



IEL EXPLOITATION 5

Dossier de demande d'autorisation environnementale

PARTIE 5 : Pièce jointe n°49-B



RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS DU PROJET EOLIEN DE GWILER-KERNE

COMMUNE DE GUILER-SUR-GOYEN (29710)

Département (29)





Fiche signalétique du dossier

Client / Porteur du projet	
Raison sociale :	IEL Exploitation 5
Adresse du siège social :	41 Ter Boulevard Carnot - 22000 Saint-Brieuc
Représentant :	Ronan MOALIC Directeur Général et vice-président

Projet		
Nom du projet :	projet de parc éolien	
Localisation du site :	Guiler-sur-Goyen - 29710 Guiler-sur-Goyen	
Interlocuteur (s) en charge du suivi du dossier :	Annaïg TREDAN Erven FOLLEZOU	Chargée de projets Chargé d'études

Document		
Référence :	R21064	
Titre du rapport :	Dossier de demande d'autorisation environnementale Pièce jointe n°49-B - Résumé Non Technique de l'Étude de dangers	
Numéro de version	Date	Nature des modifications
c	21/07/2022	Version finale
b	14/06/2022	Version relecture
a	23/05/2022	Version initiale

Bureau d'études		
Rédactrice :	Charlotte HAMEL VALON	Chargée d'études environnement - SIG
Approbateur :	Sylvain GRIAUD	Responsable projet

Présentation des intervenants

Demandeur	
	IEL Exploitation 5 41 Ter Boulevard Carnot 22000 SAINT-BRIEUC
Approbateur	Florent EPIARD Chargé de projet

Auteurs /Contributeurs	Domaine d'intervention	Société	Adresse
Sylvain GRIAUD <i>Directeur et responsable de projet</i>	Rédaction de l'Etude de dangers et de son résumé non technique	NEODYME Breizh	16 quai Armez 22000 SAINT-BRIEUC
Charlotte HAMEL VALON <i>Chargée d'études environnement - SIG</i>			
Florent EPIARD Chargé de projet – approbateur	Fourniture des données spécifiques à l'Etude de dangers	IEL Développement 	41 Ter Boulevard Carnot 22000 SAINT-BRIEUC
Erven FOLLEZOU <i>Chargé d'études</i>			



Sommaire

Contexte de la demande	5
Présentation du dossier – Pièces constitutives du dossier de demande	5
Introduction	6
Présentation de l'installation	6
Identification des enjeux du site d'implantation	8
Enjeux humains.....	8
Enjeux matériels	8
Synthèse des enjeux	8
Caractéristiques de l'installation	9
Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	9
Eléments constitutifs d'un aérogénérateur	9
Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur.....	11
Emprise au sol.....	11
Chemins d'accès	11
Autres installations	11
Identification des potentiels de dangers de l'installation	12
Potentiels de dangers liés aux produits.....	12
Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	12
Réduction des potentiels de dangers à la source	12
<i>Choix de l'emplacement des installations</i>	12
<i>Choix des caractéristiques des éoliennes</i>	12
<i>Utilisation des meilleures techniques disponibles</i>	12
Analyse des retours d'expérience	13
Analyse de l'évolution des accidents en France	13
Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents.....	13
Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques.....	13
Recensement des agressions externes potentielles.....	13
Effets dominos.....	15
Mise en place des fonctions de sécurité.....	15
Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	16
Etude détaillée des risques.....	17
Synthèse de l'étude détaillée des risques	18
Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	18
Synthèse de l'analyse de l'accessibilité des risques	18
Cartographie des risques	18
Conclusion	21



Contexte de la demande

Dans un contexte réglementaire favorable aux sources d'énergies renouvelables, la société IEL Exploitation 5, projette l'implantation d'un parc éolien permettant la production d'électricité à partir de l'énergie du vent, électricité destinée à être réinjectée sur le réseau public de distribution.

Le site d'étude du projet éolien est localisé à l'Ouest du Finistère (29). La zone d'étude de dangers est située au Sud-Ouest des limites communales, à l'interface des limites communales de Plozévet et Mahalon.

La commune de Guiler-sur-Goyen est desservie par la D784 (Sud de la commune) reliant Plozévet à Landudec, puis par la D 243 vers Guiler-sur-Goyen (Est de la commune).

A noter la présence du parc éolien de Kérigaret, à l'Ouest de la zone d'étude de dangers, situé sur les communes de Mahalon, Plozévet et Guiler-sur-Goyen pour un total de 8 éoliennes d'une puissance unitaire de 1,5 MW.

Le projet consiste en une implantation de 2 éoliennes. Au stade de la rédaction de la présente étude, le modèle de l'éolienne n'est pas arrêté : aussi, trois modèles ont été pré-sélectionnés, repris dans le tableau ci-dessous.

Dans le cadre de l'étude de dangers, les données machines les plus fortes ont été considérées dans l'analyse des risques de l'Etude de Dangers pour le parc éolien de Gwiler-Kerne.

Présentation des gabarits envisagés (IEL Exploitation 5)

	Marque	Diamètre de rotor max (en m)	Hauteur au moyeu (en m)	Hauteur en bout de pale max (en m)	Diamètre du mât (en m)	Largeur de la pale max (en m)	Puissance éolienne (MW)
Gabarit 1	Nordex	117	91	149,5	4,3	3,46	3,6
Gabarit 2	Vestas	100	100	150	3,9	3,93	2,2
Gabarit 3	Enercon	115	92	149,9	5,45	3,6	4,2

Ainsi, le projet se composerait de 2 éoliennes d'une puissance unitaire maximale de 4,2 MW répondant aux caractéristiques techniques « fictives » suivantes :

Présentation du gabarit considéré dans l'Etude de dangers

Modèle machine	Hauteur de moyeu (H)	Hauteur totale en bout de pale (H2)	Diamètre de rotor (D)	Longueur de pale (R)	Largeur de mât (L)	Largeur de base de la pale (LB)
Gabarit « EDD »	100	150	117	57,6	5,45	3,93

Conformément à l'article R.511-9 du Code de l'environnement. Les parcs éoliens sont soumis à la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées :

N° Rubrique	Désignation de la rubrique	Projet	Régime
2980-1	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs Comprenant au moins un aérogénérateur dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 50 m	2 éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle est supérieure à 50 m	A

Présentation du dossier – Pièces constitutives du dossier de demande

Les pièces constitutives du présent dossier de demande, aujourd'hui nommé en pièces jointes au sein du CERFA n°15964*02 de la Demande d'Autorisation Environnementale (DAE) et sont listées ci-dessous :

Pièces indépendantes	Pièces jointes du CERFA n°15964*02
Note de Présentation Non Technique du projet	PJ-n°7
Etude d'impact environnementale Et son Résumé Non Technique	PJ n°4 Et PJ-n°4-B
Annexe 1 : Etude d'expertise écologique (incluant les études pédologiques)	
Annexe 2 : Etude d'expertise acoustique	
Annexe 3 : Etude d'expertise volet Paysage et Patrimoine incluant le carnet de photomontage	
Annexe 4 : Etude pédologique	PJ n°49
Etude de dangers	
Et son Résumé Non Technique	PJ-n°49-B

Les informations contenues dans ce dossier sont résumées de manière « non technique » au travers du présent document à l'attention du grand public et compose le « résumé non technique de l'étude de dangers » conformément au I. de l'article D. 181-15-2 du Code de l'Environnement.



Introduction

Selon l'article L. 512-1 du Code de l'environnement, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation. Les impacts de l'installation sur ces intérêts en fonctionnement normal sont traités dans l'étude d'impact sur l'environnement.

La démarche de l'étude consiste en une identification des dangers, des enjeux vulnérables et des conséquences éventuelles d'accidents. L'ajout systématique de mesures de prévention et/ou de protection doit permettre de diminuer le niveau de risque à un niveau acceptable.

Cette étude se base sur le guide technique version de mai 2012, qui a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'INERIS et de professionnels du Syndicat des énergies renouvelables. Dans la suite de l'étude, ce guide sera appelé « *guide technique* ».

