois-du-Miroir	Habitation	977 272	6 684 096
La Barre – Plaimbois-du-Miroir	Habitation	977 311	6 682 984
Les Prés – Plaimbois-du-Miroir	Hangar	977 410	6 683 540
Le Crêt Saint Bernard – Plaimbois Miroir	Cabane de chasse	978 275	6 683 578
Les Campagnes – Plaimbois-du-Miroir	Hangar	978 154	6 684 354
La Barre – Plaimbois-du-Miroir	Cabane	977 395	6 683 124
Pré Lambert - Rosureux	Abri forestier / hangar	978 791	6 685 137
La Rochotte - Rosureux	Habitation	978 432	6 685 218
La Barre – Plaimbois-du-Miroir	Habitation	977 255	6 682 861
La Rochotte - Rosureux	Habitation	978 471	6 685 255
La Barre – Plaimbois-du-Miroir	Habitation	977 075	6 682 827
Plaimbois-du-Miroir	Hangar d'élevage	976 322	6 683 408

V.2.2 Établissements recevant du public (ERP)

Dans les limites de l'aire d'étude de dangers, il n'y a pas d'ERP.

V.2.3 Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Aucun établissement ICPE ne se trouve au sein de l'aire d'étude de dangers ni à proximité directe.

V.2.4 Tourisme et autres activités

Deux sentiers de randonnée inscrits au Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée (PDIPR) sont recensés au sein du périmètre de l'aire d'étude de dangers.

V.3 Environnement matériel

V.3.1 Voies de communication

V.3.1.1 Transport routier

L'aire d'étude de dangers du projet est concernée par un maillage de voies communales et de chemins ruraux. Le réseau cité ci-dessus ne fait pas partie du réseau structurant.

De plus, une route départementale, la D128, est référencée dans le périmètre d'étude de dangers. Les données de comptage du département indiquent pour la D128, un TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) de 424 véhicules/jour, dans les deux sens, dont 5,9% de poids-lourds (année de comptage : 2014). Il s'agit d'une voie de circulation non structurante.

Ainsi, on considère que :

- Les chemins ruraux et voies communales sont larges de 5 m et comptent 0,1 personne/ha ;
- La départementale D128 est large de 7 m et compte également 0,1 personne/ha.

V.3.1.2 Transport ferroviaire

Aucune voie ferrée ne traverse l'aire d'étude de dangers.

V.3.1.3 Transport fluvial

Aucune voie navigable ne traverse l'aire d'étude de dangers.

V.3.1.4 Transport aérien

Les services de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) en France ont été consultés en août 2019. Dans leur courrier réponse en date du 22 juin 2021, ils indiquent que le projet n'est affecté d'aucune servitude ou contrainte aéronautique réhibitoire liée à la proximité immédiate d'un aéroport civil, à la circulation aérienne ou à la protection d'appareils de radionavigation. La DGAC indique également la nécessité de contacter les services de navigation aérienne suisse.

En Suisse, c'est l'entreprise Sky Guide qui a en charge la gestion des procédures aériennes. Par retour de consultation en date du 10 juillet 2021, Sky Guide émet un préavis positif. Sky Guide précise que la présente prise de position a une validité de 5 ans à compter de sa date d'émission.

Consultée par courrier le 29 juillet 2019, la sous-direction régionale de la circulation aérienne militaire Nord a indiqué par mail daté du 20 novembre 2019 que le projet ne fait l'objet d'aucune prescription locale.

V.3.2 Réseaux publics et privés

V.3.2.1 Canalisation de transport de matières dangereuses

Les aérogénérateurs envisagés ne se situent pas à proximité directe d'un réseau de transport de matières dangereuses.

V.3.2.2 Transport d'électricité

D'après les données du distributeur RTE, aucune ligne haute tension n'est présente dans l'aire d'étude de dangers.

D'après les données du distributeur ENEDIS, deux lignes aériennes (haute et basse tension) sont présentes dans l'aire d'étude de dangers. Au plus proche, le centroïde du mât de l'éolienne E3 est située à 132 m au sud de la ligne haute tension.

V.3.2.3 Réseau d'assainissement

Les aérogénérateurs envisagés ne se situent pas à proximité directe d'un réseau d'assainissement connu.

V.3.2.4 Réseau d'alimentation en eau potable

Les aérogénérateurs envisagés ne se situent pas à proximité directe d'un réseau d'alimentation en eau potable connu.

V.3.3 Autres ouvrages publics

Aucun autre ouvrage public (exemple : barrages, digues, château d'eau, bassins de rétention...) n'est présent sur l'aire d'étude de dangers.

V.4 Cartographie de synthèse

Finalement, des enjeux humains ont été identifiés dans le périmètre de l'aire d'étude de dangers :

- Personnes abritées dans la cabane de chasse présente dans un rayon de 500 mètres autour de E3 ;
- Personnes non abritées (promeneurs, cyclistes, exploitants agricoles ou forestiers) présentes dans un rayon de 500 mètres des éoliennes ;
- Personnes abritées dans un véhicule susceptible d'emprunter les chemins ruraux ou les routes départementales traversant l'aire d'étude de dangers.

La détermination du nombre de personnes (enjeux humains en équivalent personnes permanentes-epp) exposées dans le périmètre de l'étude de dangers est basée sur la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques de comptage applicables aux études de dangers (fiche n°1 de la circulaire). Ont été distingués :

- Les terrains non-aménagés et très peu fréquentés (exploitation agricole et forestière) avec l'hypothèse d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les terrains aménagés et peu fréquentés (dont les bâtiments agricoles d'après la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003) avec l'hypothèse du nombre de salariés des exploitations concernées.
- La cabane de chasse située à 360 mètres au nord-est de E3, avec l'hypothèse d'1 personne / m² (base de calcul de l'effectif du public dans le permis de construire)
- Les voies de circulation non structurantes (<2 000 véhicules/jour) avec l'hypothèse de 0,1 personne par hectare, en prenant des routes de 5 m de large pour les chemins ruraux et 7 m pour les routes départementales.
- Les sentiers et circuits pédestres traversant le périmètre de l'aire d'étude de dangers avec l'hypothèse de deux personnes permanentes par km (pour une fréquentation inférieure à 100 personnes par jour).

Pour chaque éolienne, par application des hypothèses de comptage mentionnées ci-dessus, la fréquentation du périmètre de l'aire d'étude de dangers (500 mètres) en « équivalent personnes permanentes » (epp) est la suivante :

Périmètre d'étude	Cabane de chasse		Terrains non aménagés et très peu fréquentés		Terrains aménagés mais peu fréquentés	Terrains aménagés et peu fréquentés (Voies non structurantes (<2000 véh./jour))		Chemins de randonnées		TOTAL epp
	Surface (m ²)	epp	Surface (ha)	epp		Surface (ha)	epp	Surface (ha)	epp	
Rayon de 500 m autour de l'emplacement de l'éolienne E1	-	-	76,85	0,77	<i>L'hypothèse majorante de la présence permanente de 2 employés a été choisie pour l'ensemble des hangars et bâtis agricoles</i>	1,69	0,17	-	-	2,94
Rayon de 500 m autour de l'emplacement de l'éolienne E2	-	-	77,24	0,77		1,30	0,13	-	-	2,90
Rayon de 500 m autour de l'emplacement de l'éolienne E3	32	32	75,92	0,76		2,62	0,26	0,21	0,85	35,87

NB : A noter que ce tableau comptabilise le nombre de personnes à l'état initial (sans le projet).

En conclusion de ce chapitre de l'étude de dangers, une cartographie de synthèse permet d'identifier géographiquement les enjeux humains et matériels à protéger dans la zone d'étude.

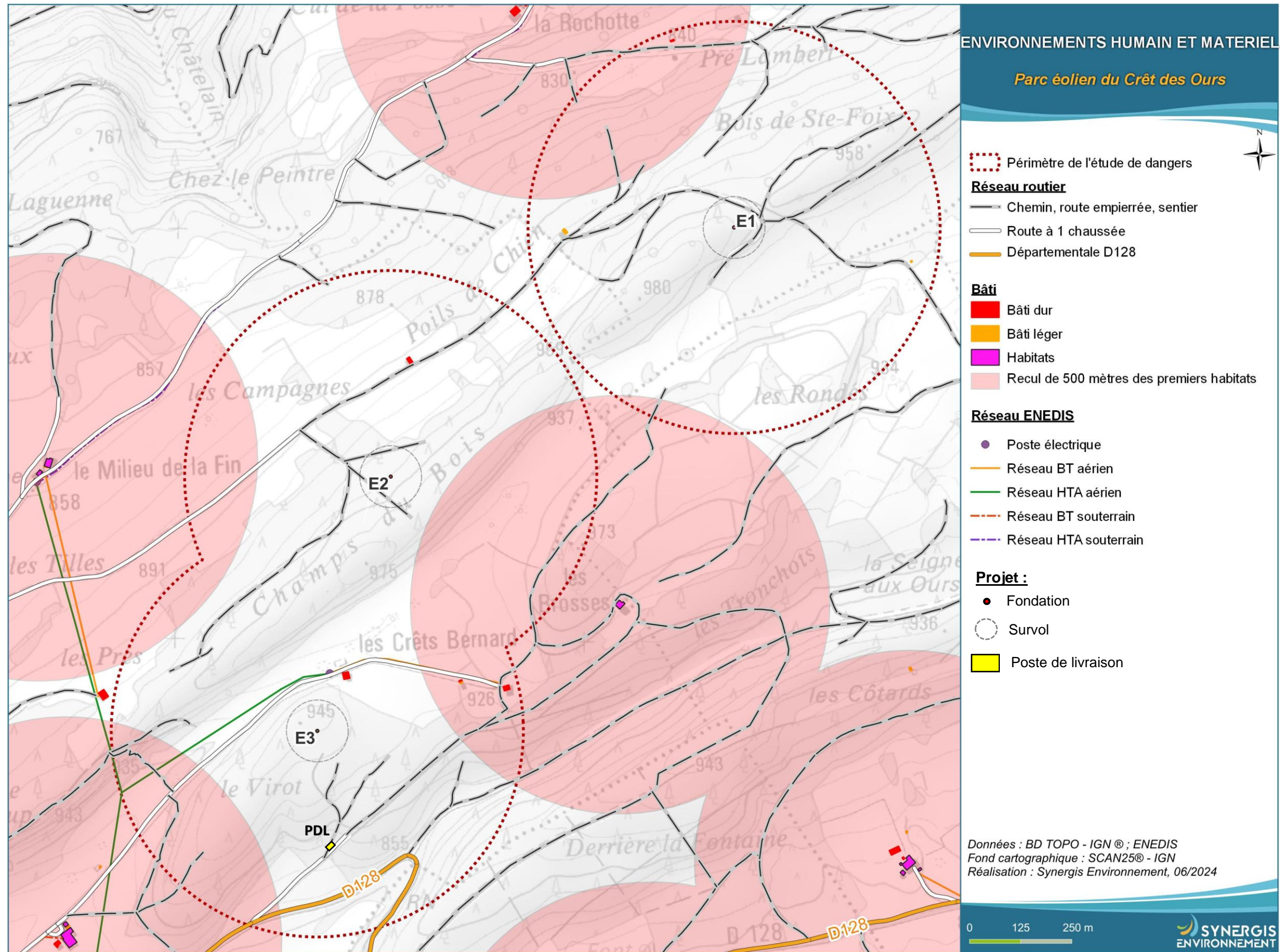


Figure 19 : Synthèse de l'environnement humain et matériel

VI. 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 dangers qu'elle représente (chapitre VII), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

VI.1 Caractéristiques de l'installation

VI.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) :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plate-forme » 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 mesures de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

Selon la réglementation, une installation soumise à la rubrique 2980 des Installations Classées correspond à un parc éolien exploité par un seul et même exploitant. Dans un souci de simplification, nous emploierons indifféremment les termes « parc éolien » ou « installation ».

VI.1.1.1 Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- Le rotor qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- Le mât est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou de 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, si celui-ci n'est pas situé dans le mât.

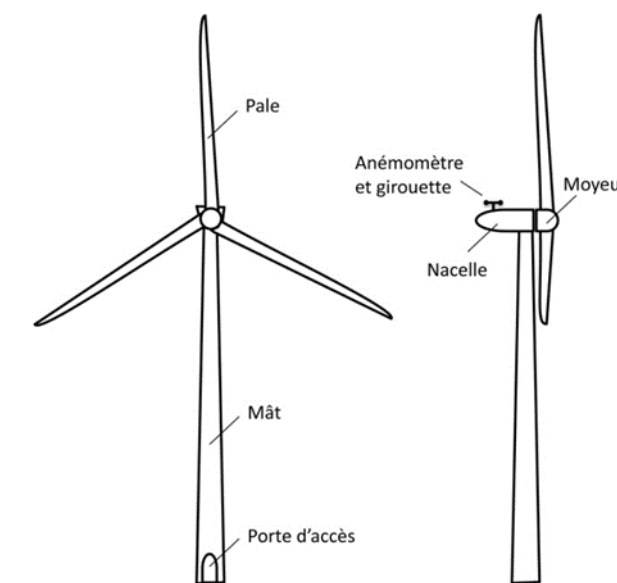


Figure 20 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

VI.1.1.2 Emprise au sol

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

- La surface de chantier, durant la phase de construction, est destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
- La fondation de l'éolienne est recouverte de remblais. 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.

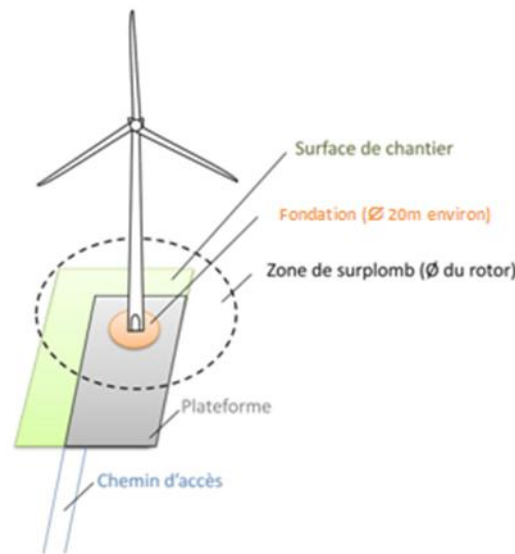


Figure 21 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

VI.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 l'exploitation du parc :

- L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins ruraux ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés.

Durant les phases 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).

VI.1.1.4 Autres installations

Un parking et un container de recyclage de déchets sont attendus sur la base de vie au sein de l'aire d'étude retenue.

VI.1.2 Activité de l'installation

L'activité principale du parc éolien du Crêt des Ours est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + pale) de 200 m maximum. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

VI.1.3 Composition de l'installation

Le parc éolien du Crêt des Ours est composé de 3 aérogénérateurs et d'une structure de livraison. Des dimensions maximales ont été définies pour ces 3 aérogénérateurs, et le choix précis du modèle retenu se fera sur la base d'un appel d'offre constructeur après obtention des demandes d'autorisations.

Tableau 15 : Coordonnées géographiques des éoliennes et des postes de livraison

Éolienne et poste de livraison	Coordonnées (Lambert 93)		Coordonnées (WGS 84)		Altitude (m NGF)		Commune
	X	Y	N	E	Z (sol, TN)	Z (sommets)	
E1	978940	6684687	47012'13.9"	006041'10.1	944,31	1144,3	Rosureux
E2	978101	6684079	47011'55.5"	006040'28.9	938,06	1138,1	Plaimbois-du-Miroir
E3	977922	6683458	47011'35.7"	006040'119.1	924,08	1124,1	
PDL	977953	6683171	47011'26.3"	006040'119.9"	876,8 m	879,56	

La présente étude est réalisée sur la base des valeurs les plus importantes afin de majorer l'exposition aux risques. Ainsi, une machine virtuelle combinant ces valeurs maximales :

Tableau 16 : Dimensions générales du gabarit fictif maximisant pour les calculs

Éolienne	GABARIT FICTIF MAXIMISANT POUR LES CALCULS DE DANGERS
Hauteur en bout de pale	200 m
Diamètre de rotor	150 m
Longueur de pale	75 m
Hauteur de moyeu	125 m
Hauteur de mât (au sens de la réglementation ICPE, tour + nacelle)	126,451 m
Largeur de base de mât	4,76 m
Largeur max de pale	4,20 m

Il s'agit pour les calculs de la présente étude d'une machine fictive permettant de maximiser les risques qu'elle induit car prenant en compte les paramètres les plus contraignants des modèles éligibles. Il s'agit d'un modèle qui ne sera pas retenu mais seulement utilisé pour les calculs.