Présentation de l'installation

La zone d'étude de dangers (périmètre de 500m autour des éoliennes) se situe sur les communes suivantes :

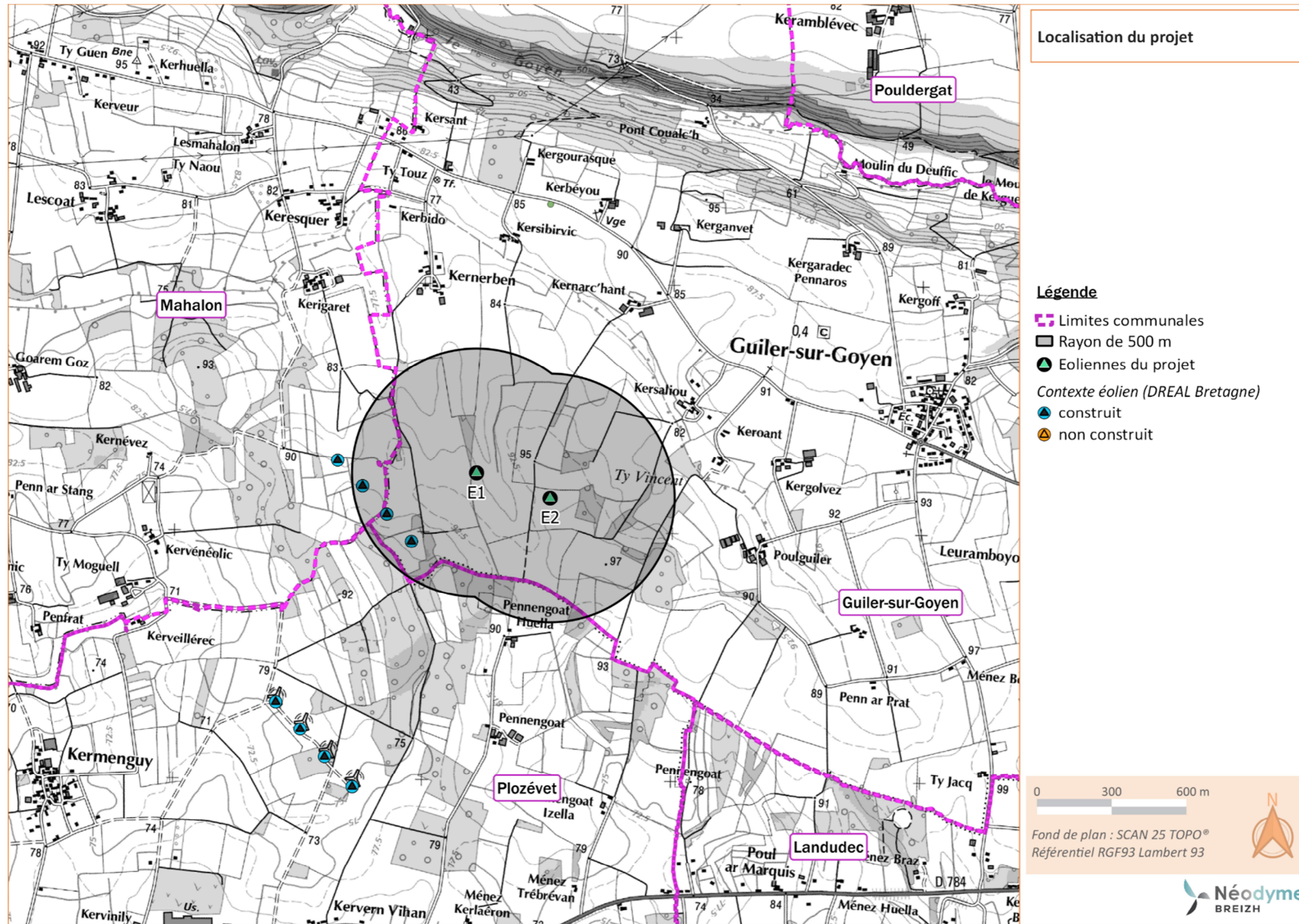
- Guiler-sur-Goyen
- Mahalon
- Plozévet

Le projet consiste en une implantation de 2 éoliennes d'une hauteur en bout de pale d'environ 150 m (hauteur du moyeu à 100 m, diamètre du rotor de 117 m) sur la commune de Guiler-sur-Goyen. Leur puissance unitaire d'environ 4,2 MW (scénario maximisant) confèrera au parc une puissance totale installée maximale d'environ 8,4 MW. Le turbinier n'est pas encore sélectionné, comme explicité précédemment : c'est bien un gabarit fictif qui est donc considéré ici, ainsi que les valeurs citées précédemment.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de livraison :

Numéro de l'éolienne	E1	E2	Poste de livraison
Longitude (X) en L93	150 293	150 589	150 591
Latitude (Y) en L93	6 793 744	6 793 642	6 794 825
Longitude en WGS84	4°22'59.7072" O	4°22'45.0185" O	4°22'50.2532" O
Latitude en WGS84	48°0'45.0185" N	48°0'43.0204" N	48°1'21.1843" N
Longitude en Lambert II E	99 211,44	99 508,46	99 500,99
Latitude en Lambert II E	2 356 238,46	2 356 138,83	2 357 322,66

La carte suivante localise le projet de Gwiler-Kerne.





Identification des enjeux du site d'implantation

ENJEUX HUMAINS

La commune de Guiler-sur-Goyen est soumise au Règlement National d'Urbanisme (RNU).

La zone d'implantation potentielle a été définie à 500 mètres des lieux-dits habités.

Les habitations ou hameaux les plus proches du projet du parc éolien sont : Pennengoat Huella soit à 550 m au Sud de E1, et à 642 m au Sud de E2. Le bourg le plus proche est celui de Guiler-sur-Goyen, à environ 1,5 km de E2.

La zone projetée pour l'implantation du parc éolien est une zone agricole exploitée.

Aucune voie structurante n'est à recenser sur la zone d'étude de dangers. Seule des voies communales traversent le site d'étude (chemins communaux, chemins privés et routes agricoles, principalement empruntés par des riverains et exploitants agricoles). La route départementale la plus proche est la D 243 située à 871 m au Nord de E2.

ENJEUX MATERIELS

De par le trafic journalier des voies de communication routière présentes dans la zone d'étude de dangers, aucune voie n'est considérée comme structurante.

Aucune infrastructure ferroviaire n'est présente dans l'aire d'étude, la voie la plus proche se trouvant à plus de 22 km du parc éolien. De même, aucune infrastructure fluviale n'est à recenser. Aucun aéroport ou aérodrome n'est présent dans un rayon de 14,5 km autour du parc éolien.

Aucune servitude ni contrainte majeure ne sont applicables au projet.

L'Etablissement Recevant du Public le plus proche est l'Eglise paroissiale de Saint-Justin de la commune de Guiler-sur-Goyen, situé à 1,6 km de E2.

Le périmètre de captage éloigné le plus proche est situé à 300 m de la zone d'étude de dangers.

Au-delà de ce captage, il n'existe aucun périmètre de transport d'hydrocarbures, canalisations de gaz ou autre ouvrage public à proximité ou dans la zone d'étude de dangers.

Les ICPE recensées dans l'environnement immédiat du projet sont essentiellement des élevages porcins. Le site le plus proche est situé à 936 m à l'est de E2.

Des petits espaces boisés de faible surface sont recensés au Sud du projet éolien de Guiler-sur-Goyen : environ 1,7 km au Sud de E2. Au regard des distances d'éloignement et des surfaces des espaces boisés, le risque de feu de forêt ne semble pas apporter une sensibilité notable au projet de parc éolien.