Un plan détaillé de l'installation précisant l'emplacement des aérogénérateurs, de la structure de livraison, des plateformes, des chemins d'accès et des câbles électriques enterrés est présenté à la page suivante.

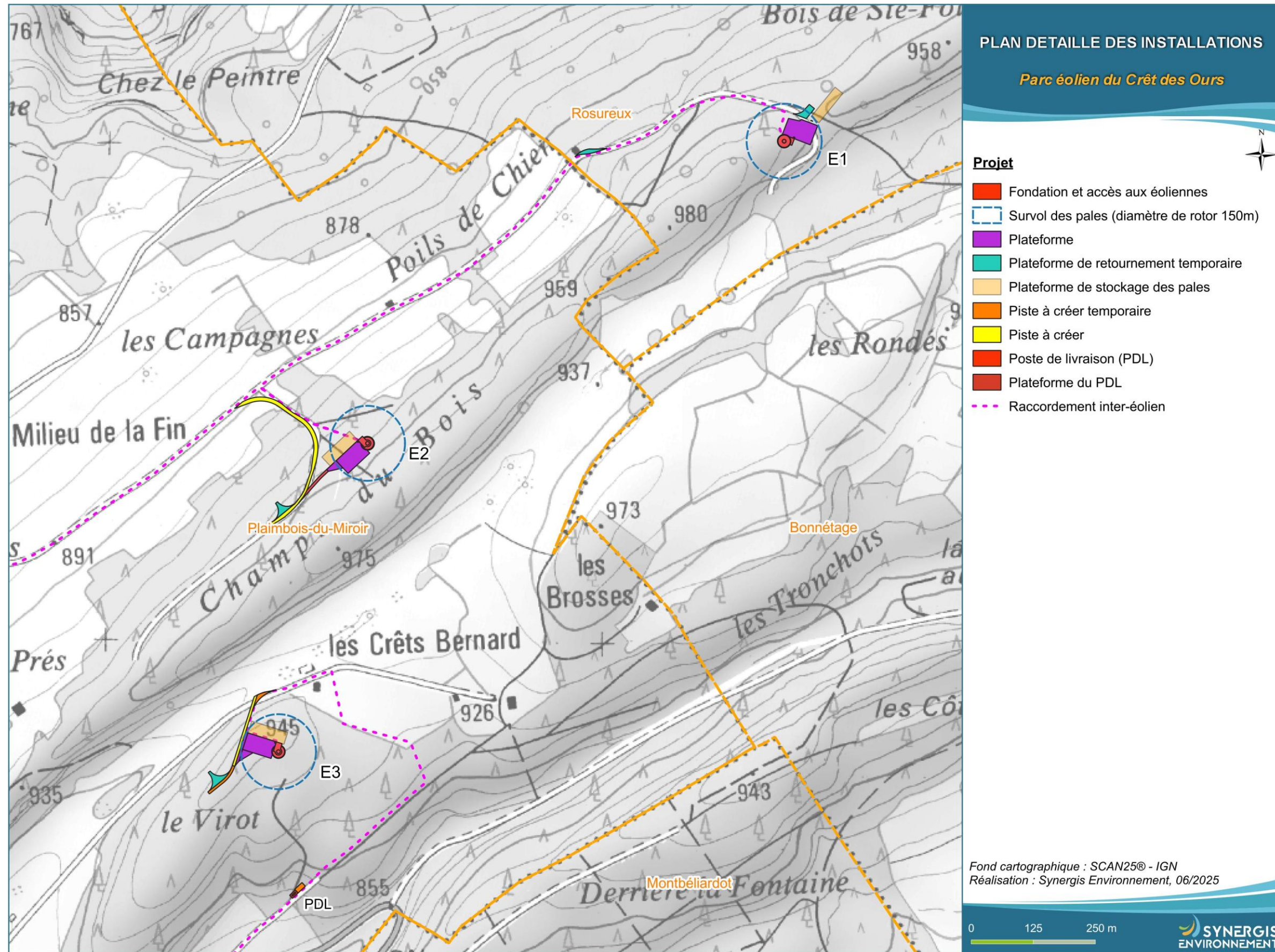


Figure 22 : Plan d'ensemble des installations

VI.2 Fonctionnement de l'installation

VI.2.1 Principe de fonctionnement des aérogénérateurs

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, mesuré par l'anémomètre, 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.

Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

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

Pour un aérogénérateur de 4,2 MW par exemple, la production électrique atteint 4 200 kW dès que le vent atteint environ 50 km/h.

L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif ou continu de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 800 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 90 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- Le premier par la « mise en drapeau » des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent afin d'avoir une portance minimale ;
- Le second par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle. Ce frein mécanique n'est utilisé qu'en cas d'urgence ou pour des opérations de maintenance.

Le tableau ci-après permet de recenser tous les éléments présents dans un parc éolien avec leur fonction et caractéristiques propres :

Tableau 17 : Les éléments d'un parc éolien

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Temporaire	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Massifs de fondation représentant (en fonction du modèle retenu) environ 500 m ³ de béton armé sur une profondeur d'environ 3 m. L'étude géotechnique permettra de dimensionner précisément les fondations pour chaque éolienne.
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Mât en acier ou hybride béton/acier de plusieurs tronçons. Hauteur totale maximale de 125 m et diamètre maximum de 4,76 m, de couleur blanc grisé (RAL 7035 ou similaire)
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	La nacelle abrite les composants suivants : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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
Rotor / Pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Rotor de 3 pales relié à la nacelle. La longueur d'une pale est de 75 m maximum (diamètre rotor 150 m maximum)
Transformateur	Élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Les transformateurs moyenne-tension sont situés à l'intérieur de la structure de l'éolienne (nacelle ou mât)
Structure de livraisons	Disjoncteur général + compteurs d'énergie + supervision informatique	Un bâtiment préfabriqué distinct (23 m ²). Le bâtiment peut être utilisé pour l'installation d'un poste de livraison normalisé EDF ou d'un circuit bouchon (filtre 175 Hz) ou encore d'un local d'exploitation et de maintenance.

VI.2.2 Sécurité de l'installation

L'ensemble des dispositions de l'arrêté ministériel en date du 26 août 2011 modifié seront respectées.

Ainsi s'agissant d'une installation classée ICPE, à l'intérieur de laquelle des travaux considérés comme « dangereux » ont lieu de façon périodique, l'exploitant s'assure de la conformité réglementaire de ses installations au regard de la sécurité des travailleurs et de l'environnement.

Il veille notamment au contrôle par un organisme indépendant du maintien en bon état des équipements électriques, des moyens de protection contre le feu, des protections individuelles et collectives contre les chutes de hauteur, des moyens de levage, des élévateurs de personnes et des équipements sous pression.

Par ailleurs, conformément à la réglementation ICPE, un suivi environnemental est effectué périodiquement, l'entretien est réalisé selon une périodicité définie dans le manuel d'entretien des éoliennes et l'ensemble des déchets est enlevé, trié puis retraité. Les équipements de sécurité des éoliennes, tels que les systèmes de contrôle de survitesse, arrêt d'urgence ou la vérification du boulonnage des tours font l'objet de vérifications de maintenance particulières selon des protocoles définis par les constructeurs et suivi dans le cadre du système qualité de l'exploitant.

Tableau 18 : Extrait des dispositions de sécurité définies par l'arrêté du 26/08/2011 modifié

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 supérieure à 500 m des habitations/zones d'habitation	Entité la plus proche à 630 m	OUI
	Distance supérieure à 300 m d'une installation nucléaire ou d'une ICPE SEVESO	Aucune ICPE 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 V.3.5.8 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	Aucune contrainte selon les services de l'Armée de l'air et de la DGAC	OUI

VI.2.3 Gestion des déchets

Les produits utilisés dans le cadre de l'exploitation du parc éolien du Crêt des Ours permettent le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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 poste de livraison. Les produits seront présents en quantité restreinte sur le site.

En phase de construction, les déchets dangereux sont stockés sur site sur la base-vie du chantier.

En phase exploitation, la CPENR du Crêt des Ours se conformera à la rubrique ICPE 2980 en matière de gestion de déchets. Ainsi, il respectera le fait que :

- « 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 Energy, en tant que développeur et exploitant de projets éoliens, participe activement au groupe de travail « Gestion des déchets » mené par la fédération France Renouvelables, 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 du Crêt des Ours se fera donc en fonction des conclusions de ce groupe de travail et des infrastructures disponibles à proximité.

Ce mode de stockage intermédiaire sera au choix et sous la responsabilité de la CPENR du Crêt des Ours, et sera communiqué aux autorités dès sélection. Actuellement, la solution de stockage temporaire via un conteneur présent moins de 3 mois sur le site peut être envisagée sur les parcs éoliens. Les solutions de stockage permanentes (local dédié ou conteneur fixe) ne sont quant à elles et pour l'instant pas envisagées.

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.

VI.2.4 Opérations de maintenance de l'installation

Les opérations de maintenance de l'installation seront conformes aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation. Elles seront réalisées par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques présentés par l'installation, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Celui-ci connaîtra de plus les procédures à suivre en cas d'urgence et procèdera à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours.

Il s'agira notamment d'effectuer :

- Un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre suivant une périodicité qui ne peut excéder six mois.
- Un entretien visant à maintenir en bon état et propres les installations électriques ainsi que l'intérieur de l'aérogénérateur. Ces installations seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité,

l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé.

- 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 suivant une périodicité qui ne peut excéder un an.
- Un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât trois mois, puis un an après la mise en service industrielle puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans.
- Un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité selon une périodicité qui ne peut excéder un an.

L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations de maintenance qui doivent être effectuées afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation, ainsi que les modalités de réalisation des tests et des contrôles de sécurité, notamment ceux visés par le présent arrêté. L'exploitant tient à jour, pour son installation, un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance qui ont été effectuées, leur nature, les défaillances constatées et les opérations préventives et correctives engagées.

En phase exploitation, des maintenances préventives (systématique, conditionnelle) des éoliennes seront mises en place. La maintenance préventive systématique porte sur le remplacement, à périodicité prédéfinie, des consommables tels que filtres, huile, air et sur le curage des dispositifs de récupération des épanchements. La maintenance préventive conditionnelle porte essentiellement sur l'analyse des niveaux de fluide, l'analyse vibratoire des éléments en mouvement et l'analyse électrique des éoliennes. La maintenance préventive des éoliennes a pour but de réduire les coûts d'intervention et d'immobilisation des éoliennes. En effet, grâce à la maintenance préventive, les arrêts de maintenance sont programmés et optimisés afin d'intervenir sur les pièces d'usure avant que n'intervienne une panne. Les arrêts de production d'énergie éolienne sont anticipés pour réduire leur durée et leurs coûts. Une première inspection est prévue au bout de 3 mois de fonctionnement des éoliennes. Ces opérations de maintenance courante seront répétées lors de l'inspection après la première année de fonctionnement, puis régulièrement selon le calendrier de maintenance.

Enfin, une maintenance curative est prévue dès lors qu'un défaut a été identifié lors d'une analyse. Les techniciens de maintenance éolienne se chargent alors de réparer et de remettre en fonctionnement les machines lors des pannes et assurent les reconnections aux réseaux. Le mainteneur garde pour objectif de maximiser la disponibilité technique des éoliennes pour permettre la production électrique.

VI.2.5 Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun produit combustible ou inflammable ne sera stocké dans les éoliennes du parc éolien du Crêt des Ours.

VI.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

VI.3.1 Raccordement électrique

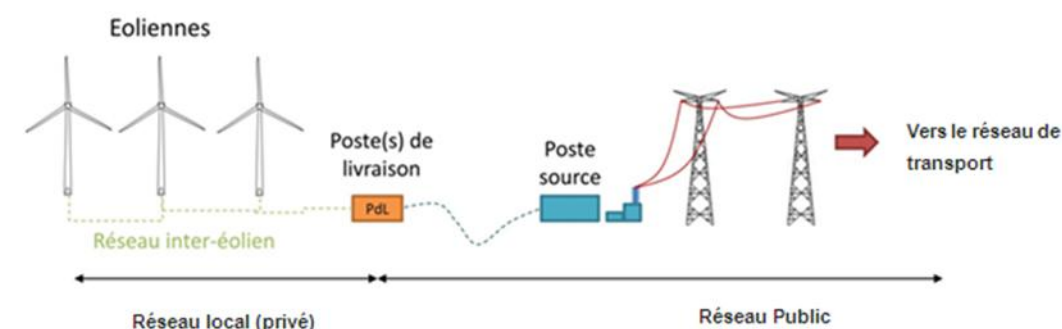


Figure 23 : Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

VI.3.1.1 Réseau inter-éolien

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

Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 85 cm.

Le réseau inter-éolien mis en place sur le parc éolien du Crêt des Ours représente une longueur de 6 796 mètres.

VI.3.1.2 Poste de livraison

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

La localisation exacte des emplacements des structures 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.

Sur le parc éolien du Crêt des Ours, la structure de livraison se situe à proximité de l'éolienne E3.

VI.3.1.3 Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ENEDIS, gestionnaire du réseau de distribution en France métropolitaine et continentale). Il est lui aussi entièrement enterré.

Il est important de noter que le tracé du raccordement sera défini par le gestionnaire de réseau. La définition du tracé définitif et la réalisation des travaux de raccordement sont du ressort du gestionnaire de réseau et à la charge financière du porteur de projet.

VI.3.2 Autres réseaux

Le parc éolien du Crêt des Ours et ses équipements ne sont reliés à aucun réseau de gaz, d'alimentation en eau potable ou d'assainissement.

VII. 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, sera traitée dans l'analyse de risques.

VII.1 Potentiels de dangers liés aux produits

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien du Crêt des Ours sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, 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.

Les risques associés aux différents produits concernant le site du parc éolien du Crêt des Ours sont :

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

Les produits mis en œuvre dans l'éolienne sont principalement des dégriffants, des freins filets, des graisses, des huiles, des nettoyants, de la peinture, du silicone.

Les produits chimiques pouvant être utilisés peuvent être dangereux en raison de leur incompatibilité ou de leurs propriétés (toxicité, inflammabilité, température d'emploi).

Les risques inhérents à ces aspects pour le personnel sont :

- Des brûlures chimiques (projections de produits caustiques),
- Une intoxication.

Pour se prévenir de ces risques, tous les récipients contenant des matières premières seront étiquetés et le personnel intervenant sera sensibilisé aux points suivants :

- Les dangers présentés par les produits,
- Les opérations de manipulation de produits,
- Le comportement à tenir en cas d'incident ou d'accident.

Les fiches de données de sécurité des produits sont portées à la connaissance des personnes les manipulant et toujours disponibles.

VII.2 Potentiels des dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien du Crêt des Ours sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Dangers liés au fonctionnement de l'installation

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

VII.3 Réduction des potentiels de dangers à la source

VII.3.1 Principales actions préventives

VII.3.1.1 Réduction des dangers liés aux installations :

Le choix de l'emplacement des installations, éloignées des zones urbanisées, des voies de communication, des réseaux publics et privés ou encore des zones présentant des risques naturels, permet de réduire les dangers liés aux installations.

De plus, les 3 éoliennes installées pour le site du projet seront des machines de dernière technologie limitant ainsi le risque d'incident.

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

- Le fournisseur des éoliennes assurant leur maintenance dispose d'un système de management HSE respecté par tous ses 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 conformément à 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 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.

VII.3.1.2 Réduction des dangers liés aux produits :

Comme précédemment indiqué, les produits présents dans une éolienne sont des lubrifiants. La quantité est estimée à environ 1250 L par éolienne, et les lubrifiants doivent être contrôlés et partiellement renouvelés 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.

Le SF6 est un très bon isolant et ne dispose pas à ce jour de produit de substitution présentant des qualités équivalentes. De plus, malgré son caractère de gaz à effet de serre, il ne présente pas de danger pour l'homme (inflammable et non toxique sauf en cas d'exposition à des températures extrêmes). Il n'est donc pas prévu de solution de substitution à court terme. Il faut rappeler que ce gaz est contenu dans les cellules d'isolation disposées en pied d'éolienne (cellules étanches) qui sont des matériels du commerce, et ne sont pas fabriqués par le fabricant d'éoliennes.

On note que la nacelle fait office de bac de récupération en cas de fuite au niveau de la couronne d'orientation. Le transformateur, présent dans le pied de l'éolienne ou dans la nacelle ou dans une enveloppe séparée, sera accompagné d'un bac de récupération, si il est à technologie à huile.

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.

En ce qui concerne les potentiels de dangers internes aux équipements associés au projet :

Les équipements et installations présentes ont été optimisés de façon à réduire au mieux les potentiels de danger dans des conditions technico économiquement acceptables.

- Pour les pales : le projet intègre uniquement des éoliennes tripales, permettant ainsi de limiter les vibrations et la fatigue du rotor.
- Substitution des produits utilisés : les huiles et lubrifiants utilisés sont des produits de base des installations qui ne peuvent être remplacés.
- Pour les zones de manipulation de produits dangereux : afin de limiter la pollution des sols et du sous-sol lors d'un déversement accidentel, la zone de fondation est bétonnée. De plus, lors des opérations de maintenance, des kits de dépollution composés de grandes feuilles de textile absorbant sont à disposition pour contenir et arrêter la propagation du déversement. Une aire étanche d'alimentation en carburant est prévue lors du chantier. Cette aire sera utilisée aussi pour les éventuelles opérations de maintenance du matériel de construction et levage. Tous les déchets de maintenance seront stockés pendant les maintenances sur site dans un container avec bacs de collecte séparés et réservoir double paroi pour les huiles usagées. Le container sera posé sur une dalle béton. Les déchets seront ensuite évacués vers un centre de traitement agréé. De plus, les personnes en charge de la maintenance et de l'entretien possèdent une instruction technique relative aux opérations réalisées.
- Autres : une attention particulière est portée sur la prévention des sources d'inflammation possibles (cigarette, portable...) et les travaux à points chauds font l'objet de mesures spécifiques : le permis feux qui est associé à un ensemble de mesure permettant de prévenir le risque d'inflammation (surveillance permanente et extincteur à proximité).

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

- Pour la foudre : il n'est pas possible d'agir pour supprimer ou diminuer le nombre d'impacts de foudre. Une protection contre la foudre est installée sur les éoliennes. Toutes les éoliennes seront équipées d'un système de protection contre la foudre qui répond à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400. De plus, les matériaux constituant la pale sont des matériaux synthétiques (résine et fibre de verre) mauvais conducteurs électriques et donc ne facilitant pas l'écoulement des charges en cas de coup de foudre.
- Pour le transport de matières dangereuses : aucune matière dangereuse n'est utilisée pour le fonctionnement d'une éolienne.

VII.3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles

La directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, dite directive IPPC (« Integrated Pollution Prevention and Control »), modifiée par la directive n°2008/1/CE du 15 janvier 2008, a été remplacée par la directive IED. Cette directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles définit un ensemble de mesures pour la protection et la réduction des pollutions émises par certaines installations industrielles et agricoles.

Un des principes essentiels de cette directive impose le recours aux meilleures techniques disponibles afin de prévenir toute pollution.

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

VIII. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

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

VIII.1 Inventaire des incidents et accidents en France

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien du Crêt des Ours. 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 (mars 2012).

Plusieurs sources ont été utilisées pour effectuer le recensement des incidents et accidents 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 du Développement Durable ;
- Communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens ;
- Site Internet de l'association « Vent de Colère » ;
- Site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable » ;
- Articles de presse divers ;
- Données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France.

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

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

Un total de 142 incidents a pu être recensé entre 2000 et mai 2023 (cf. tableau détaillé en annexe).

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

Le graphique présenté ci-après montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et mai 2023. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs.

Dans ce graphique sont présentés :

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

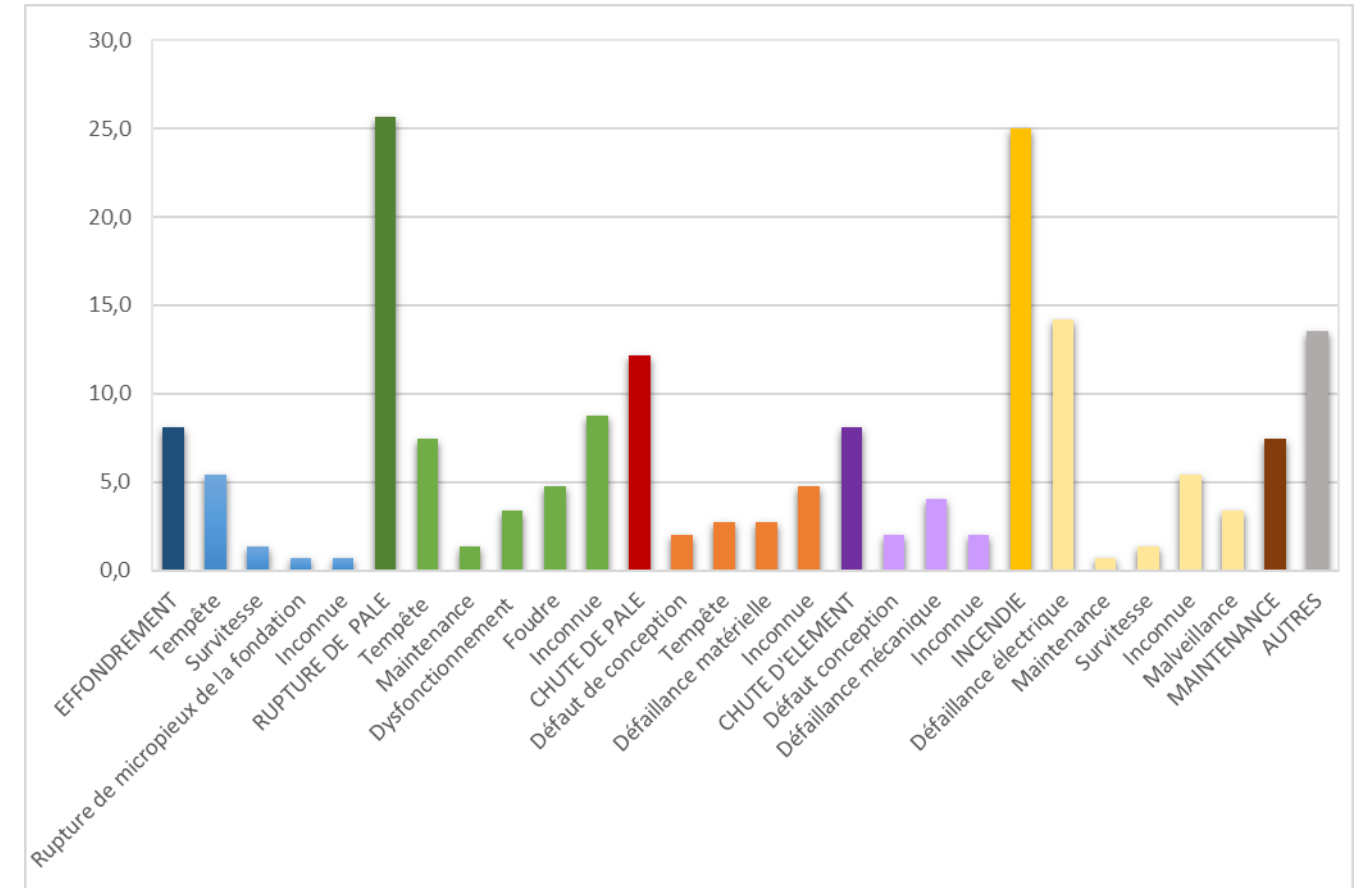


Figure 24 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et mars 2024

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les incendies, les chutes de pale, les effondrements et les chutes des autres éléments de l'éolienne. La principale cause des effondrements d'éoliennes est les tempêtes. Pour les autres accidents, ce sont les défaillances mécaniques pour les chutes d'éléments, les défaillances électriques pour les incendies et des causes inconnues pour les chutes de pales et les ruptures de pales.

VIII.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne jusqu'au 31 mars 2023.

La synthèse présentée à la page suivante provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Cette base de données décrypte, entre 2000 et mars 2024, 3 540 accidents. Parmi ces accidents, on en compte 1 333 qui sont des accidents « majeurs », pris en compte dans la présente étude de dangers. Les autres types d'accidents concernent les accidents du travail, des presque-accidents...

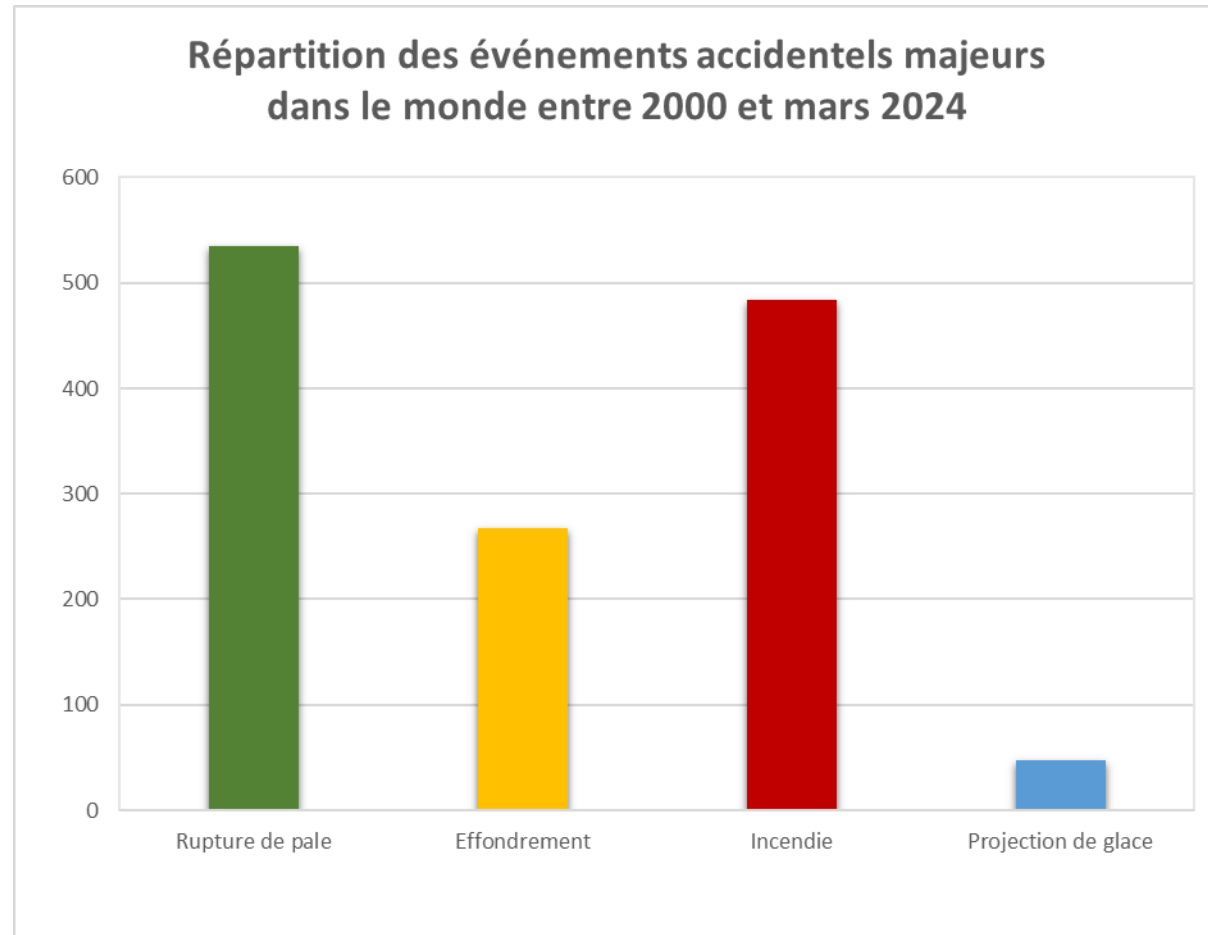


Figure 25 : Répartition des événements accidentels majeurs dans le monde entre 2000 et mars 2023

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). Tout comme pour le retour d'expérience français, ce retour d'expérience montre l'importance des causes « tempêtes et vents forts » dans les accidents. Il souligne également le rôle de la foudre dans les accidents.

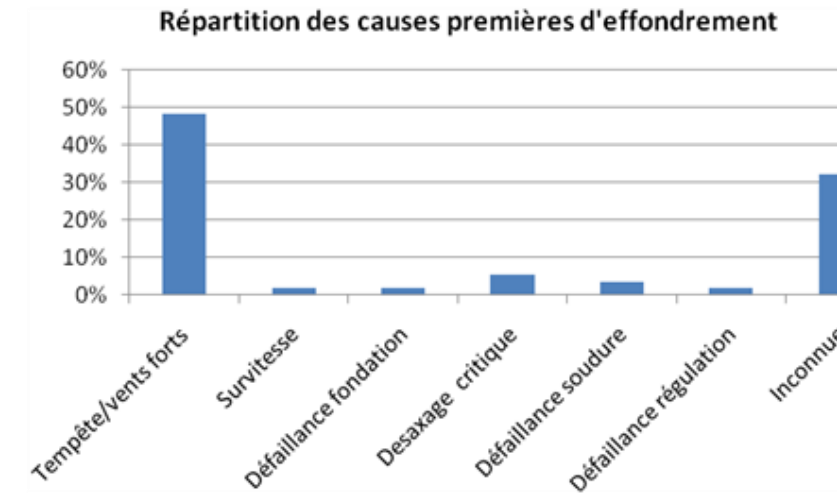


Figure 26: Répartition des causes premières d'effondrement

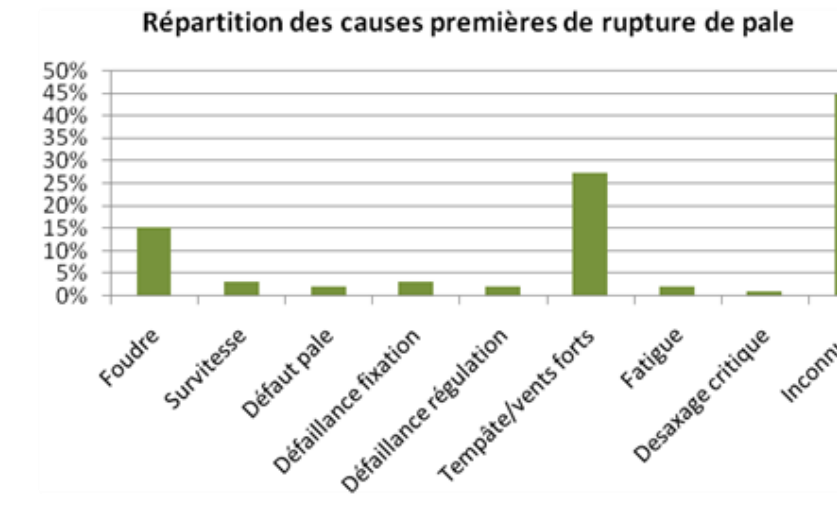


Figure 27: Répartition des causes premières de rupture de pale

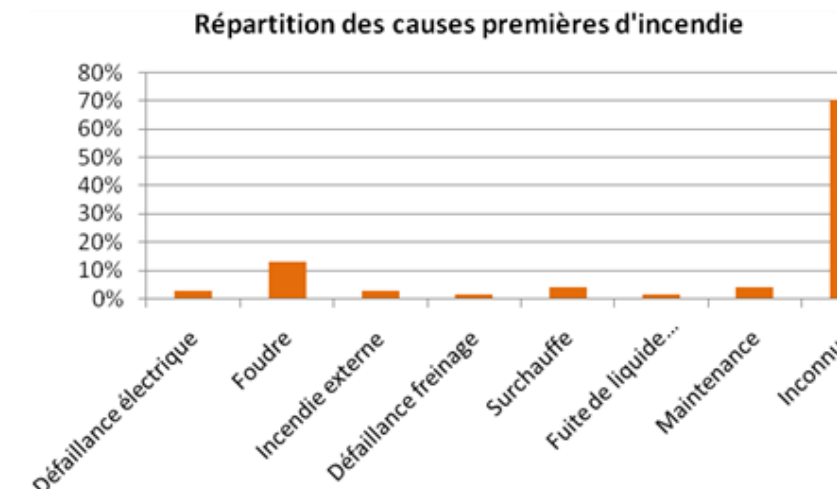


Figure 28 : Répartition des causes premières d'incendie

VIII.3 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

VIII.3.1 Analyse de l'évolution des accidents en France

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

La figure ci-dessous montre cette évolution et il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées. Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, le nombre d'incidents par an est resté relativement constant jusqu'en 2011 avec une moyenne de 3 accidents par an pour cette période. De 2011 à 2016 le développement éolien continue sa progression et la moyenne annuelle augmente également avec 5 accidents. Enfin, sur la période 2016 à 2023 la moyenne est de 12 accidents par ans. Le rapport entre la puissance cumulée et le nombre d'accident par an est stable depuis 2005.