SYNTHESE DES ENJEUX

Ci-dessous un tableau de synthèse des différentes structures qui seront prises en compte dans l'étude détaillée des risques, et les enjeux humains associés (méthode de comptage du nombre de personnes potentielles exposées) :

Typologie	Structures concernées dans l'aire d'étude	Méthode de comptage
Terrains non bâtis	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : forêts, surfaces agricoles	1 personne / 100 ha
	Terrains aménagés mais peu fréquentés : chemins, surfaces en eau	1 personne / 10 ha
Voies de circulation	Liaisons locales et chemins	1 personne / 10 ha
Zones d'activité	Aucun bâtiment recensé	Entre 1 et 3 personnes par bâtiment
Voies ferroviaires	Non concerné	
Voies navigables		
Chemins et voies piétonnes		
Logements		
ERP		



Caractéristiques de l'installation

CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

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

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

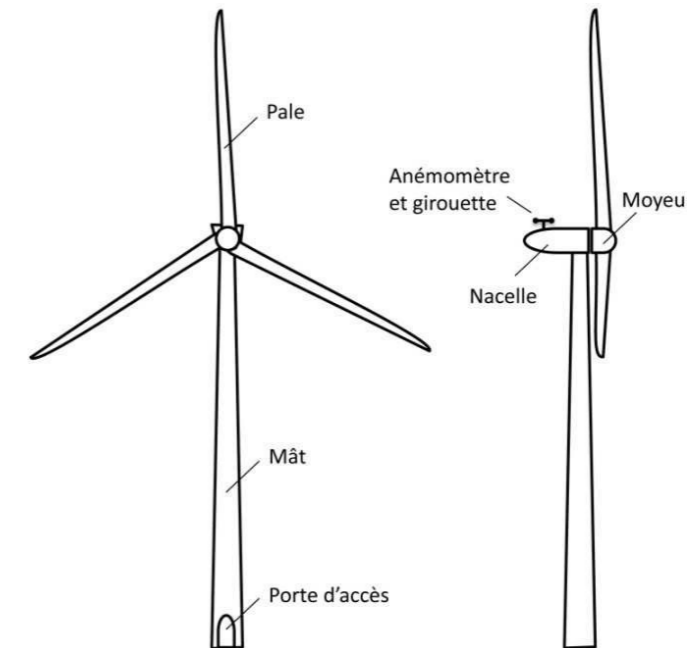
ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN AEROGENERATEUR

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 tronçons en acier ou d'anneaux de béton. Certains mâts peuvent d'être hybrides à savoir l'association de sections d'acier et d'anneaux béton. 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.



Pour le parc éolien de Gwiler-Kerne, trois modèles sont envisagés, en retenant les caractéristiques les plus majorantes pour la réalisation de l'étude de dangers. Le choix définitif sera fait ultérieurement par le porteur de projet. Ce modèle sera le plus adapté aux conditions du site, et assurera une performance optimale dans le respect des enjeux humains et matériels.

Ci-dessous un tableau récapitulatif des éléments constituant un aérogénérateur et les caractéristiques du modèle retenu :



Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Entre 2.5 et 3.5 mètres d'épaisseur pour un diamètre de l'ordre de 15 à 20 mètres
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Hauteur au moyeu entre 91 et 100 m
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	Longueur : entre 10,45 et 15,4 m Largeur : entre 3,6 et 5 m Hauteur : entre 3,45 et 4 m Volume : entre 130 m ³ et 270 m ³
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	3 pales de longueur unitaire entre 49 et 57,6 m Surface balayée : entre 7 850 m ² et 10 715 m ² Poids unitaire : entre 7,7 t et 16,9 t Matériau : fibre de verre renforcée avec époxy et fibre de carbone
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Le transformateur permet d'élever la tension de 660V à 20kV
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Emprise au sol d'environ 25 m ²
Câbles souterrains	Acheminer le courant électrique vers le poste de livraison puis vers le réseau Enedis	Section de 95mm ² à 200mm ²



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR

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

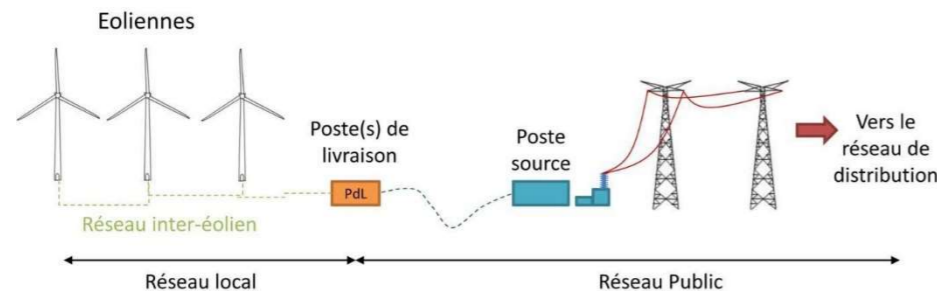
Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse aux engrenages du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

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

Pour un aérogénérateur de 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne. L'électricité produite est alors amenée à un poste de livraison électrique puis injectée dans le réseau électrique public.

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

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

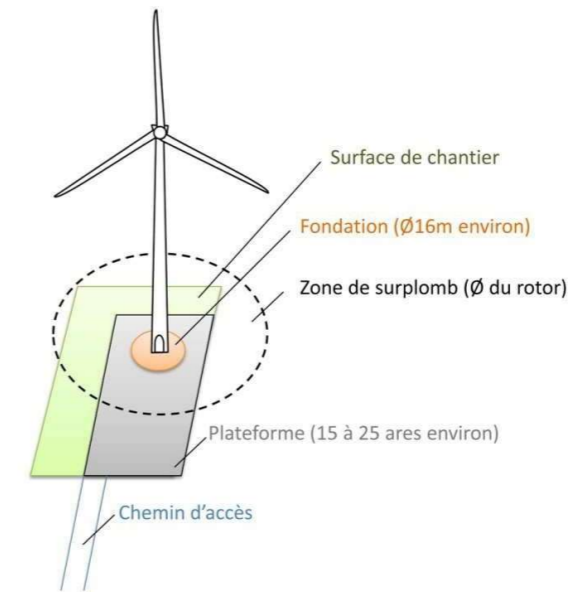


EMPRISE AU SOL

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

- La surface de chantier est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
- La fondation de l'éolienne est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.
- La zone de surplomb ou de survol correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât.

- La plateforme correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.



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

CHEMINS D'ACCES

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

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

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

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

AUTRES INSTALLATIONS

Aucune autre installation (parkings d'accès, aire d'accueil pour informer le public...) n'est prévue pour ce projet.



Identification des potentiels de dangers de l'installation

Ce chapitre de l'étude de dangers a pour objectif de mettre en évidence les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc. L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle, seront traitées dans l'analyse de risques.

POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

Toutefois, comme dans tout parc éolien, des produits seront utilisés pour le bon fonctionnement des installations, leur maintenance et leur entretien. Il s'agit notamment de :

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

La nature de ces produits ainsi que leur volume limité rendent le potentiel de danger négligeable, d'autant plus que des mesures sont prévues en cas de pollution et d'incendie (Cf. Fonctions de sécurité N°7 « *Protection et intervention incendie* » et N°8 « *Prévention et rétention des fuites* »). Il est de plus rappelé que, conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou les postes de livraison.

POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Gwiler-Kerne sont de cinq types :

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

REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

Choix de l'emplacement des installations

L'emplacement des installations a été défini selon plusieurs critères techniques, notamment de distances aux habitations, et en cohérence avec l'environnement du site compte tenu des infrastructures (présence seule de chemins communaux / d'exploitation). Au regard de l'orientation et de la taille de la zone d'implantation,

l'emplacement des installations a été optimisé afin de s'éloigner suffisamment des habitations et zones destinées à l'habitation.

Choix des caractéristiques des éoliennes

Le choix des aérogénérateurs s'est porté sur des éoliennes de hauteur de mât maximale de 150 m pour un rotor d'un diamètre maximal de 117 m, qui sont adaptées aux caractéristiques de vents locaux et permettent une bonne intégration sur le territoire.

Utilisation des meilleures techniques disponibles

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

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

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



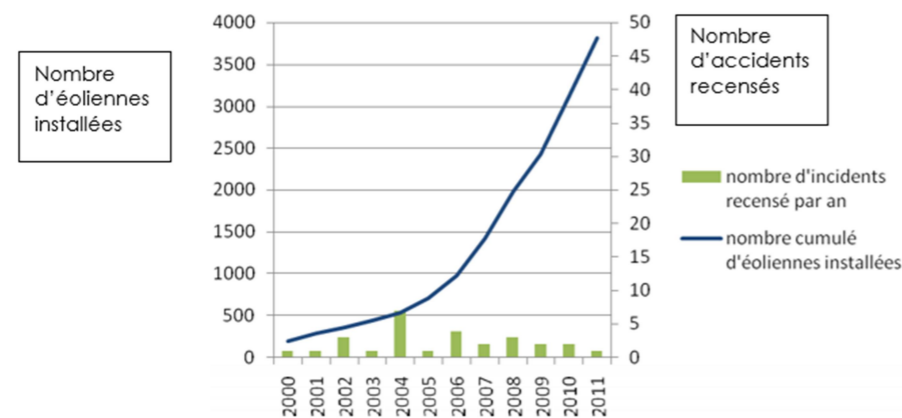
Analyse des retours d'expérience

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrées tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. L'analyse du retour d'expérience permet ainsi de dégager de grandes tendances, mais à une échelle détaillée, elle comporte de nombreuses incertitudes.