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

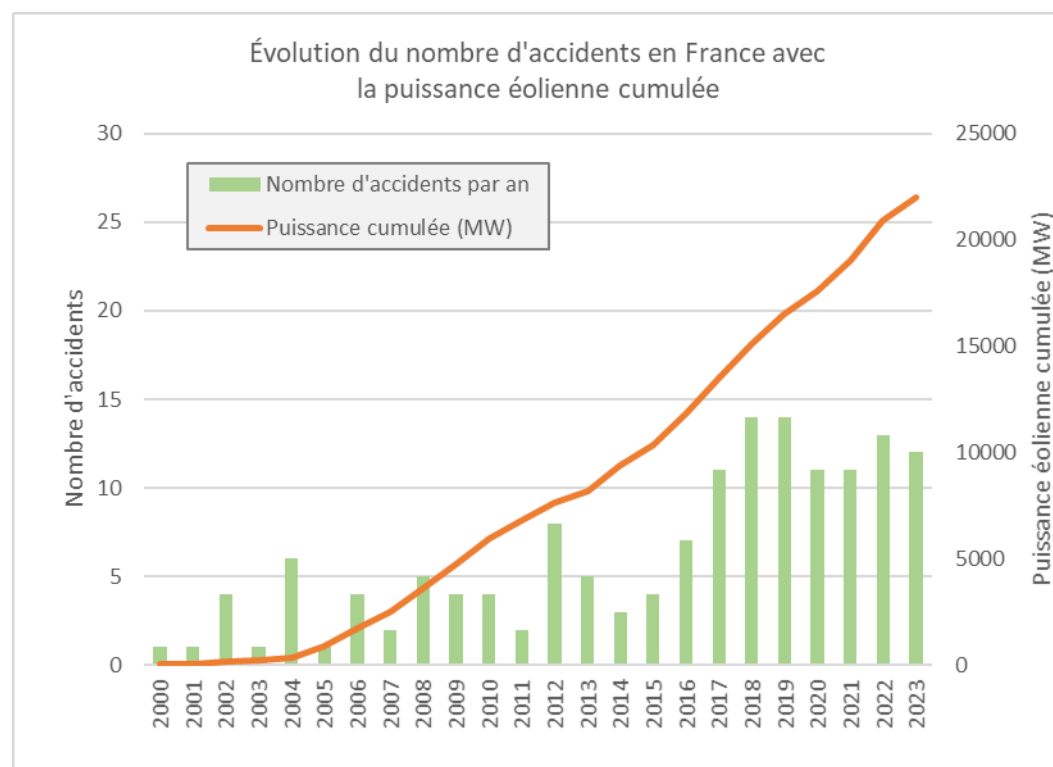


Figure 29 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et puissance éolienne installée¹

VIII.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 suivants :

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

VIII.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.

¹ On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'accidents reste relativement constant

IX. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

IX.1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarii d'accidents majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarii de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarii d'accidents 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 scénarii d'accidents sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarii d'accidents qui présentent des conséquences limitées et les scénarii d'accidents majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

IX.2 Recensement des événements 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 ;
- Événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes) ;
- Rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R.214-112 du Code de l'environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-113 du même code ;
- Actes de malveillance.

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

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

IX.3 Recensement des agressions externes potentielles

IX.3.1 Agressions externes liées aux activités humaines

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines :

Tableau 20 : Les principales agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Voies de circulation*	Aérodrome	Ligne THT (i.e. > à 225 kV)	Autres aérogénérateurs
Fonction	Transport	Transport aérien	Transport d'électricité	Production d'électricité
Évènement redouté	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Chute d'aéronef	Rupture de câble	Accident générant des projections d'éléments
Danger potentiel	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	Arc électrique, surtensions	Energie cinétique des éléments projetés
Périmètre (m)	200	2000	200	500
Distance par rapport au mât des éoliennes (m)				
E1	NA	NA	NA	NA
E2	NA	NA	NA	NA
E3	NA	NA	NA	NA

* Telles que définies à l'annexe de l'EDD (= voies structurantes > 2000 véhicules/jour)

**NA = non applicable = absence de l'infrastructure visée dans le rayon dédié pour l'agression.

Les éoliennes du parc éolien du Crêt des Ours ne se situent pas dans des périmètres associés aux différentes agressions potentielles présentées dans le tableau ci-dessus.

IX.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

Tableau 21 : Les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	L'emplacement des aérogénérateurs n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux. Des vents très violents dépassant les 120 km/h ont toutefois déjà été observés dans le secteur (notamment durant la tempête de 1999). Les éoliennes étant dimensionnées pour supporter des vents pouvant atteindre 250 km/h, il n'y a pas lieu de proposer de mesures particulières.
Foudre	Le parc éolien respectera la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006).
Glissement de sols/ affaissement miniers	NA
Gel	Les éoliennes seront équipées d'un système de détection de déduction du givre permettant, en cas de mise en évidence de la formation de glace sur le rotor, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.

*NA = non applicable= absence de l'infrastructure visée dans le rayon dédié pour l'agression.

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

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

IX.4 Analyse générique des risques liés aux agressions externes potentielles

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

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

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

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

Les différents scénarii listés dans le tableau générique de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarii 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).

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

Tableau 22 : Les scénarii d'accidents pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	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 SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	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
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

IX.5 Effets dominos

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

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

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise :

« [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...]. Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».

Compte tenu de l'absence d'installations proches potentiellement génératrices d'accidents pouvant être concernées par des effets dominos liés aux éoliennes, il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

IX.6 Mise en place des mesures de sécurité

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc du Crêt des Ours.

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

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.
- **Indépendance (« oui » ou « non »)** : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarii d'accidents. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).
- **Temps de réponse (en secondes ou en minutes)** : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité.
- **Efficacité (100% ou 0%)** : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.
- **Test (fréquence)** : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.
- **Maintenance (fréquence)** : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

Tableau 23 : Synthèse des fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant ou de déduction du givre permettant, en cas de mise en évidence de la formation de glace sur le rotor, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de dangers particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement		
Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Éloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA		
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		
Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	Les principaux composants sont équipés de capteur de température. Des seuils sont définis dans le système de contrôle de l'éolienne. En cas de dépassement des seuils, des alarmes sont activées et peuvent entraîner un ralentissement de l'éolienne, voire son arrêt. Chaque alarme est répertoriée, tracée via le système SCADA et donne lieu à des analyses, et si nécessaire, à des interventions de maintenance afin de corriger les problèmes constatés.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
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. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement. Contrôle automatique permanent grâce à des redondances pour les capteurs de température des principaux composants.		
Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement. Contrôle annuel des systèmes instrumentés de sécurité et des systèmes de détection de survitesse.		
Fonction de sécurité	Prévenir les court-circuit	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.		

Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	Contrôle des installations électriques par une personne compétente avant la mise en service (article 17 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié).		
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	Mesure de terre et rapport d'un organisme compétent avant la mise en service (article 9).		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle et un système d'extinction automatique du feu en nacelle. Intervention des services de secours (voie carrossable sur site en permanence)		
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. Un système basé sur une mesure de température et indépendant des détecteurs de fumée active la propagation d'un agent extincteur en cas de détection de départ de feu au niveau des points critiques en nacelle. L'éolienne est également équipée d'un extincteur en pied de mât et d'un extincteur en nacelle qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance). Un extincteur est également à disposition dans le poste de livraison électrique et le cas échéant dans les enveloppes séparées accueillant les transformateurs d'éoliennes.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel. L'accès aux services de secours sera entretenu tout au long de l'exploitation et les abords de l'installation sont maintenus en bon état de propreté (article 7).		
Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles + bacs de rétention 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 bacs de rétention sont prévus pour recueillir les liquides en cas de fuite. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : – de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; – d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; – de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests avant mise en service des détecteurs et systèmes d'étanchéité.		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations, surveillance des vibrations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Les éoliennes sont équipées de capteurs de vibrations qui entraînent l'arrêt en cas de dépassement de seuils définis. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Mise en place d'audits afin de s'assurer des bonnes pratiques ou des inspections pendant les interventions.		
Maintenance	Les opérations de maintenance sont consignées dans un rapport permettant un suivi.		
Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes. Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 min		
Efficacité	100 %. NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.		
Tests	Tests de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service (article 17).		
Maintenance	Les systèmes instrumentés de sécurité et autres détecteurs font l'objet d'un contrôle annuel (article 18). Les équipements de mise à l'arrêt en cas de survitesse (système d'orientation des pales et frein mécanique) sont testés suivant une périodicité qui ne peut excéder 1 an (article 17). Maintenance préventive annuelle du frein mécanique.		

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021, notamment, sur une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalisera une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

IX.7 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

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

Tableau 24 : Les scénarii exclus de l'étude détaillée

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle (située à 50 mètres de hauteur), la valeur seuil de 3 kW/m ² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur (installé dans une enveloppe séparée)	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (le poste de livraison et possiblement le transformateur) seront mineurs ou inexistants du fait de la structure en béton/métal. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200).
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapproché d'une nappe phréatique.

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

X. ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

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

A ce stade du projet le gabarit de l'éolienne retenu est arrêté mais le développeur ne procédera au choix final du modèle de l'éolienne qu'après l'obtention des autorisations administratives.

Dans le but de calculer le degré d'exposition maximum du phénomène étudié, il sera adopté pour tous les calculs les dimensions d'un gabarit fictif maximisant. Ceci dans le but de calculer le degré d'exposition maximum du phénomène étudié. Ainsi, il sera adopté pour tous les calculs les dimensions d'un gabarit fictif. Le tableau suivant permet de mettre en évidence le gabarit fictif maximisant pris en compte dans le cadre de ce projet.

Le gabarit fictif de l'éolienne utilisée pour le calcul de l'étude de dangers est rappelé ci-dessous :

Éolienne	GABARIT FICTIF MAXIMISANT POUR LES CALCULS DE DANGERS
Hauteur en bout de pale	200 m
Diamètre de rotor	150 m
Longueur de pale	75 m
Hauteur de moyeu	125 m
Hauteur de mât (au sens de la réglementation ICPE, tour + nacelle)	126,451 m (122,600 + 3,851)
Largeur de base de mât	4,76 m
Largeur max de pale	4,2 m

À noter qu'il s'agit pour ces calculs d'une machine fictive permettant de maximiser les risques qu'elle induit car prenant en compte les paramètres les plus contraignants des modèles éligibles. Il s'agit d'un modèle qui ne sera pas retenu mais seulement utilisé pour les calculs.

X.1 Rappels des définitions

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

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

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

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

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

Afin de pouvoir présenter des éléments au sein de cette étude de dangers, il est proposé de recourir à la méthode ad hoc préconisée par le guide technique 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.

X.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, 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.

X.1.2 Intensité

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

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

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

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

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

- 5 % d'exposition : seuil d'exposition très forte
- 1 % d'exposition : seuil d'exposition forte
- < 1% d'exposition : seuil d'exposition modéré

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

Tableau 25: Référence pour le degré d'exposition

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

X.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.

Tableau 26 : Les seuils de gravité en fonction du nombre de personnes dans chacune des zones d'effet

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

X.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 scénarii d'accident majeur :

Tableau 27 : Les classes de probabilité des scénarii 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 Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

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

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

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

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

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

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

PERC : probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

Porientation : 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)

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

Patteinte : 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)

Pprésence : 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 (PERC) a été retenue.

X.2 Caractérisation des scénarii retenus

X.2.1 Effondrement de l'éolienne

X.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 maximale de l'éolienne en bout de pale, soit 200 m dans le cas de l'éolienne fictive maximisant les risques pour le parc éolien du Crêt des Ours.

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

X.2.1.2 Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne concernant le parc éolien du Crêt des Ours.

- d est le degré d'exposition
- ZI la zone d'impact
- ZE la zone d'effet
- R est la longueur maximale de pale envisagée (R= 75 m), de forme triangulaire avec une base de largeur LB = 4,20 m
- H la hauteur maximale envisagée pour le mât (H= 125 m)
- L la largeur maximale du mât (L= 4,76 m).

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

Tableau 28 : L'impact de l'effondrement de l'éolienne

Effondrement de l'éolienne (Dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = (H) \times L + 3 \times R \times LB / 2$ Z _I = 1067,5	$Z_E = \pi \times (H+R)^2$ Z _E = 125 663,71	$d = Z_I / Z_E$ 0,85%	Modérée
La zone d'impact est de 1067,5 m ²	La zone d'effet est de 125 663,7 m ²	Le degré d'exposition du phénomène est inférieur à 1%	

X.2.1.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 0.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

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

Le tableau suivant synthétise les types de terrains rencontrés dans les zones d'effet des éoliennes du parc éolien du Crêt des Ours et les hypothèses de calcul associées, d'après le guide de l'INERIS :

Tableau 29 : Hypothèses de calcul pour le risque effondrement

Effondrement de l'éolienne (rayon de la zone d'effet : 200 m)		
Éoliennes concernées	Ensemble homogène dans le périmètre d'étude	Hypothèse enjeu humain (guide de l'INERIS)
E1 à E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	0,01 pers./ha
E1 à E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés dont les voies de circulation non structurantes comme les RD non structurantes (hypothèse de 7 m de large), routes communales, chemins ruraux (hypothèse de 5 m de large), pistes d'accès...	0,1 pers./ha

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 :

Tableau 30 : Nombre de personnes exposées au phénomène d'effondrement par zone d'effet

Effondrement de l'éolienne (Dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)						
Éolienne	Terrains non aménagés		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Total epp	Gravité
	(ha)	Epp	(ha)	epp		
E1	11,59	0,12	0,98	0,1	0,21	Modérée
E2	12,14	0,12	0,43	0,04	0,16	Modérée
E3	11,87	0,12	0,71	0,07	0,19	Modérée

X.2.1.4 Probabilité

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

Tableau 31 : Les classes de probabilité utilisées dans les études de danger

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbines ²	4,5 x 10 ⁻⁴	Retour d'expérience
Specification of minimum distances ³	1,8 x 10 ⁻⁴ (Effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

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

Le retour d'expérience français (période 2000-2022) montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 11 événements pour 89 433 années d'expérience⁴, soit une probabilité de 1,23 x 10⁻⁴ par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C », à savoir : « 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 machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement. Ces mesures de sécurité sont notamment :

- Respect intégral des dispositions de la norme IEC 61 400-1 ;
- Respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 « relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement » : règles de construction, protocoles de maintenance, de suivi et de tests des équipements et des dispositifs de sécurité ;
- 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 2011.

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

² 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

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 correctrices réduisant significativement la probabilité ».

X.2.1.5 Acceptabilité

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

Tableau 32 : Gravité et niveau de risque de l'effondrement de chaque aérogénérateur

Effondrement de l'éolienne (Dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien du Crêt des Ours, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

³ Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004

Tableau 33 : L'impact lors de chute de glace

X.2.2 Chute de glace

X.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, 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.

X.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 du Crêt des Ours, la zone d'effet a donc un rayon de 75 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

X.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 et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le degré d'exposition est calculé pour un morceau de glace d'une surface d'1 m², de façon à majorer la zone d'impact, et donc, le degré d'exposition.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien du Crêt des Ours.

- d est le degré d'exposition
- ZI est la zone d'impact
- ZE est la zone d'effet
- R est la longueur de pale maximale envisagée (R= 75m)
- SG est la surface du morceau de glace majorant (SG= 1 m²).

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$ $Z_I = 1$	$Z_E = \pi \times R^2$ $Z_E = 17\,671,46$	$d = Z_I / Z_E$ $d = 0,00566 \%$	Exposition modérée
La zone d'impact est d'1 m ²	La zone d'effet est de 17 671,46 m ²	Le degré d'exposition du phénomène est inférieur à 1%	

X.2.2.4 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe X.1.2), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

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

Le tableau suivant synthétise les types de terrains rencontrés dans les zones d'effet des éoliennes du parc éolien du Crêt des Ours et les hypothèses de calcul associées, d'après le guide de l'INERIS :

Tableau 34 : Hypothèses de calcul pour le risque chute de glace

Chute de glace de l'éolienne (rayon de la zone d'effet : 75 m)		
Éoliennes concernées	Ensemble homogène dans le périmètre d'étude	Hypothèse enjeu humain (guide de l'INERIS)
E1 à E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	0,01 pers./ha
E1 à E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés dont les voies de circulation non structurantes comme les RD non structurantes (hypothèse de 7 m de large), routes communales, chemins ruraux (hypothèse de 5 m de large), pistes d'accès...	0,1 pers./ha

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 :

Tableau 35 : Nombre de personnes exposées au phénomène de chute de glace

Chute de glace de l'éolienne (Dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)						
Éolienne	Terrains non aménagés		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Total	Gravité
	(ha)	epp	(ha)	epp	epp	
E1	1,34	0,01	0,43	0,04	0,06	Modérée
E2	1,54	0,02	0,22	0,02	0,04	Modérée
E3	1,51	0,02	0,26	0,03	0,04	Modérée

X.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} .

X.2.2.6 Acceptabilité

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

Tableau 36 : Gravité et niveau de risque en cas de chute de glace pour chaque aérogénérateur

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

Ainsi, pour le parc éolien du Crêt des Ours, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

X.2.3 Chute d'éléments de l'éolienne

X.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'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor. Pour le parc éolien du Crêt des Ours, la zone d'effet a donc un rayon de 75 mètres.

X.2.3.2 Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien du Crêt des Ours.

- d est le degré d'exposition
- ZI la zone d'impact
- ZE la zone d'effet
- R la longueur de pale maximale envisagée (R= 75 m) de forme triangulaire avec une base de largeur LB (LB= 4,20 m).

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

Tableau 37 : Impact en cas de chute d'éléments de l'éolienne

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$ZI = R \cdot LB / 2$ ZI= 157,5	$ZE = \pi \times R^2$ ZE= 17 671,45	$d = ZI / ZE$ d= 0,89%	Exposition modérée
La zone d'impact est de 157,5 m ²	La zone d'effet est de 17 671,45 m ²	Le degré d'exposition du phénomène est inférieur à 1 %	

X.2.3.3 Gravité

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

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

Le tableau suivant synthétise les types de terrains rencontrés dans les zones d'effet des éoliennes du parc éolien du Crêt des Ours et les hypothèses de calcul associées, d'après le guide de l'INERIS :

Tableau 38 : Hypothèses de calcul pour le risque chute d'éléments

Chute d'éléments de l'éolienne (rayon de la zone d'effet : 75 m)		
Éoliennes concernées	Ensemble homogène dans le périmètre d'étude	Hypothèse enjeu humain (guide de l'INERIS)
E1 à E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	0,01 pers./ha
E1 à E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés dont les voies de circulation non structurantes comme les RD non structurantes (hypothèse de 7 m de large), routes communales, chemins ruraux (hypothèse de 5 m de large), pistes d'accès...	0,1 pers./ha

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 :

Tableau 39 : Nombre de personnes exposées au phénomène chute d'éléments de l'éolienne

Chute d'éléments de l'éolienne (Dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)						
Éolienne	Terrains non aménagés		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Total epp	Gravité
	(ha)	epp	(ha)	epp		
E1	1,34	0,01	0,43	0,04	0,06	Modérée
E2	1,54	0,02	0,22	0,02	0,04	Modérée
E3	1,51	0,02	0,26	0,03	0,04	Modérée

X.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.

Au moment de l'élaboration du guide de l'INERIS, le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (23 événements pour 89 433 années d'expérience, soit $2,57 \times 10^{-4}$ événement par éolienne et par an).

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

X.2.3.5 Acceptabilité

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

Tableau 40 : Gravité et niveau de risque de chute d'éléments de l'éolienne pour chaque aérogénérateur

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien du Crêt des Ours, le phénomène de chute d'éléments d'éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

X.2.4 Projection de pales ou de fragments de pales

X.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. Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres.

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

X.2.4.2 Intensité

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (rayon de 500 m). Le tableau ci-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien du Crêt des Ours.

- r est le rayon de la zone de projection de pale ou de fragment de pale (r= 500)
- d est le degré d'exposition
- ZI la zone d'impact
- ZE la zone d'effet
- R la longueur de pale maximale envisagée (R= 75 m)
- LB la largeur de la base de la pale (LB= 4,20 m).

Tableau 41 : L'impact de projection de pale ou fragment de pale

Projection de pale ou de fragment de pale (Zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R * LB / 2$ $Z_i = 157,5$ La zone d'impact est de 157,5 m ²	$Z_e = \pi * r^2$ $Z_e = 785\,398,16$ La zone d'effet est de 785 398,16 m ²	$d = ZI / ZE$ $d = 0,02005\%$ Le degré d'exposition du phénomène est inférieur à 1%	Exposition modérée

X.2.4.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe X.2.5.2, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

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

Le tableau suivant synthétise les types de terrains rencontrés dans les zones d'effet des éoliennes du parc éolien du Crêt des Ours et les hypothèses de calcul associées, d'après le guide de l'INERIS :

Tableau 42 : Hypothèses de calcul pour le risque projection de pale

Projection de pale (rayon de la zone d'effet : 500 m)		
Éoliennes concernées	Ensemble homogène dans le périmètre d'étude	Hypothèse enjeu humain (guide de l'INERIS)
E1 à E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	0,01 pers./ha
E1 à E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés dont les voies de circulation non structurantes comme les RD non structurantes (hypothèse de 7 m de large), routes communales, chemins ruraux (hypothèse de 5 m de large), pistes d'accès...	0,1 pers./ha
E1 à E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés (bâtiments agricoles)	Hypothèse du nombre de salariés des exploitations concernées (l'hypothèse majorante de la présence permanente de 2 employés a été choisie pour l'ensemble des hangars et bâtis agricoles).
E3	Cabane de chasseur	Estimation à 1 personne / m ² soit 32 personnes

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

Tableau 43 : Nombre de personnes exposées au phénomène de projection de pale ou fragment de pale

Projection de pale ou de fragment de pale (Zone de 500 m autour de chaque éolienne)										
Éolienne			Terrains non aménagés		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Chemins de randonnée		Total	Gravité
	(m ²)	epp	(ha)	epp	(ha)	epp	(ha)	epp	epp	
E1	-	-	76,19	0,76	2,34	0,24 (+2 employés)	-	-	3	Sérieuse
E2	-	-	76,44	0,76	2,10	0,21 (+2 employés)	-	-	2,97	Sérieuse
E3	32	32	75,60	0,76	2,94	0,29 (+2 employés)	0,21	0,85	35,90	Importante

X.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 :

Tableau 44 : Calcul de probabilité pour une rupture de tout ou partie de pale

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

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

Le retour d'expérience français (période 2000-2022) montre une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé 45 événements pour 89 433 années d'expérience⁸, soit une probabilité de 5,03 x 10⁻⁴ par éolienne et par an.

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

X.2.4.5 Acceptabilité

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

Tableau 45 : Gravité et niveau de risque en cas de projection de pale ou fragment de pale

Projection de pale ou de fragment de pale (Zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieuse	Acceptable
E2	Sérieuse	Acceptable
E3	Sérieuse pour E1 et E2 Importante pour E3	Acceptable

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

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 ingenieursgesellschaft, 2004

X.2.5 Projection de glace

X.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 propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

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

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures. A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace, soit une distance d'effet de 412,5 m.

Dans le cas du parc éolien du Crêt des Ours, les éoliennes seront équipées d'un système d'arrêt en cas de déduction de givre et de glace ce qui permettra de considérablement réduire ce risque. Toutefois ce scénario sera quand même étudié dans le présent paragraphe.

X.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 (cas majorant de 1 m²) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien du Crêt des Ours.

- d est le degré d'exposition
- ZI la zone d'impact
- ZE la zone d'effet
- R la longueur de pale maximale envisagée (R= 75)
- H la hauteur maximale envisagée pour le moyeu (H= 125)
- SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Tableau 46 : L'impact de projection de morceaux de glace

Projection de morceaux de glace (Dans un rayon de R _{PG} = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne, soit 413 m pour les éoliennes)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z _I = SG Z _I =1 La zone d'impact est de 1 m²	$ZE = \pi \times [1,5 \times (H+2R)]^2$ Z _E = 561 La zone d'effet est de 534 561 m²	$d = Z_I / Z_E$ d= 0,00019% Le degré d'exposition du phénomène est inférieur à 1%	Exposition modérée

X.2.5.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe X.2.3.2., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

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

Le tableau suivant synthétise les types de terrains rencontrés dans les zones d'effet des éoliennes du parc éolien du Crêt des Ours et les hypothèses de calcul associées, d'après le guide de l'INERIS :

Tableau 47 : Hypothèses de calcul pour le risque projection de glace

Projection de glace (rayon de la zone d'effet : 413 m)		
Éoliennes concernées	Ensemble homogène dans le périmètre d'étude	Hypothèse enjeu humain (guide de l'INERIS)
E1 à E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	0,01 pers./ha
E1 à E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés dont les voies de circulation non structurantes comme les RD non structurantes (hypothèse de 7 m de large), routes communales, chemins ruraux (hypothèse de 5 m de large), pistes d'accès...	0,1 pers./ha
E1 et E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés (bâtiments agricoles)	Hypothèse du nombre de salariés des exploitations concernées (l'hypothèse majorante de la présence permanente de 2 employés a été choisie).

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

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

Tableau 48 : Nombre de personnes exposées au phénomène de projection de morceaux de glace

Projection de morceaux de glace (Dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)								
Éolienne	Terrains non aménagés		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Chemins de randonnées		Total epp	Gravité
	(ha)	epp	(ha)	epp	(ha)	epp		
E1	51,49	0,51	1,96	0,2 (+2 employés)	-	-	3	Sérieuse
E2	52,04	0,52	1,43	0,14 (+2 employés)	-	-	2,97	Sérieuse
E3	51,10	0,51	2,35	0,24 (+2 employés)	0,09	0,35	3,90	Sérieuse

X.2.5.4 Probabilité

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

- Les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 ;
- Le recensement d'un seul accident au sein des parcs éoliens français sur la période 2000 – février 2023.

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

X.2.5.5 Acceptabilité

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

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

Tableau 49 : Gravité et niveau de risque en cas de projection de morceaux de glace

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 413 m autour de l'éolienne)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieuse	Acceptable
E2	Sérieuse	Acceptable
E3	Sérieuse	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien du Crêt des Ours, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

X.3 Synthèse de l'étude détaillée des risques

X.3.1 Tableaux de synthèse des scénarii étudiés

Les tableaux présentés aux pages suivantes récapitulent, pour chaque événement redouté retenu, les paramètres de risques :

- La cinétique ;
- L'intensité ;
- La gravité ;
- La probabilité.

Tableau 50 : Paramètres de risques pour le projet en cours

Projet éolien du Crêt des Ours					
Scénario	Zone d'effet	Ciné-tique	Inten-sité	Probabilité	Gravité
Effondre-ment de l'éolienne (1)	Disque dont le rayon corres-pond à une hauteur totale de la machine en bout de pale = 200 m	Ra-pide	Exposi-tion mo-dérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée pour les éolienne E1 à E3
Chute de glace (2)	Zone de survol = 75 m	Ra-pide	Exposi-tion mo-dérée	A	Modérée pour les éoliennes E1 à E3
Chute d'élé-ment de l'éolienne (3)	Zone de survol = 75 m	Ra-pide	Exposi-tion mo-dérée	C	Modérée pour les éoliennes E1 à E3
Projection de pale (4)	500 m	Ra-pide	Exposi-tion mo-dérée	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieuse pour les éoliennes E1, E2 et importante pour E3
Projection de glace (5)	1,5 x (H + 2R) autour de l'éo-lienne = 413 m	Ra-pide	Exposi-tion mo-dérée	B	Sérieuse pour les éoliennes E1 à E3

X.3.2 Synthèse de l'acceptation des risques

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

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

Tableau 51 : Matrice de criticité

Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
		E1 à E3	E1 à E3	E1 à E3	E1 à E3
Désastreuse					
Catastrophique					
Importante		(4) _{E3}			
Sérieuse		(4) _{E1 et E2}		(5)	
Modérée		(1)	(3)		(2)

Tableau 52 : Légende de la matrice de criticité

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		Acceptable
Risque faible		Acceptable
Risque impor-tant		Non acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît comme non acceptable.
- L'accident chute de glace et projection de glace apparaissent en case jaune. Cela s'explique par des classes de probabilité maximale (classes A et B) attribuées à ces évènements par le guide d'élaboration des études de dangers de parcs éoliens. Son niveau de risque est donc majoré par rapport aux autres scénarios acci-dentels, dont la classe de probabilité est moindre. Il est d'ailleurs possible de constater que les évènements de classe A ne peuvent être caractérisés par un niveau de risque très faible dans la matrice de criticité (absence de cases vertes). De plus, il convient de souligner qu'une mesure de déduction du givre sur les pales sera mise en place et permettra de réduire grandement le risque.
- L'accident projection de pale apparait en jaune pour l'éolienne E3 car la cabane de chasse se situe dans la zone d'effet. En l'absence de données sur la fréquentation de la cabane, une estimation maximisante d'1 personne par m² soit 32 personnes a été prise en compte pour les calculs.

Par conséquent, les 3 éoliennes du projet éolien du Crêt des Ours présentent des risques qui sont qualifiés d'ac-ceptables.

X.4 Cartographie des risques

Les cartes présentées aux pages suivantes font apparaître, pour les scénarii détaillés dans le tableau de synthèse :

- Les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques,
- L'intensité des différents phénomènes dangereux dans la zone d'effet de chaque phénomène,
- Le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées, par zone d'effet.