ANALYSE DE L'EVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

A partir de l'ensemble des phénomènes dangereux qui ont été recensés, il est possible d'étudier leur évolution en fonction du nombre d'éoliennes installées. La figure ci-dessous montre cette évolution et il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées. Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'incidents par an reste relativement constant.

Cette tendance s'explique principalement par un parc éolien français assez récent, qui utilise majoritairement des éoliennes de nouvelle génération, équipées de technologies plus fiables et plus sûres. On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, la puissance installée ayant été multipliée par 18, alors que sur la même période le nombre d'accident n'a augmenté que dans une moindre mesure comme en témoigne le graphique ci-dessous :



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

ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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

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

RECENSEMENT DES EVENEMENTS 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 suraccident 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.

RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

Deux types d'agressions externes sont traditionnellement identifiés :

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

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions identifiées dans le cadre du projet de Guiler-sur-Goyen.



Infrastructure	Fonction	Evénement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes	
					E1	E2
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	NA	Chemin de Kernarhant situé à 66 m à l'Ouest Chemin de Kersaliou Sud situé à 175 m au Sud-Est
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2 000 m	NA	NA
Ligne HTA	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	NA	NA
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Parc éolien de Kérigaret : - E2 : 460 m - E3 : 397 m - E4 : 381 m	NA



Les agressions externes liées à des phénomènes naturels :

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Dernier épisode de vent violent recensé : Mars 2017 : Rafales record dépassant les 190 km/h (Camaret-sur-Mer et Ouessant), autour des 130 km/h à Quimper et Brest.
Foudre	Respecte la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)
Glissement de sols/ affaissement miniers	Zone non concernée par ce risque

EFFETS DOMINOS

Lors d'un accident majeur sur une éolienne, une possibilité est que les effets de cet accident endommagent d'autres installations. Ces dommages peuvent conduire à un autre accident. Par exemple, la projection de pale impactant les canalisations d'une usine à proximité peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses. Ce phénomène est appelé « effet domino ». Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est proposé de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres.

Aucune installation ICPE n'est présente à proximité (rayon de 100 m) du site d'étude du projet éolien de Guiler-sur-Goyen.

C'est la raison pour laquelle, il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

MISE EN PLACE DES FONCTIONS DE SECURITE

Dans le cadre de l'Etude de Dangers, les fonctions de sécurité identifiées et mises en œuvre sur les éoliennes du projet sont détaillées. Ces dernières permettent de réduire les risques potentiels sur l'installation :

- Fonction de sécurité n°1 : Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace ;
- Fonction de sécurité n°2 : Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace ;
- Fonction de sécurité n°3 : Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques ;
- Fonction de sécurité n°4 : Prévenir la survitesse ;
- Fonction de sécurité n°5 : Prévenir les courts-circuits ;
- Fonction de sécurité n°6 : Prévenir les effets de la foudre ;
- Fonction de sécurité n°7 : Protection et intervention incendie ;
- Fonction de sécurité n°8 : Prévention et rétention des fuites ;
- Fonction de sécurité n°9 : Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) ;
- Fonction de sécurité n°10 : Prévenir les erreurs de maintenance ;
- Fonction de sécurité n°11 : Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort ;
- Fonction de sécurité n°12 : Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques.



Conclusion de l'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 :

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

- Projection de tout ou une partie de pale ;
- Effondrement de l'éolienne ;
- Chute d'éléments de l'éolienne ;
- Chute de glace ;
- Projection de glace.

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

Quelques petits milieux forestiers sont recensés aux abords des éoliennes, cependant, étants de petite taille et relativement distants, le risque de feu de forêt sera écarté dans l'analyse des risques d'incendie.

Pour le scénario suivant : « Effondrement de l'éolienne, chute ou projection d'élément de l'éolienne sur un poste de livraison », le site du projet éolien n'est pas concerné, dans la mesure où le poste de livraison se trouve à plus d'un km de l'éolienne E1 (soit l'éolienne la plus proche du poste de livraison).

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	<p>En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât, les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.</p> <p>Néanmoins, il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.</p> <p>Quelques petits milieux forestiers sont recensés aux abords des éoliennes, cependant, étants de petite taille et relativement distants, le risque de feu de forêt sera écarté dans l'analyse des risques d'incendie.</p>
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	<p>En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200).</p> <p>Notons que le poste de livraison est situé à plus d'un kilomètre de E1, écartant ce point dans l'analyse des risques des chutes et projection.</p>
Chute et projection de glace	<p>Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul.</p> <p>Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.</p>
Infiltration d'huile dans le sol	<p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.</p> <p>Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.</p>



ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

- La 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.
- L'intensité : ce paramètre traduit l'ampleur du risque au sein de la zone concernée, pour l'éolien il s'agit du rapport entre la surface de la zone d'impact (c'est-à-dire la surface de la zone touchée en cas de chute ou projection d'un élément) et la surface de la zone d'effet (c'est-à-dire la surface totale de la zone potentiellement concernée par le risque). Suivant ce degré d'exposition, l'intensité est considérée comme modéré (<1%), forte (entre 1 à 5%) ou très forte (>5%).
- La gravité : les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet et de l'intensité définie précédemment. Ces calculs et seuils s'appuient sur des grilles définies par la circulaire du 10 mai 2010 qui fixe le nombre de personne permanentes par type de milieu concerné.
- La probabilité : elle définit la possibilité de survenue de l'accident. 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 et des définitions qualitatives de l'arrêté du 29 Septembre 2005.

Le tableau ci-dessous résume les différents niveaux de probabilité utilisés :

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

- L'acceptabilité : pour chaque scénario est associée une classe de probabilité qui permettra de définir l'acceptabilité des installations quant à l'exposition aux personnes et la gravité de chaque phénomène retenu comme danger potentiel. La matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 sera utilisée :

Gravité	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	Green	acceptable
Risque faible	Yellow	acceptable
Risque important	Red	non acceptable



Synthèse de l'étude détaillée des risques

TABLEAUX DE SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES

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

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale, soit 150 m	Rapide	Exposition forte	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieux pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol, soit 58,5 m	Rapide	Exposition modérée	A sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Sérieux pour toutes les éoliennes
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol, soit 58,5 m	Rapide	Exposition forte	C	Sérieux pour toutes les éoliennes
Projection de pales ou de fragments de pales	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition forte	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieux pour toutes les éoliennes
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne, soit 331,5 m	Rapide	Exposition modérée	B sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Sérieux pour toutes les éoliennes

SYNTHESE DE L'ANALYSE DE L'ACCESSIBILITE DES RISQUES

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

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

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

Légende de la matrice :

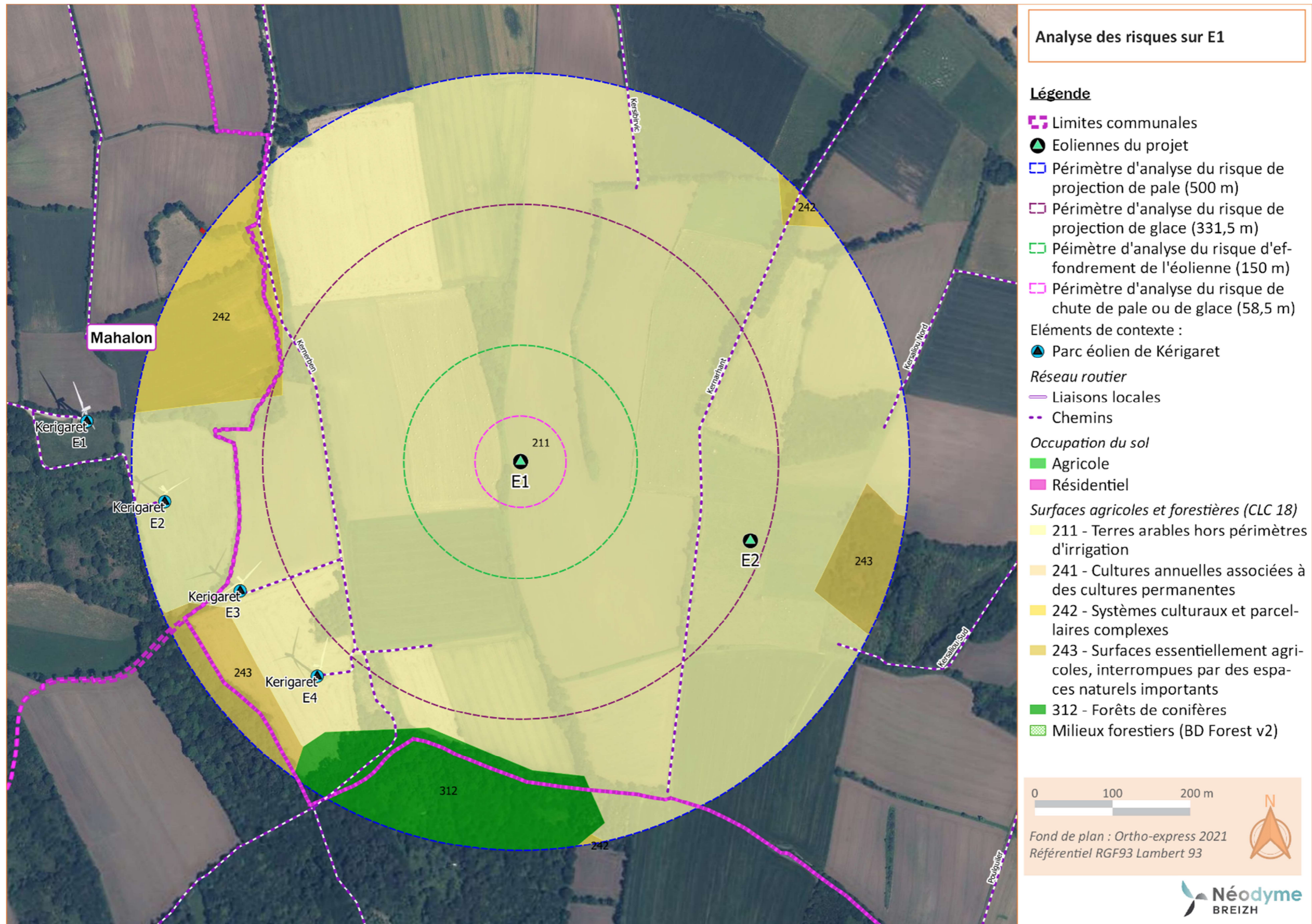
Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	Vert	acceptable
Risque faible	Orange	acceptable
Risque important	Rouge	non acceptable

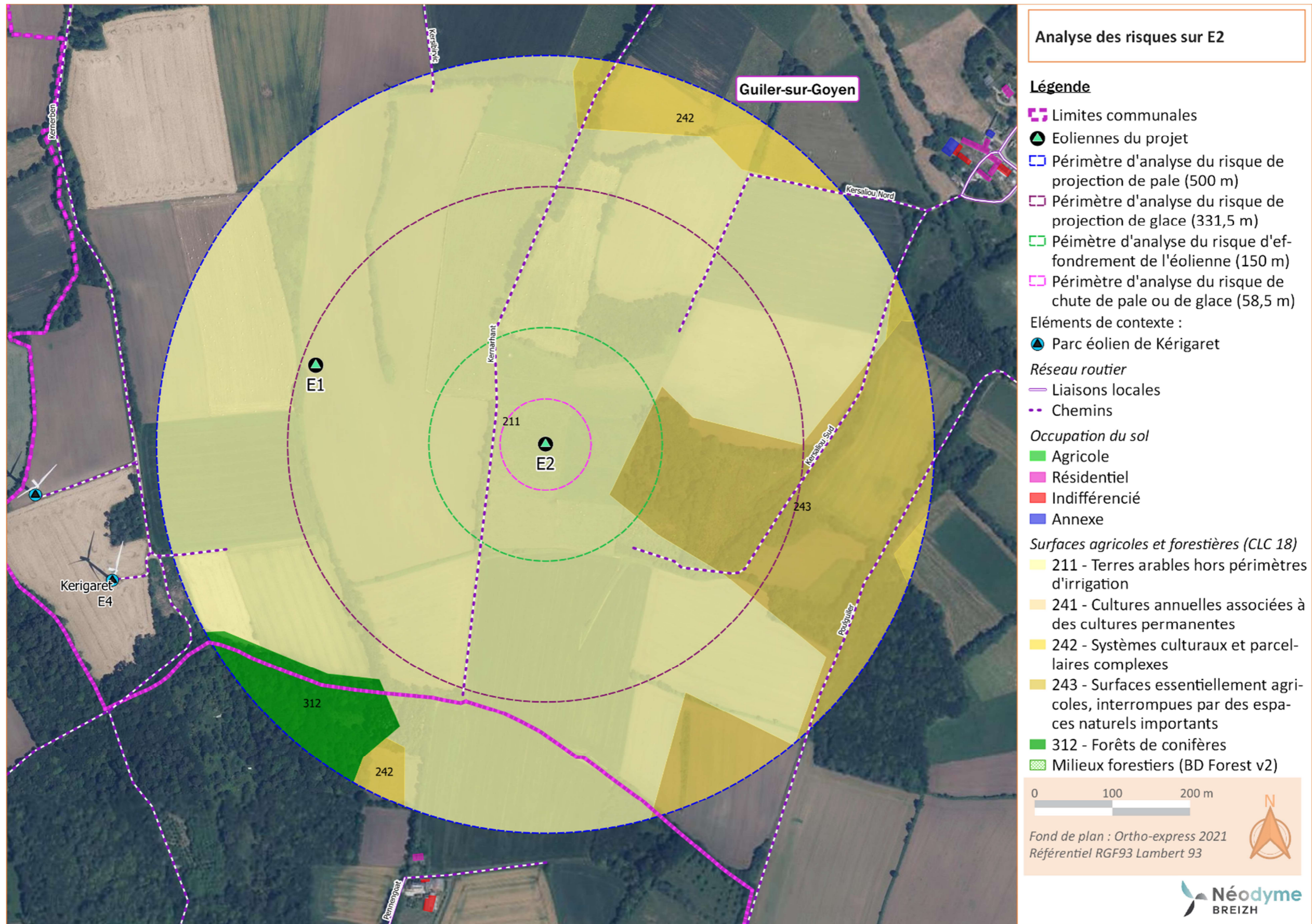
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'est recensé comme inacceptable au terme de l'analyse des risques ;
- aucun accident n'est recensé comme inacceptable au terme de l'analyse des risques, mais certains possèdent un risque faible. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 de l'EDD sont mises en place.

CARTOGRAPHIE DES RISQUES

La cartographie des risques a été réalisée. Elle indique les différents périmètres de risques ainsi que les enjeux vulnérables identifiés. La carte des risques pour chaque éolienne est présentée ci-après.







Conclusion

L'étude de dangers du parc éolien de Gwiler-Kerne s'est attachée à recenser les diverses infrastructures et activités présentes dans l'environnement des éoliennes sur le site, et à prendre compte de l'ensemble des démarches réalisées pour concevoir le projet, analyser les dangers inhérents et présenter les mesures de sécurité prises.

D'un point de vue global, le parc éolien de Gwiler-Kerne affiche un environnement principalement agricole dont le choix technique (potentiel vent, distances aux habitations, servitudes, etc.) apparaît comme adéquat pour le développement éolien. Ainsi, les différentes activités et infrastructures présentes dans la zone d'étude des 500 mètres autour des installations éoliennes, ont fait l'objet d'une attention particulière afin de déterminer le niveau de risque pour chaque installation. La surface d'agriculture, les fréquentations des routes et chemins agricoles, de même que les bâtiments agricoles, ont été répertoriés et comptabilisés pour permettre d'affiner l'intensité et la gravité par type d'accident, développées dans l'analyse des risques.