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

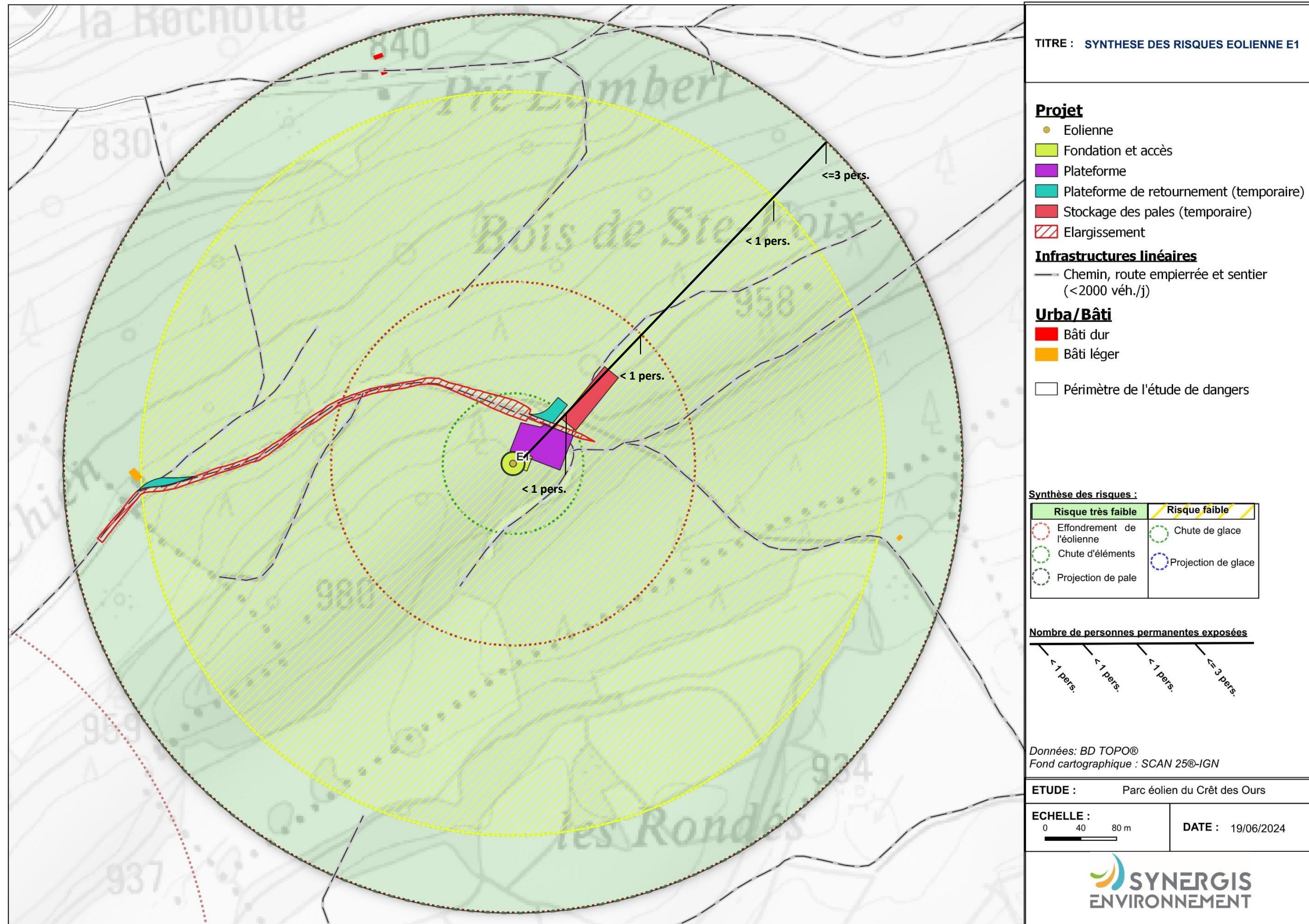
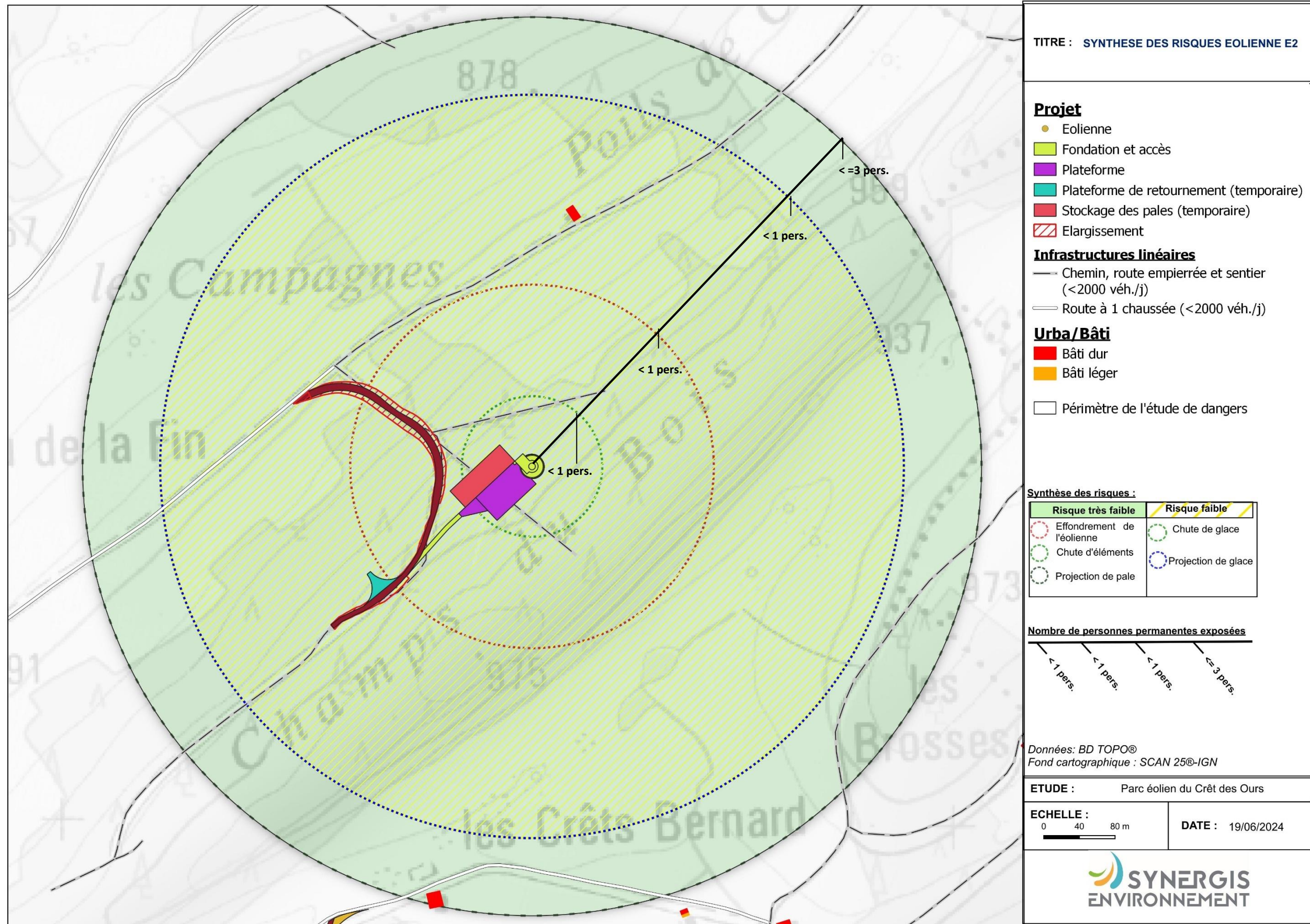


Figure 30 : Synthèse des risques éolienne E1



TITRE : **SYNTHESE DES RISQUES EOLIENNE E2**

Projet

- Eolienne
- Fondation et accès
- Plateforme
- Plateforme de retournement (temporaire)
- Stockage des pales (temporaire)
- ▨ Elargissement

Infrastructures linéaires

- Chemin, route empierrée et sentier (<2000 véh./j)
- Route à 1 chaussée (<2000 véh./j)

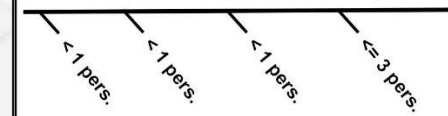
Urba/Bâti

- Bâti dur
- Bâti léger
- Périmètre de l'étude de dangers

Synthèse des risques :

Risque très faible	Risque faible
● Effondrement de l'éolienne	● Chute de glace
● Chute d'éléments	● Projection de glace
● Projection de pale	

Nombre de personnes permanentes exposées



Données: BD TOPO®
Fond cartographique : SCAN 25®-IGN

ETUDE : Parc éolien du Crêt des Ours

ECHELLE :
0 40 80 m

DATE : 19/06/2024

Figure 31 : Synthèse des risques éolienne E2

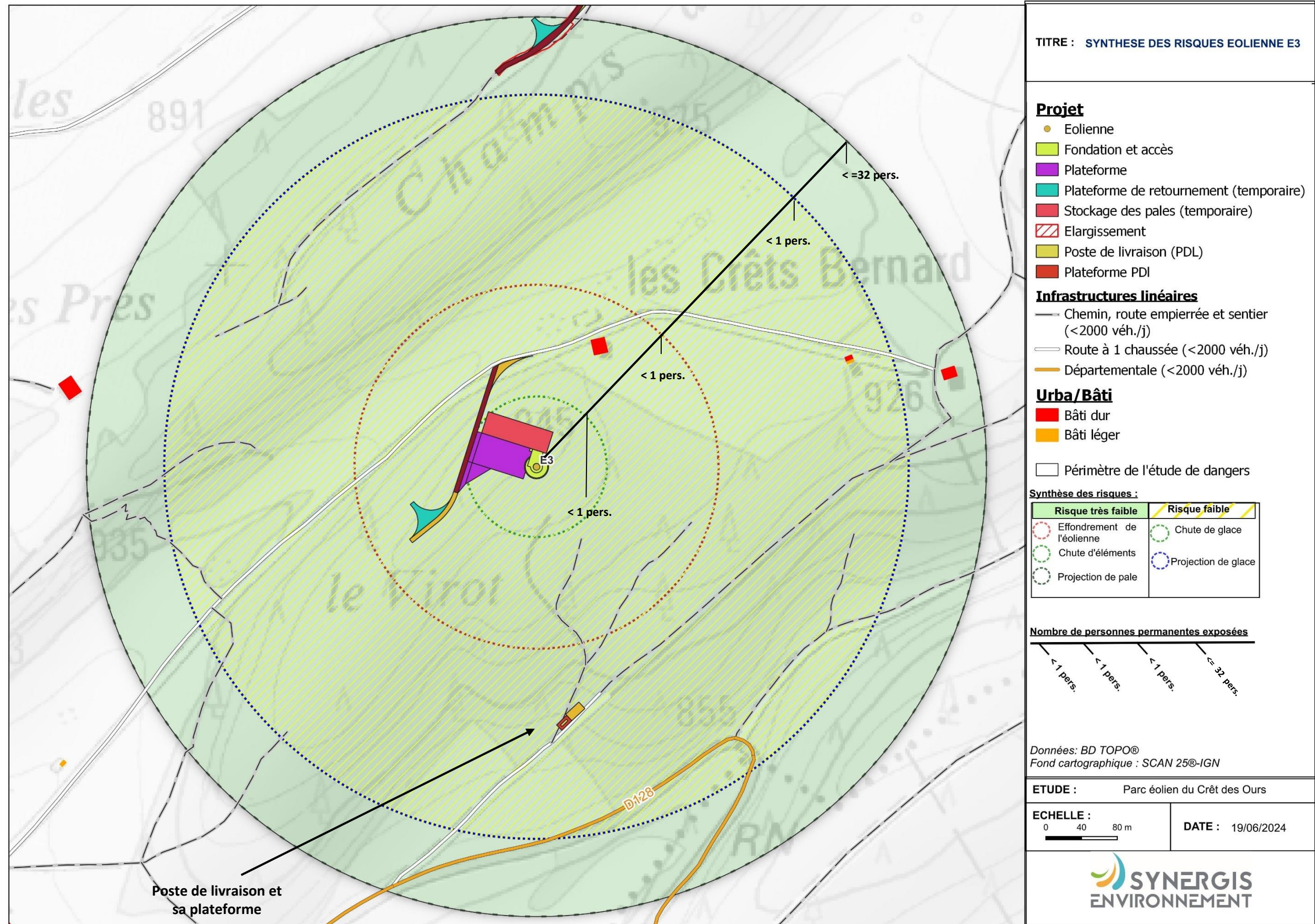


Figure 32 : Synthèse des risques éolienne E3

XI. CONCLUSION

Sur la base du recensement de l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et mai 2023, il apparaît que le risque est limité et qu'aucune victime n'a été à déplorer jusqu'à présent. Les éoliennes sont aujourd'hui des structures de plus en plus sûres et fiables. Les constructeurs ont su profiter du retour d'expérience pour améliorer leurs technologies et ainsi limiter les risques d'incident et d'accident.

Les principaux accidents pris en compte dans l'étude sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Scénario	Gravité	Probabilité	Niveau de risque	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne (1)	Modérée	D (pour des éoliennes récentes) ^[1]	Très faible	Acceptable
Chute de glace (2)	Modérée	A	Faible	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne (3)	Modérée	C	Très faible	Acceptable
Projection de pale (4)	Sérieuse pour E1 et E2 Importante pour E3	D (pour des éoliennes récentes) ^[2]	Très faible	Acceptable
Projection de glace (5)	Sérieuse	B	Faible	Acceptable

Ces niveaux de risques réduits sont permis grâce aux mesures de sécurité mises en place sur les éoliennes et aux protocoles imposés par l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Les accidents liés à la formation de glace sont limités par les dispositifs de détection ou de déduction équipant les aérogénérateurs : mise à l'arrêt automatique des turbines lors de conditions météorologiques favorables au givre et/ou en cas de balourd sur le rotor. Par ailleurs, des panneaux avertissant notamment des risques de chute de glace sont implantés sur les chemins menant aux éoliennes. Concernant les événements liés à la perte d'intégrité des aérogénérateurs (effondrement, chute et projection d'éléments), les mesures sont nombreuses : dispositions constructives (respect des normes IEC 61 400-1, 12 et 23, choix de modèles adaptés aux conditions de vent du site), capteurs de température avec mise à l'arrêt en cas de surchauffe des pièces, capteurs de survitesse et mise à l'arrêt, capteurs de déséquilibre, systèmes de captage et de mise à la terre de la foudre, vérifications périodiques tout au long de l'exploitation (tests du fonctionnement des dispositifs de sécurité, contrôle des brides, inspection visuelle), personnel de maintenance qualifié.

Ainsi pour l'ensemble des phénomènes étudiés sur le parc éolien du Crêt des Ours, le risque est considéré comme acceptable.

^[1] Voir paragraphe VIII.2.1

^[2] Voir paragraphe VIII.2.4

XII. ANNEXES

XII.1 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, de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude 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.

XII.1.1 Terrains non bâtis

- Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : 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...) : 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...)) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.

XII.1.2 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 (< 2000 véhicule/jour) sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

XII.1.3 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

Figure 33 : Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic

XII.1.4 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.

XII.1.5 Voies navigables

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

XII.1.6 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.

XII.1.7 Logements

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

XII.1.8 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 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 peu en pratique.

XII.1.9 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.

XII.2 Annexe 2 : Tableau de l'accidentologie française

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide en 2011 puis actualisé par le pétitionnaire. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et mai 2023. L'analyse de ces données est présentée dans la partie V.I de l'étude de dangers.

Tableau 53 : L'ensemble des accidents et incidents connus en France entre 2000 et mai 2023