Par ailleurs, l'étude des accidents ayant eu lieu en Europe et dans le monde indique que les probabilités d'accidents liés au fonctionnement d'un parc éolien sont très faibles et qu'ils prennent leur origine le plus souvent dans des défauts de conception de fondations, des modifications du modèle initial du constructeur, ou une mauvaise utilisation du système de sécurité visant à éviter la survitesse de rotation du rotor. Les accidents sont de plus souvent liés à des conditions climatiques particulières.

De plus, après analyse détaillée des risques selon la méthodologie de la circulaire du 10 mai 2010, il apparaît qu'aucun scénario étudié ne ressort comme inacceptable.

Aussi, l'exploitant a mis en œuvre des mesures adaptées pour maîtriser les risques :

- l'implantation permet d'assurer un éloignement suffisant des zones fréquentées,
- l'exploitant respecte les prescriptions générales de l'arrêté du 26 août 2011,
- les systèmes de sécurité des aérogénérateurs sont adaptés aux risques.

Les systèmes de sécurité des aérogénérateurs seront maintenus dans le temps et testés régulièrement en conformité avec la section 4 de l'arrêté du 26 août 2011.

La conception du parc éolien s'appuie sur un ensemble de mesures préventives afin de prévenir tous les risques potentiels. Ces mesures s'appliquent en amont du projet en choisissant d'installer des éoliennes neuves et de se conformer à toutes les exigences du constructeur, garantissant un niveau très élevé de sûreté. La phase de chantier intègre également un ensemble de procédures qui visent à réaliser les travaux conformément aux plans établis, à relever toute défaillance, à assurer la sécurité des personnes et des tiers sur le chantier.

Comme prévu par la loi, le maître d'ouvrage nommera un coordinateur de sécurité qui rédigera un plan de coordination lors de la phase de planification des travaux. Ce plan prévoira la mise en place de l'ensemble des infrastructures liées à la sécurité, à la santé et à l'hygiène du personnel. Sa réalisation sera le fruit d'une collaboration entre l'ensemble des intervenants du chantier.

L'accès au chantier sera interdit au public et une signalisation correspondante sera convenue et mise en œuvre.

La mise en place des mesures préventives doit éviter que des accidents se produisent sur le parc. Les maintenances préventives, organisées en moyenne à intervalles de 6 mois, permettent de maintenir un état de fonctionnement correct des éoliennes et de détecter d'éventuels défauts ou usures prématurées. Ces interventions, ainsi que les maintenances correctives, sont encadrées par un plan de prévention des risques.

Enfin, le centre de conduite et d'exploitation du turbinier permet de procéder à des manœuvres télécommandées en cas d'accident, grâce aux outils de surveillance à distance et en temps réel (SCADA, alarmes, caméras, ...) afin de renforcer la sûreté des installations pendant leur exploitation.

Le parc éolien de Gwiler-Kerne permet donc 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 actuelles.



IEL EXPLOITATION 5

Dossier de demande d'autorisation environnementale

PARTIE 5 : Pièce jointe n°49



ETUDE DE DANGERS DU PROJET EOLIEN DE GWILER-KERNE

COMMUNE DE GUILER-SUR-GOYEN (29710)

Département (29)





Fiche signalétique du dossier

Client / Porteur du projet	
Raison sociale :	IEL Exploitation 5
Adresse du siège social :	41 Ter Boulevard Carnot - 22000 Saint-Brieuc
Représentant :	Ronan MOALIC Directeur Général et vice-président

Projet		
Nom du projet :	projet de parc éolien	
Localisation du site :	Guiler-sur-Goyen - 29710 Guiler-sur-Goyen	
Interlocuteur (s) en charge du suivi du dossier :	Annaïg TREDAN Erven FOLLEZOU	Chargée de projets Chargé d'études

Document		
Référence :	R21064	
Titre du rapport :	Dossier de demande d'autorisation environnementale Pièce jointe n°49 - Étude de dangers	
Numéro de version	Date	Nature des modifications
c	21/07/2022	Version finale
b	14/06/2022	Version relecture
a	23/05/2022	Version initiale

Bureau d'études		
Rédactrice :	Charlotte HAMEL VALON	Chargée d'études environnement - SIG
Approbateur :	Sylvain GRIAUD	Responsable projet



Présentation des intervenants

Auteurs /Contributeurs	Domaine d'intervention	Société	Adresse
Sylvain GRIAUD <i>Directeur et responsable de projet</i> Charlotte HAMEL VALON <i>Chargée d'études environnement - SIG</i>	Rédaction de l'Etude de dangers et de son résumé non technique	NEODYME Breizh 	16 quai Armez 22000 SAINT-BRIEUC
Florent EPIARD <i>Chargé de projet – approbateur</i> Erven FOLLEZOU <i>Chargé d'études</i>	Fourniture des données spécifiques à l'Etude de dangers	IEL Développement 	41 Ter Boulevard Carnot 22000 SAINT-BRIEUC



Présentation du dossier – Pièces constitutives du dossier de demande

Les pièces constitutives du présent dossier de demande, aujourd'hui nommé en pièce jointe au sein du CERFA n°15964*02 de la Demande d'Autorisation Environnementale (DAE) et sont listées ci-dessous :

Pièces indépendantes	Pièces jointes du CERFA n°15964*02
Note de Présentation Non Technique du projet	PJ-n°7
Etude d'impact environnementale Et son Résumé Non Technique	PJ n°4 Et PJ-n°4-B
<i>Annexe 1 : Etude d'expertise écologique (incluant les études pédologiques)</i>	
<i>Annexe 2 : Etude d'expertise acoustique</i>	
<i>Annexe 3 : Etude d'expertise volet Paysage et Patrimoine incluant le carnet de photomontage</i>	
<i>Annexe 4 : Etude pédologique</i>	
Etude de dangers	PJ n°49
Et son Résumé Non Technique	PJ-n°49-B

Préambule

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par NEODYME Breizh en collaboration avec IEL afin de caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques issus du parc éolien de Gwiler-Kerne leurs causes étant 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, et les mesures prises étant autant technologiquement réalisable et économiquement acceptable.

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

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

Le parc éolien de Gwiler-Kerne est situé sur la commune de Guiler-sur-Goyen (29).



Glossaire particulier de l'Etude de Dangers

Pour la compréhension de l'Etude de Dangers, les principaux termes génériques suivants sont définis ci-dessous :

ADR : Analyse Détaillée des Risques.

APR : Analyse Préliminaire des Risques.

ARF : Analyse du Risque Foudre.

CIS : Centre d'Intervention et de Secours (rattaché au SDIS).

CLP : Règlement (CE) n°1272/2008, dit, relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage de substances et de mélanges dangereux.

EDD : Etude de Dangers.

PPRT : Plan de Prévention des Risques Technologiques.

SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours.

SEI : Seuil des Effets Irréversibles.

SEL : Seuil des Effets Létaux.

SELS : Seuil des premiers Effets Létaux Significatifs.

Par ailleurs, la circulaire du 10 mai 2010 (récapitulant les règles méthodologiques applicables aux Etudes 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) propose des définitions des principaux termes en lien avec l'Etude de Dangers. Une synthèse de ces définitions est proposée ci-dessous.

Danger : Propriété intrinsèque à un substance, un système technique, une disposition, un organisme, d'entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (inflammabilité, explosivité, toxicité, caractère infectieux. ! Le Dangers et différent du Risque !

Potentiel de danger (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger ») : Système comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » (un réservoir de liquide inflammable est porteur du danger lié à l'inflammabilité du produit contenu).

Aléa : Probabilité qu'un phénomène accidentel produise en un point donné des effets.

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). 1. Possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition aux effets d'un phénomène dangereux. 2. Espérance mathématique de pertes en vies humaines, blessés, dommages aux biens et atteinte à l'activité économique au cours d'une période de référence et dans une région donnée, pour un aléa particulier.

Risque toléré : La « tolérabilité » du risque résulte d'une mise en balance des avantages et des inconvénients liés à une situation.