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	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 Site Vent de Colère CGM	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du Site Vent du Bocage CGM	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour cartériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian Grande Garigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du Site Vent de Colère CGM Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	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
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	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 Site Vent de Colère CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	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 Site Vent de Colère CGM 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	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 Site Vent de Colère CGM Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du Site Vent de Colère CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du Site Vent de Colère CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	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	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débri-dage), 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	2001	Oui	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 mat 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	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)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	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	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	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	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	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 utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	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 1000m 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 (accident aéronautique)
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	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	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	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	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	30/10/2009	Freysenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA FED Site Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	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)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une sur-vitesse. 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 entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, sur-vitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	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.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le 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)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	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 utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-
Maintenance	06/02/2012	Lehaucourt	Aisne	2,5	2007	Non	Un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un gravement (brûlures aux mains et au visage) et l'autre légèrement (brûlures aux mains).	Arc électrique		Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	11/04/2012	Sigean	Aude	0,66	2000	Non	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	Foudre		
Chute de pale	18/05/2012	Chemin d'Ablis	Eure et Loir	2	2008	Non	L'équipe de maintenance d'astreinte constate à 8 h la chute d'une pale (9 t, 46 m) au pied de l'installation et la rupture du roulement qui raccordait la pale au hub.	Corrosion et fort vent.	Actu-environnement	-
Effondrement	30/05/2012	Port-la-Nouvelle	Aude	0,2	1991	non	Des rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut.	Vents forts		
Chute d'élément	01/11/2012	Vieillespesse	Cantal	2,5	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			
Incendie	05/11/2012	Sigean	Aude	0,66	2000	Non	Un feu se déclare sur une éolienne de 660 kW au sein d'un parc éolien. Des projections incandescentes enflamment 80 m ² de garrigue environnante. A la suite de la chute d'une pale, un gardiennage 24 h / 24 est mis en place.	Court-circuit dans l'armoire électrique en pied d'éolienne		
Rupture de pale	06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	0,66	2001	Non	A la suite d'un défaut de vibration détecté, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât.	Échauffement du frein et vitesse de rotation excessive		
Incendie	17/03/2013	Euvy	Marne	2,5	2011	Non	Un feu dans la nacelle d'une éolienne. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols	Défaillance électrique		
Rupture de pale	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche	0,9	2008	Non	Un impact de foudre endommage une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits.	Foudre		
Maintenance	01/07/2013	Cambon-et-Salvergues	Hérault	1,3	2006	Non	Au cours d'une opération de maintenance dans le hub d'une éolienne (nez qui sert de local technique), un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient.	Dépressurisation d'un accumulateur d'azote sous pression		Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Maintenance	03/08/2013	Moreac	Morbihan	-	-	-	Perte de 270 L d'huile hydraulique d'une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance. 25 t de terres polluées sont excavées et envoyés en filière spécialisée.	Défaillance technique	Base ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	2,5	2013	Non	Départ de feu en nacelle à 18h. Suite à l'isolement électrique du parc éolien le feu s'éteint de lui-même à 20h. Le rotor est resté intact mais la nacelle a été détruite, balisage aéronautique inclus. L'aviation civile en a donc été informée. L'éolienne fut par la suite démantelée.	Incident électrique	Base ARIA et presse	-
Rupture de pale	14/11/2014	Saint-Cirgues-en-Montagne	Ardèche	2,05	2011	Non	La pale d'une éolienne chute lors d'un orage. Des rafales de vent atteignent les 130 km/h. L'élément principal chute au pied de l'éolienne. Certains débris sont projetés à 150 m.	Tempête		
Rupture de pale	05/12/2014	Fitou	Aude	1,3	2002	Non	A leur arrivée dans un 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	Défaillance matérielle ou décollage sur les plaques de fibre de verre		
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	2,3	2015	Oui	Un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée.	Défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance		
Incendie	06/02/2015	Lusseray	Deux-Sèvres	2	2011	Non	Un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens.	Défaillance électrique		
Incendie	24/08/2015	Santilly	Eure-et-Loire	2,5	2007	Non	Un feu se déclare sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur.			
Chute de pales	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	1,5	2007	Non	Chute d'un rotor et des trois pales au pied de l'éolienne.	« Défaut dans l'arbre primaire à l'origine de la rupture » du rotor et des pales.	Est Républicain	-
Chute d'éléments	07/02/2016	Conilhac-Corbieres	Aude	2.3	2014	Non	Rupture et chute au sol de l'aérofrein de l'une des pales. Arrêt à distance de l'ensemble du parc suivi d'une campagne de contrôle des pales, aérofreins et chaînes de sécurité de chaque éolienne.	Rupture d'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein entraînant l'ouverture de l'aérofrein. Rupture de l'axe maintenant l'aérofrein à la pale en raison des fortes charges présentes sur le rotor	Base ARIA	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	08/02/2016	Dineault	Finistère	0,3	1999	Non	Lors d'une tempête, des vents à 160 km/h endommagent une éolienne. Une pale chute au sol et une autre se déchire. La pale rompue est retrouvée à 40 m du pied du mat.	Tempête		
Chute de pale	05/03/2016	Calanhel	Côtes d'Armor	0,85	2009	Non	Chute de la pale au sol après une nuit de fort vent. Aucun blessé à déplorer, ni homme ni animaux	Défaillance du système d'orientation de la pale	L'Echo de l'Armor et l'Argoat	-
Maintenance	28/05/2016	Janville	Eure-et-Loir	2,3	2005	Non	Un employé constate un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne. L'écoulement d'huile est récupéré avant d'avoir atteint le sol.	Défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse		Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Incendie	10/08/2016	Hescamps	Somme	1	2008	Non	Un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor.	Défaillance électrique		
Incendie	18/08/2016	Dargies	Oise	2	2014	Non	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	Défaillance électrique		
Maintenance	14/09/2016	Les Grandes Chapelles	Aube	2,3	2009	Non	Un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne			Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Fissure sur une pale	11/01/2017	Le Quesnoy	Nord	-	-	-	Une fissure est constatée sur une pale. L'exploitant arrête l'installation. Réparation de la pale en place.		Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Rupture de pale	12/01/2017	Tuchan	Aude	0,6	2002	Non	Lors d'un épisode de vents violents (25m/s) les 3 pales d'une éolienne chutent au sol. Des morceaux de fibre de carbone sont récupérés à 40 m de l'éolienne. L'éolienne était à l'arrêt pour maintenance suite à la casse de son arbre lent.		Base ARIA BARPI, mot clef « mat »	
Chute d'une pale	18/01/2017	Nurlu	Somme	-	-	-	Rupture de 2/3 de la pale. Des débris sont retrouvés à 90 m du mat, les débris les plus lourds sont à moins de 27 m. L'accident est constaté par un particulier. L'exploitant arrête les machines, met le site en sécurité et met en place un périmètre de sécurité autour de la zone.	Tempête	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	27/02/2017	Lavallée	Meuse	0,2			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	Un Orage violent		
Rupture de pale	27/02/2017	Trayes	Deux-Sèvres	2	2011	Oui	Les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m, se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m.	Impact de la foudre et vent violent		
Incendie	06/06/2017	Le Moulin d'Émanville	Eure-et-Loir	3	2014	Oui	Un incendie se déclare dans la nacelle d'une éolienne. L'incendie s'éteint seul, à la fin de la combustion de la nacelle. L'incendie a été causé par un défaut électrique dans la nacelle.	Défaut électrique	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Rupture de pale	08/06/2017	Aussac-Vadalle	Charente	2	2010	Oui	Chute d'une partie d'une pale d'une éolienne suite à un impact de foudre (à 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuite puis une déchirure du fragment). Les débris sont tombés dans une zone de 50 à 100m autour du mât de l'éolienne.	Impact de foudre	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Chute de pale	24/06/2017	Tambours	Pas de Calais	1,67	2007	Non	Rupture d'une pale d'une éolienne au niveau de la jonction avec le rotor. La pale chute à la verticale, au pied du mât. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m.		Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Chute d'éléments	17/07/2017	Fécamp	Seine-Maritime	0,9	2006	Non	Un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne au pied du mât de 49 m. L'aérofrein défectueux est remplacé. L'exploitant conclut que le desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en serait à l'origine.	Desserrage d'une vis anti rotation ayant entraîné la chute de l'aérofrein Problème de montage ou vibration	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Rupture d'une pale	05/08/2017	L'Oisière	Aisne	2	2017	Oui	Une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol.		Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Chute d'éléments	08/11/2017	Roman-Blanc	Eure-et-Loir	2	2010	Oui	Le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne tombe au sol dans un parc éolien. Cette pièce, en matériaux composites, mesure 2 m de diamètre et pèse plusieurs dizaines de kg. Elle supporte une armoire électrique.	L'exploitant conclut que la chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages.	Base ARIA BARPI, mot clef « éolien »	
Effondrement	03/01/2018	Bouin	Vendée	2,5	2003	Non	Suite au passage de la tempête Carmen, l'une des éoliennes du parc a été fracturée à la base de son mât entraînant l'effondrement total de l'aérogénérateur.	Tempête Carmen	Ouest-France	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute de pale	04/01/2018	Rampont	Meuse	2	2008	Non	L'extrémité d'une pale d'une éolienne de 2 MW se rompt lors d'un épisode venteux. Un morceau de 20 m chute au sol.	Inconnue		
Chute d'éléments	06/02/2018	Conilhac	Aude	2,3	2014	Oui	Chute de l'aéropre d'une pale d'éolienne	Défaut sur l'électronique de puissance	Base Aria	
Défaillance mécanique	08/03/2018	Vaite-Buisières	Doubs	2,78	2016	Oui	Une dent de l'arbre rapide, situé entre le multiplicateur et la génératrice, est cassée. Aucune conséquence n'est relevée sur d'autres composants ou l'environnement.	Le fabricant de l'éolienne détecte un défaut de fabrication au niveau de la couronne dentée de l'arbre rapide : une inclusion de bulle d'air est découverte dans l'acier.	Base Aria	
Rupture d'une pale	10/04/2018	Lou Pioch	Hérault	1	2006	Non	Une tempête soufflait entre 120 et 150 km/h et a cassé la pale d'une éolienne. L'hélice de plusieurs centaines de kilos est brisée en 2.	Tempête	Midi-Libre	
Incendie	01/06/2018	Marsanne	Drôme	2	2008		Une éolienne a été entièrement détruite, et une deuxième semble avoir été également visée par une tentative de mise à feu	Origine criminelle	Site internet Société RES	
Incendie	05/06/2018	Aumelas	Hérault	2	2014		Le feu s'est déclaré sur la partie haute, au niveau du moteur de l'éolienne, et sur la partie basse, au niveau du convertisseur.	Dysfonctionnement électrique	Midi-Libre	
Chute de pale	04/07/2018	Corbières-Maritimes	Aude	0,5	1993	Non	Les extrémités des pales se sont disloquées. Des éléments sont projetés à 150 m du mât après s'être décrochées. L'exploitant met en place un périmètre de sécurité.	Inconnue	Base ARIA	
Incendie éolienne	03/08/2018	Izenave	Ain	2	2018	Oui	Une éolienne a été endommagée par l'incendie volontaire. Le feu a totalement ravagé une nacelle d'éolienne.	Acte criminel	https://france3-regions.francetvinfo.fr/auvergne-rhone-alpes/ain/bourg-bresse/incendie-parc-eolien-monts-ain-nouvel-acte-volontaire-1521548.html	
Incendie	28/09/2018	Sauveterre	Tarn	2	2009		Un dysfonctionnement électrique est à l'origine de l'incendie sur l'une des éoliennes, le feu se serait ensuite propagé à la végétation alentour.	Dysfonctionnement électrique	La Dépêche	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile	17/10/2018	Le Quint	Somme	2	2017	Oui	Un technicien de maintenance détecte 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 au pied de l'éolienne, ainsi que des terrains cultivés adjacents, est de 2 000 m ² . Une partie des cultures est perdue. Les terres polluées sont décapées sur une dizaine de cm.	La mauvaise réalisation d'une activité de maintenance annuelle préventive, la veille de l'événement, en est à l'origine. Selon le prestataire en charge de l'opération, un premier technicien n'a pas suffisamment serré le nouveau filtre hydraulique qu'il venait de mettre en place sur le circuit du multiplicateur de vitesse.	Base de données ARIA	
Effondrement	07/11/2018	Mardelle	Loiret	3	2010	Oui	L'éolienne de 90 mètres de haut et de 50 tonnes, s'est écrasée sur le sol sans faire de blessés ni heurter un autre appareil. EDPR France, qui exploite ces éoliennes ignore pour l'instant les causes de la chute.	Le système de freinage aérodynamique de l'éolienne, régulant la rotation du rotor, ne s'est pas enclenché et a ainsi entraîné une rotation trop rapide des pales. Ce fonctionnement anormal a généré une surcharge sur la structure provoquant la chute de la machine	France 3 Centre-Val-de-Loire L'Echo Républicain	
Chute d'éléments	18/11/2018	Cornilhac-Corbières	Aude	2,3	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 ARIA	
Chute de pale	19/11/2018	Tournevents du COS	Aisne	2,4	2017	Oui	Un bout d'une pale d'une des éoliennes du parc d'Ollezy est tombé en plein champ, ne causant aucune victime.	Inconnue	Le journal de Ham	
Incendie éolienne	03/01/2019	La Limouzière	Loire Atlantique	2,05	2010	Oui	Le moteur de l'éolienne a pris feu. Le feu a endommagé la nacelle.		Ouest France	
Rupture de pale	17/01/2019	Bambesch	Moselle	2	2007	Oui	Un morceau de l'extrémité d'une pale a chuté au pied du mat de l'éolienne. Le bris et la projection de plusieurs morceaux de pale ont entraîné l'arrêt de l'ensemble du parc éolien.	Inconnue	Le Républicain Lorrain	
Incendie	20/01/2019	Roussas	Drôme	1.75	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 ARIA	
Effondrement	23/01/2019	Boutavent	Oise	1	2011	Oui	L'éolienne s'est pliée en deux. Plusieurs débris ont été retrouvés dans un rayon de 300 m. Les pales tournaient 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 au point de finir par le plier en deux.	Inconnue	Courrier picard	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute de pale	30/01/2019	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Non	Une pale d'un des aérogénérateurs a chuté au sol. Aucun blessé à déplorer. Une des pales du même parc avait auparavant connu un problème de fixation. Une enquête a été ouverte	Inconnue	L'indépendant	
Fuite d'huile	23/03/2019	Argentonnay	Deux-Sèvres	2	-	-	Une fuite d'huile se produit depuis le multiplicateur d'une éolienne. L'éolienne se met automatiquement à l'arrêt à la suite d'une défaillance au niveau d'un composant tournant du multiplicateur. La majorité de l'huile est contenue dans la partie basse de la nacelle. Le reste s'écoule par débordement le long du mat par l'extérieur jusqu'au socle en béton au pied de l'éolienne.	La rupture d'un composant tournant du multiplicateur est à l'origine de l'incident. Un plan d'intervention pour le remplacement du multiplicateur est mis en place. Son démontage en atelier devrait permettre de découvrir les causes de la rupture du composant.	Base ARIA	
Incendie	18/06/2019	Quesnoy-sur-Airaines	Somme	2.3	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 ARIA	
Incendie	25/06/2019	Kéruef	Morbihan	1,67	2008	Oui	Le feu a pris au niveau du moteur arrière à environ 80 m de hauteur, alors que les pales mesurent environ 35 mètres. Rapidement les fumées se sont intensifiées et des flammes imposantes ont envahi l'ensemble de l'espace moteur, dans la turbine.	Inconnue	Ouest France	
Rupture de pale	27/06/2019	Charly-sur-marne	Aisne	2.0	2009	Non	Lors d'une maintenance, 2 techniciens constatent qu'une pale d'éolienne présente un angle anormal. Lors de la mise à l'arrêt, le bout de la pale abîmée est projeté en 2 morceaux, l'un à 15 m, l'autre à 100 m dans l'enceinte du parc éolien. Chaque morceau correspond à une face de la pale. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place autour de l'éolienne. L'exploitant arrête l'ensemble des éoliennes du parc.	Après expertise de la pale, il est constaté un contact inadéquat de la coque côté extrados et des bords avec l'adhésif du longeron. L'exploitant inspecte l'ensemble des pales du parc éolien en tapant sur chaque pale avec un objet métallique afin de détecter d'éventuelles différences de vibration sur la coque côté extrados sur toute la longueur de pale. Une inspection visuelle ainsi qu'un contrôle du chemin d'évacuation de la foudre de chaque pale sont également réalisées. Aucune autre pale ne présente de défaillance.	Base ARIA	
Rupture de pale	04/09/2019	Escalles	Aude	0.8	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 aéofreins 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 ARIA	
Chute d'éléments	28/11/2019	Hangest-en-Santerre	Somme	2.0	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 ARIA	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	09/12/2019	Theil-Rabier	16	2	2016	Oui	La pale de l'éolienne n°5 s'est brisée en 2 et l'éolienne s'est arrêtée.	À l'issue des premières analyses, on a constaté qu'il n'y pas eu d'emballlement du rotor. Le bruit émis étant probablement dû au déséquilibre de la pale dans ses dernières rotations.	Charente Libre	
Incendie	16/12/2019	Santilly	Eure-et-Loire	2.5	2007	Non	De la fumée s'échappe de la nacelle d'une éolienne, les pompiers n'interviennent pas. La nacelle n'est pas brûlée.	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	https://www.lechorepublicain.fr/santilly-28310/actualites/santilly-les-pompiers-interviennent-pour-de-la-fumee-en-haut-d-une-eolienne_13707912/#refresh	
Incendie	17/12/2019	Ambonville	Haute-Marne	2	2011	Non	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 ARIA	
Chute d'éléments	22/01/2020	Saint-Seine-l'Abbaye	Côte d'Or	2	2008	Non	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 intervention était prévue la semaine de l'évènement.	L'évènement est causé par une défaillance du collier de serrage sous dimensionné par rapport aux contraintes dans le temps.	Base ARIA	
Chute de pale	11/02/2020	Montbrehain et Beaufort	Aisne	2.0	2013	Non	Une pale a cédé sous les rafales de vent, débris observés à 100m.	Effet de la tempête Ciara	https://www.ventdesnoues.org/2020/02/11/la-pale-d-une-eolienne-se-brise-a-cause-du-vent-laisne-nouvelle-11-fevrier-2020/	
Incendie	29/02/2020	Boisbergue	Somme	2.0	2015	Oui	Un feu s'est déclaré dans le tronc de l'éolienne. Il est resté concentré entre le pied et la tête du mât. Les pales n'ont pas été touchées par les flammes. L'éolienne est hors service.	Le feu serait d'origine électrique.	https://www.francebleu.fr/infos/faits-divers-justice/un-feu-a-l-interieur-du-tronc-d-une-eolienne-a-boisbergues-pres-de-bernville-1583001669	
Rupture de pale	25/02/2020	Theil-Rabier	16	2	2016	Oui	Une pale d'éolienne s'est brisée, projetant des débris autour du mât. Cet accident fait suite à l'accident du 09/12/2019 sur le même parc éolien. Les 12 éoliennes sont mises à l'arrêt par décision préfectorale.	-	Charente Libre	
Incendie	24/03/2020	La Bouleste	12	2	2010	Oui	La nacelle de la machine a pris feu. 10 pompiers et autant de gendarmes se sont rendus sur place.	Inconnue	La Dépêche	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile	10/04/2020	Ruffiac	56	2	2017	Oui	40 l d'huile s'écoulent le long du mât jusqu'au massif de fondation. La dalle de béton et les sols à proximité. La dalle est nettoyée par un lavage haute pression. Pour le traitement des terres, la société envoie un prélèvement en laboratoire pour analyses. Les terres contiennent principalement des hydrocarbures. 11.6 t de terres sont évacuées pour traitement biologique. La zone excavée est remblayée avec des graviers.	L'origine de la fuite est un défaut au niveau de l'accumulateur de l'éolienne. Une enquête est en cours par la société en charge de la maintenance, afin d'adapter les points de contrôle.	Base de données ARIA	
Incendie	20/04/2020	Le Vauclin	972	0.275	2005	Non	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 manico (famille des marsupiaux) serait à l'origine de l'incendie.	Base ARIA	
Rupture de pale	30/04/2020	Deux-Croix en Plouarzel	29	0,66	2000	Non	La pale a subi une pliure inquiétante, laissant penser qu'elle pourrait casser et tomber au sol.	Inconnue	Vent des Noues	
Chute de pale	27/06/2020	La Ferrière et Plemet	22	2,5	2015	Oui	Une pale d'éolienne s'est écrasée dans un champ après s'être désolidarisée de sa nacelle.	Le mât de l'éolienne présente des rayures qui semblent indiquer que la pale s'est détachée progressivement avant de tomber à son pied.	Actu.fr	
Rupture de pale	15/11/2020	Bignan	56	1	2009	Non	Vers 7 h, à la suite de vents violents, la pale d'une éolienne s'est délaminiée provoquant sa rupture au niveau de sa moitié. L'éolienne s'arrête sur alarme de vibrations.	L'exploitant identifie une dégradation de la pale dans laquelle le vent se serait engouffré, provoquant des vibrations jusqu'à la rupture puis la chute d'une partie de la pale.	Base ARIA	
Fuite d'huile	11/12/2020	Charmont-en-Beauce	45	3	2010	Non	Une fuite d'huile se produit au niveau de la nacelle d'une éolienne. L'huile ruisselle le long du mât.	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 ARIA	
Chute de pale	12/01/2021	Saint-George-sur-Arnon	36	2,5	2011	Oui	Une pale arrachée de son rotor et a endommagé les deux autres pales.	Le dommage aurait été causé par un problème isolé du convertisseur du système d'orientation des pales de l'éolienne Nordex endommagée.	La Nouvelle République	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute de pale	11/02/2021	Priez et Cour-champs	02	2	2017	Oui	La pale est tombée au pied de l'éolienne et n'a pas provoqué de dégât.	Inconnue	L'Union	
Chute de pale	13/02/2021	Patay	45	2	2007	Non	Une pale se détache d'une éolienne. L'exploitant reçoit une alerte de panne d'orientation de la nacelle mettant à l'arrêt la machine. Des lames de fibres de verre sont retrouvées à 30 m de la machine et des fragments jusqu'à 150 m.	A la suite d'une analyse de l'état de la pale, un tiers expert constate un défaut de collage, soit en termes de répartition de la colle, soit en termes de qualité de la colle.	Base ARIA	
Incendie	17/02/2021	Sainte-Rose	974	0.275	2004-2006	Non	Le local de maintenance a pris feu dans la nuit.	Inconnue	L'info.re	
Fuite d'huile	30/08/2021	Moréac	56	2	2010	Non	Fuite d'huile en sortie de nacelle sur la tour extérieure.	Un flexible est rompu.	Base ARIA	
Fuite d'huile	12/10/2021	Bétheniville	51	2	2015	Oui	Lors d'une intervention sur la turbine d'un parc éolien, les techniciens constatent une fuite d'huile localisée dans le hub. Des traces d'huile sont présentes en nacelle, dans le hub, le long du mât et sur une partie en béton de la fondation.	Un joint défectueux sur un distributeur qui a causé la fuite du fluide hydraulique.	Base ARIA	
Fuite d'huile	18/10/2021	Montagne-Fayel	80	2	2015	Oui	Une fuite d'huile, provenant d'un parc éolien, est constatée par un agriculteur sur une parcelle agricole. Des petites projections d'huile sont visibles. La quantité d'huile perdue est estimée à 20 litres (à plus ou moins 50 %).	La fuite est due à des tuyaux poreux dans le hub de l'éolienne.	Base ARIA	
Chute d'élément	20/10/2021	Coole	51	2,5	2018	Oui	Une partie en fibre du cône de nez d'une éolienne chute dans un parc éolien.	Inconnue	Base ARIA	
Rupture de pale	21/10/2021	Auzay	85	4,2	2021	Oui	Une des neuf éoliennes du parc éolien d'Auzay, à Auchay-sur-Vendée gravement abîmée par la tempête Aurore, qui a balayé l'Ouest de la France la nuit de mercredi 20 à jeudi 21 octobre 2021. L'une de ses pâles est en effet complètement arrachée, elle pend en haut du mât, culminant à 110 mètres. Une partie gît à ses pieds.	Tempête Aurore	Ouest France	
Chute d'une pale	03/12/2021	Saint-Agnant-de-Versillat	23	2	2013	Non	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.	-	Base Aria	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute d'élément	24/12/2021	Fécamp	76	0,9	2006	Non	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. Un incident similaire a eu lieu sur cette même machine et même pale 4 ans plus tôt (ARIA 50291), en raison de la casse d'une rondelle de maintien.	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 ARIA	
Fuite d'huile	03/02/2022	Noirlieu	51	0,850	2005	Non	L'exploitant d'un parc éolien constate une fuite d'huile sur l'extérieur du mât d'une éolienne.	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 ARIA	
Fuite d'huile	10/02/2022	Oresmaux	80	2	2008	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. Les équipes du turbinier, en arrivant sur place le matin, arrêtent la turbine et appliquent un kit anti-pollution.	La fuite est due à un bouchon d'un cylindre du système d'orientation des pales dans le rotor mal serré.	Base ARIA	
Fuite d'huile	24/03/2022	Lislet	02	1,8	2009	Non	Vers 10 h, à la suite de la réception d'une alarme, un opérateur détecte des traces d'huiles sur le mât et la plateforme d'une éolienne ainsi que sur le chemin d'accès et 2 parcelles voisines.	La cause de l'événement est la rupture d'un sertissage d'un flexible dans la nacelle.	Base ARIA	
Rupture de pale	02/04/2022	Saint-Félix-Lauragais	31	2,2	2011	Non	Une pale d'éolienne s'est rompue et s'est déchiré, des éléments sont projetés aux alentours.	Tempête à l'origine de la fragilisation du mécanisme de l'éolienne.	La Dépêche	
Défaillance mécanique	03/04/2022	Omissy	02	2	2008	Non	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. En se coinçant, le marche-pied arrache des câbles d'alimentation, mettant l'éolienne à l'arrêt. Vers 14h45, l'équipe de maintenance intervient à la suite de la remontée du défaut, et constate la chute de la pièce métallique, les câbles d'alimentation arrachés et le marche-pied coincé.	Une des pièces de fixation du marche-pied s'échappe du cône et chute sur l'escalier d'accès au pied de la turbine.	Base ARIA	
Incendie	20/04/2022	Saint-Germain-mont	08	2,05	2012	Non	Rapidement, le nuage est devenu plus épais et plus noir. Et puis, ce sont des flammes qui se dégagent du moteur de l'éolienne.	Inconnue	L'Ardennais	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile	27/04/2022	Riols	34	0,9	2004	Non	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. D'après la fiche de données de sécurité, l'huile est facilement biodégradable. L'exploitant planifie un nettoyage de la tour et une évacuation de la couche superficielle souillée. L'installation est relancée le lendemain.	La fuite est due à une rupture de flexible de la multiplicatrice en nacelle.	Base ARIA	
Chute de pale	30/04/2022	Roquetaillade-et-Conilhac	11	0,85	2001	Non	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 pale a chuté à la verticale du rotor et s'est brisé au contact du sol à une distance de 4 m de la tour. Il n'y a pas eu de projections d'éléments de pale.	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 ARIA	
Fuite d'huile	29/05/2022	Assac	81	2,05	2010	Non	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 zone est balisée. Une équipe absorbe l'huile restante dans la nacelle et au pied de celle-ci. Une entreprise de dépollution des sols est mandatée pour traiter les terres polluées sur un rayon de 5 mètres.	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 entraînant le déversement de l'huile.	Base ARIA	
Incendie	05/08/2022	Pont-Melvez	22	1,3	2006	Non	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 m ² de végétation ont brûlé. Le rotor et les pales sont détruits.	Selon la gendarmerie, la cause de l'incendie se trouve dans le moteur qui a trop chauffer.	Base ARIA	
Fuite d'huile	10/08/2022	Cussy-les-Forges	89	2,5	2022	Oui	Vers 1 h, une fuite d'huile se produit dans la nacelle d'une éolienne. L'alerte est donnée par le déclenchement d'une alarme. Le bloc vérin de la pale est détaché. La machine est mise à l'arrêt. L'huile coule en pied de tour, sans atteindre le sol environnant. La turbine reste arrêtée jusqu'à la livraison des pièces. Un kit antipollution est installé par les techniciens. L'événement engendre des pertes d'exploitation.	La fuite est due un tuyau hydraulique cassé à la suite d'un problème de montage.	Base ARIA	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	22/08/2022	Coole	51	2,2	2018	Oui	En début d'après-midi, lors de travaux d'entretien, la nacelle d'une éolienne de 90 m de haut prend feu. Les 2 agents de maintenance présents dans la nacelle évacuent par l'échelle intérieure du mât. Un troisième agent au sol coupe immédiatement l'alimentation électrique de l'éolienne. Les 5 autres éoliennes du parc sont également arrêtées. La nacelle est entièrement détruite. L'exploitant doit procéder au ramassage des déchets calcinés, au sondage et à l'analyse du sol pour caractériser un éventuel impact de l'incident sur la qualité des sols.	D'après la presse, le sinistre serait dû à l'explosion du convertisseur d'électricité installé dans la nacelle.	Base ARIA	
Fuite d'huile	19/09/2022	Les Touches	44	2,5	2015	Oui	Vers 12 h, au cours d'une opération de maintenance programmée, les techniciens d'un parc éolien constate une traînée d'huile sur le mât d'une éolienne. 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). L'éolienne est arrêtée. 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.	Flexible défaillant	Base Aria	
Incendie	09/01/2023	Petit Caux	76	2,5	2006	Non	Un incendie s'est déclaré sur une éolienne à Petit-Caux, entre Dieppe et Eu, lundi après-midi, nécessitant le déploiement d'une trentaine de pompiers.	Inconnue	Paris Normandie	
Incendie	25/01/2023	Tigny-Noyelle	62	2,3	2016	Oui	L'incendie a pris alors que des techniciens de maintenance étaient sur place. Constatant un dégagement de fumées dans un boîtier électrique de 20 000 volts, ils ont immédiatement appelé les secours. Les dégâts se limitent au boîtier en question, au deuxième niveau de l'éolienne. Cette dernière a été arrêté en attendant les réparations.	Surchauffe	La Voix du Nord	-
Incendie	09/03/2023	Espinassière	85	2	2004	Non	Les pompiers ont surveillé l'incendie, mais ne sont pas intervenus au sommet de l'éolienne. « C'est trop dangereux de monter au sommet pour l'éteindre. Monter, c'est faire prendre un risque aux pompiers. Le feu s'éteindra tout seul, c'est de l'huile qui brûle ». Le feu s'est ensuite propagé à une pale de l'engin qui fait partie d'un champ de plusieurs éoliennes sur le lieu-dit La Morlière.	L'origine du feu n'est pas déterminée. Au vu de la météo, le feu pourrait avoir un lien avec le vent : l'éolienne tournant trop vite, une étincelle a pu se former.	France 3 régions	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	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 par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	20/03/2023	Châtenay	28	2	2008	Non	Un incendie a 80 mètres de haut. Le sommet d'une éolienne a pris feu, ce lundi matin, dans un parc d'éoliennes situé à Châtenay en Eure-et-Loir. Vers 7h15, les flammes ont commencé à se déclarer sur une pale.	Inconnue	La Dépêche	
Maintenance	02/04/2023	Derval – Lusanger	44	3	2007	Non	Deux techniciens de maintenance ont été électrisés, ils intervenaient tous les deux sur une éolienne en panne et étaient venus la remettre en route. Un des deux techniciens a été brûlé au visage et aux mains. Les deux ont été transportés à l'hôpital. Selon les gendarmes, leurs jours ne sont pas en danger.	Inconnue	France Bleu	-
Rupture de pale	10/05/2023	Berceronne	86	3,4	2022	Oui	Deux promeneurs ont entendu deux « boums » successifs et ont constaté qu'une des pales de la première éolienne était cassée mais non détachée.			

XII.3 Annexe 3 – Scénarii génériques issus de l’analyse préliminaire des risques

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

Le tableau générique issu de l’analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie 8.4. de la trame type de l’étude de dangers. Il peut être considéré comme représentatif des scénarii d’accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes et pourra par conséquent être repris à l’identique dans les études de dangers.

La numérotation des scénarii ci-dessous reprend celle utilisée dans le tableau de l’analyse préliminaire des risques, avec un regroupement des scénarii 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 scénarii 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).

XII.3.1 Scénarii relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)

Scénario G01

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

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

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

Note : Si les enjeux principaux étaient principalement humains, il conviendrait d’évoquer les enjeux matériels, avec la présence éventuelle d’éléments internes au parc éolien (poste de livraisons, sous-stations), ou extérieurs sous le surplomb de la machine.

Scénario G02

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

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

XII.3.2 Scénarii relatifs aux risques d’incendie (I01 à I07)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

XII.3.3 Scénarii 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 ..., il peut y avoir une fuite d'huile ou de graisse ... alors que l'éolienne est en fonctionnement. Les produits peuvent alors s'écouler hors de la nacelle, couler le long du mât et s'infiltrer dans le sol environnant l'éolienne.

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

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances
- Procédure de gestion des situations d'urgence
- Deux événements peuvent être aggravants :

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.

XII.3.4 Scénarii relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)

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

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

XII.3.5 Scénarii relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)

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

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

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

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

Scénarii 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.

XII.3.6 Scénarii relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E1 à E3)

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, ...

XII.4 Annexe 4 – Probabilité d’atteinte et Risque individuel

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

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

$$\text{Paccident} = \text{PERC} \times \text{Porientation} \times \text{Protation} \times \text{Patteinte} \times \text{Pprésence}$$

PERC : probabilité que l’événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

Porientation : 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)

Protation : probabilité que l’éolienne soit en rotation au moment où l’événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)

Patteinte : 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)

Pprésence : probabilité de présence d’un enjeu donné au point d’impact sachant que l’élément est projeté en ce point donné

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

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

Tableau 54 : Les probabilités d’atteinte en fonction d’événement redouté

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

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

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

XII.5 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 mis à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Potentiel de dangers (ou « source de dangers », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de dangers ») : 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 dangers » 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 dangers (ou potentiel de dangers), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.

Réduction des dangers: la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation
La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».

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

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

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

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

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

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

Survitesse : Vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.
Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent guide sont listés et explicités ci-dessous :

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

SER : Syndicat des Énergies Renouvelables

FEE : France Énergie Éolienne

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

EDD : Etude de dangers

APR : Analyse Préliminaire des Risques

ERP : Etablissement Recevant du Public

XII.6 Annexe 6 – Bibliographie et références utilisées

L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011

NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006

Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum

Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24

Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005

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

Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006

Oméga 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005

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

Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation

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

Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne

Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation

Alpine test site Gütsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al.

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

Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004

Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003

Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005