Acceptation du risque ou « Décision d'accepter un risque » : L'acceptation du risque dépend des critères de risques retenus par la personne qui prend la décision en fonction du « ressenti » et du « jugement ».

Réduction du risque : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, l'intensité et/ou la vulnérabilité d'un risque (réduction de la probabilité par amélioration de la prévention, réduction de l'intensité, réduction de la vulnérabilité par éloignement ou protection des éléments vulnérables).

Sécurité-sûreté : Sécurité des installations vis-à-vis des accidents et de sûreté vis-à-vis des attaques externes volontaires.

Evénement redouté central : Evénement au centre de l'enchaînement accidentel (perte de confinement pour les fluides, perte d'intégrité physique pour les solides). Les événements situés en amont sont appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

Evénement initiateur : Evénement situé en amont de l'événement redouté central et qui constitue une cause directe ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

Phénomène dangereux (ou phénomène redouté) : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (par exemple, un incendie d'un réservoir de fioul provoque une zone de rayonnement thermique de 3 kW/m² à 70 mètres pendant 2 heures). En d'autres termes, un phénomène dangereux produit des effets tandis qu'un accident entraîne des conséquences/dommages.

Accident : Evénement non désiré (émission de substance toxique, incendie, explosion) résultant de développements incontrôlés et qui entraîne des conséquences/dommages. Réalisation d'un phénomène dangereux combinée à la présence de cibles vulnérables exposées aux effets de ce phénomène. ! Un accident entraîne des conséquences (ou dommages) alors qu'un phénomène dangereux produit des effets.

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.

Effets domino : Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations y déclenchant un autre phénomène et conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène (explosion d'une bouteille de gaz suite à un incendie d'entrepôt de papier).

Cinétique : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle.

Effets d'un phénomène dangereux : Caractéristiques des phénomènes physiques, chimiques, etc., associés à un phénomène dangereux (flux thermique, concentration toxique, surpression, etc.).

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens sur des types d'éléments vulnérables tels que « homme » ou les « structures ».

Gravité : Combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des cibles potentiellement exposées (trois morts et seize blessés grièvement brûlés par le flux thermique).

Éléments vulnérables (ou enjeux) : Éléments tels que les personnes, les biens susceptibles de subir des dommages.

Vulnérabilité :

- « Vulnérabilité d'une cible à un effet x » : facteur de proportionnalité entre les effets auxquels est exposé un élément vulnérable (ou cible) et les dommages qu'il subit.
- « Vulnérabilité d'une zone » : appréciation de la présence ou non de cibles, vulnérabilité moyenne des cibles présentes dans la zone.

Probabilité d'occurrence : Fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée.

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.

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 (empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter).

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.

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

Efficacité : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui est confiée à une mesure pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.

Temps de réponse : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité.

Niveau de confiance : Niveau de confiance et classe de probabilité pour qu'une mesure de maîtrise des risques assure la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie.

Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques : Faculté d'une mesure (conception, exploitation et environnement) à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments.

Redondance : Existence, dans une entité, de plus d'un moyen pour accomplir une fonction requise.



Sommaire

1. Méthodologie générale de l'étude de dangers	11
1.1. L'Etude de Dangers au sein de l'Autorisation Environnementale.....	11
1.1.1. Contenu de l'Etude de Dangers dans le Code de l'Environnement.....	11
1.1.2. Objectifs de l'Etude de Dangers.....	11
1.1.3. Classement du projet au regard de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.....	12
1.2. Autres références réglementaires et techniques de l'Etude de Dangers.....	12
1.2.1. Origine réglementaire des Etudes de Dangers.....	12
1.2.2. Document de référence : Guide technique INERIS/SER FEE – Mai 2012.....	12
1.3. Présentation des rédacteurs du dossier.....	12
2. Informations générales concernant l'installation	13
2.1. Renseignements administratifs.....	13
2.2. Contexte et situation générale du projet.....	13
2.3. Définition de l'aire d'étude.....	13
3. Description de l'environnement de l'installation	16
3.1. Environnement humain.....	16
3.1.1. Zones urbanisées.....	16
3.1.2. Distance des éoliennes aux bourgs les plus proches.....	16
3.1.3. Etablissements recevant du public (ERP).....	16
3.1.4. Installations Classées Pour La Protection de l'Environnement (ICPE) et Installations Nucléaires De Base.....	19
3.1.5. Réseaux publics et privés.....	19
3.1.6. Ouvrages publics.....	20
3.1.7. Autres activités.....	20
3.1.8. Voies de communication.....	20
3.2. Environnement naturel.....	22
3.2.1. Contexte climatique.....	22
3.2.2. Brouillard, orage, grêle, neige et gel.....	23
3.2.3. Synthèse des données météorologiques.....	23
3.2.4. Risques naturels.....	23
3.2.5. Synthèse des risques naturels.....	26
3.3. Enjeux humains associés à l'environnement naturel et matériel du secteur d'étude.....	26
4. Description de l'installation	29
4.1. Caractéristiques de l'installation.....	29
4.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	29
4.1.2. Activité de l'installation.....	30
4.1.3. Composition de l'installation.....	30
4.2. Fonctionnement de l'installation.....	32
4.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur.....	32
4.2.2. Sécurité de l'installation.....	32
4.2.3. Opérations de maintenance de l'installation.....	33
4.2.4. Stockage et flux de produits dangereux.....	35
4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation.....	35
4.3.1. Raccordement électrique.....	35
4.3.2. Autres réseaux.....	35
5. Identification et caractérisation des potentiels de dangers	35
5.1. Potentiels de dangers liés aux produits.....	35
5.1.1. Généralités communes aux potentiels de dangers.....	36
5.1.2. Inventaire des produits.....	37
5.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation.....	40
5.3. Réduction des potentiels de dangers à la source.....	40
5.3.1. Principales actions préventives.....	40
5.3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles.....	42
6. Analyse des retours d'expérience	42
6.1. Inventaire des accidents et incidents en France extrait du guide technique de mars 2012.....	42
6.1.1. Inventaire des accidents en France jusqu'à 2012.....	42
6.1.2. Analyse de l'évolution des accidents en France.....	43
6.2. Inventaire des accidents et incidents en France 2012-2021.....	43
6.2.1. Méthode de recherche des accidents.....	43
6.2.2. Résultats de la recherche.....	44
6.3. Inventaire des accidents et incidents à l'international.....	45
6.4. Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant.....	46
6.5. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience.....	46
6.6. Limites d'utilisation de l'accidentologie.....	46
7. Analyse préliminaire des risques	47
7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques.....	47
7.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques.....	47
7.3. Recensement des agressions externes potentielles.....	48
7.3.1. Agression externes liées aux activités humaines.....	48
7.3.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	48
7.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques.....	49
7.5. Effets dominos.....	51
7.6. Mise en place des mesures de sécurité.....	51
7.7. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques.....	54
8. Etude détaillée des risques	55
8.1. Rappel des définitions.....	55
8.1.1. Cinétique.....	55
8.1.2. Intensité.....	55
8.1.3. Gravité.....	56
8.1.4. Probabilité.....	56
8.1.5. Acceptabilité.....	57
8.2. Caractérisation des scénarios retenus.....	58
8.2.1. Effondrement de l'éolienne.....	58
8.2.2. Chute de glace.....	60
8.2.3. Chute d'éléments de l'éolienne.....	61
8.2.4. Projection de pales ou de fragments de pales.....	62
8.2.5. Projection de glace.....	64
8.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques.....	66
8.3.1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	66
8.3.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	66
8.3.3. Cartographie des risques.....	67
9. Conclusion	70



Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales références à l'Etude de Dangers au sein du Code de l'Environnement.....	11	Tableau 30 : Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	48
Tableau 2 : Classement ICPE du projet.....	12	Tableau 31 : Analyse préliminaire des risques générique d'un parc éolien (source : Extrait du Guide l'étude de dangers éolien, 2012).....	49
Tableau 3 : Nom, Qualité, Domaines d'intervention des participants à l'Etude d'Impact.....	12	Tableau 32 : Mesures de sécurité.....	52
Tableau 4 : Présentation de la société.....	13	Tableau 33 : Scénarios exclus de l'étude détaillée.....	54
Tableau 5 : Présentation des gabarits envisagés (IEL Exploitation 5).....	13	Tableau 34 : Processus de l'Analyse Détaillée des Risques.....	55
Tableau 6 : Présentation du gabarit considéré dans l'Etude de dangers.....	13	Tableau 35 : Intensité et degré d'exposition.....	56
Tableau 7 : Distances entre les éoliennes et les habitations les plus proches.....	16	Tableau 36 : Définition des zones d'effets.....	56
Tableau 8 : Nombre d'habitants et distances au parc éolien par commune (Source : Insee, RP 2017).....	16	Tableau 37 : Matrice de l'acceptabilité des risques.....	57
Tableau 9 : ERP situés dans un rayon de 2 km autour du projet.....	16	Tableau 38 : Caractéristiques des éoliennes utilisées dans le cadre de l'étude de dangers.....	58
Tableau 10 : Recensement des ICPE à proximité des éoliennes du projet.....	19	Tableau 39 : Intensité scénario : Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale soit 150 m).....	58
Tableau 11 : Tableau de synthèse des avis consultatifs des servitudes techniques.....	19	Tableau 40 : Ratio de détermination de la gravité du phénomène dangereux d'effondrement (source : Guide 2012).....	58
Tableau 12 : Distances au réseau routier le plus proche (Rayon de 500 m).....	20	Tableau 41 : Calcul du nombre équivalent personnes sur la zone – Effondrement de l'éolienne.....	59
Tableau 13 : Comptages 2019 du trafic routier aux abords de la zone d'étude de dangers - Conseil Départemental du Finistère.....	20	Tableau 42 : Gravité scénario : Effondrement de l'éolienne.....	59
Tableau 14 : Données météorologiques – Températures-Station de Lanvéoc (Source : Météo France).....	22	Tableau 43 : Source littérature pour la probabilité d'effondrement de l'éolienne.....	59
Tableau 15 : Hauteur quotidienne maximale de précipitations (records) –Station de Lanvéoc (Source : Météo France).....	22	Tableau 44 : Niveau de risque - scénario : effondrement de l'éolienne.....	59
Tableau 16 : Rafale maximale de vent en m/s (records) –Station de Lanvéoc (Source : Météo France).....	22	Tableau 45 : Intensité scénario : Chute de glace.....	60
Tableau 17 : Nombre moyen mensuel de jours avec brouillard, orage, grêle et neige à Lanvéoc (Source : Météo France).....	23	Tableau 46 : Ratio de détermination de la gravité du phénomène dangereux d'effondrement (source : Guide 2012).....	60
Tableau 18 : Arrêtés de catastrophes naturelles sur la commune de Guiler-sur-Goyen.....	23	Tableau 47 : Calcul du nombre équivalent personnes sur la zone – Chute de glace.....	60
Tableau 19 : Synthèse des principaux potentiels de dangers liés aux phénomènes naturels.....	26	Tableau 48 : Gravité scénario : Chute de glace.....	61
Tableau 20 : Enjeux humains associés à l'environnement naturel et matériel dans un rayon de 500 m.....	27	Tableau 49 : Niveau de risque - scénario : chute de glace.....	61
Tableau 21 : Présentation du gabarit considéré dans l'Etude de dangers.....	30	Tableau 50 : Intensité scénario : Chute d'éléments de l'éolienne.....	61
Tableau 22 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison (Lambert 93, WGS 84 et Lambert II étendu).....	30	Tableau 51 : Ratio de détermination de la gravité du phénomène dangereux d'éléments d'une éolienne (source : Guide 2012).....	62
Tableau 23 : Fonction et caractéristiques des éléments de l'installation « fictive ».....	32	Tableau 52 : Calcul du nombre équivalent personnes sur la zone – Chute d'éléments.....	62
Tableau 24 : Inspection après 3 mois de fonctionnement.....	34	Tableau 53 : Gravité scénario : Chute d'éléments de l'éolienne.....	62
Tableau 25 : Pictogrammes de dangers présentés par les produits issu du règlement CLP.....	36	Tableau 54 : Niveau de risque - scénario : chute d'éléments de l'éolienne.....	62
Tableau 26 : Liste des substances chimiques présentes dans les éoliennes Vestas ou utilisées lors de la maintenance.....	37	Tableau 55 : Intensité scénario : Projection de pale ou de fragment de pale.....	63
Tableau 27 : Dangers potentiels liés au fonctionnement de l'installation.....	40	Tableau 56 : Ratio de détermination de la gravité du phénomène dangereux de projection (source : Guide 2012)....	63
Tableau 28 : Distances au réseau routier le plus proche (Rayon de 500 m).....	40	Tableau 57 : Calcul du nombre équivalent personnes sur la zone – Projection de pales ou de fragments de pales....	63
Tableau 29 Principales agressions externes liées aux activités humaines.....	48	Tableau 58 : Gravité scénario : Projection de pale ou de fragment de pale.....	64
		Tableau 59 : Source littérature pour la probabilité de Projection de pale ou de fragment de pale.....	64
		Tableau 60 : Niveau de risque - scénario : chute d'éléments de l'éolienne.....	64



Tableau 61 : Intensité scénario : Projection de morceaux de glace.....65
 Tableau 62 : Ratio de détermination de la gravité du phénomène dangereux de projection de glace (source : Guide 2012).....65
 Tableau 63 : Calcul du nombre équivalent personnes sur la zone – Projection de glace65
 Tableau 64 : Gravité scénario : Projection de morceaux de glace65
 Tableau 65 : Niveau de risque - scénario : Projection de morceaux de glace.....66
 Tableau 66 : Synthèse des scénarios étudiés66
 Tableau 67 : Matrice de l’acceptabilité des risques67

Illustration 6 : Répartition des évènements accidentels et leurs causes premières sur le parc d’aérogénérateur français entre 2000 et 2011..... 43
 Illustration 7 : Evolution du nombre d’incidents annuels en France et nombre d’éoliennes installées 43
 Illustration 8 : Types de phénomènes dangereux issus de l’accidentologie des éoliennes (nombre de cas) 44
 Illustration 9 : Conséquences des accidents issus de l’accidentologie des éoliennes (nombre de cas)..... 44
 Illustration 10 : Causes premières issues de l’accidentologie des éoliennes (nombre de cas) 44
 Illustration 11 : Causes profondes issues de l’accidentologie des éoliennes (nombre de cas)..... 45
 Illustration 12 : Répartition des évènements accidentels dans le monde..... 45
 Illustration 13 : Répartition des causes premières d’incendie dans le monde..... 46
 Illustration 14 : Répartition des causes premières de rupture de pale dans le monde 46
 Illustration 15 : Répartition des causes premières d’incendie dans le monde..... 46

Liste des cartes

Carte 1 : Plan de situation des éoliennes15
 Carte 2 : Localisations des habitations les plus proches17
 Carte 3 : Localisation des ERP aux abords de la zone d’étude de dangers18
 Carte 4 : Localisation des ICPE à proximité du projet.....19
 Carte 5 : Distances des éoliennes aux routes et chemins les plus proches.....21
 Carte 6 : Milieux forestiers aux abords du projet.....24
 Carte 7 : Structure paysagère et infrastructures28
 Carte 8 : Vue aérienne du projet31
 Carte 9 : Contexte routier aux abords du projet41
 Carte 10 : Périmètres des risques pour l’éolienne 168
 Carte 11: Périmètres des risques pour l’éolienne 269

Liste des illustrations

Illustration 1 : Schéma simplifié d’un aérogénérateur.....29
 Illustration 2 : Illustration des emprises au sol d’une éolienne.....30
 Illustration 3 : Raccordement électrique des installations.....35
 Illustration 4 : Matrice d’incompatibilité.....36
 Illustration 5 : Répartition des évènements accidentels et leurs causes premières sur le parc d’aérogénérateur français entre 2000 et 201143



1. METHODOLOGIE GENERALE DE L'ETUDE DE DANGERS

1.1. L'Etude de Dangers au sein de l'Autorisation Environnementale

1.1.1. Contenu de l'Etude de Dangers dans le Code de l'Environnement

Pour les projets devant faire l'objet d'une demande d'autorisation environnementale, les dossiers doivent intégrer le contenu précisé par les dispositions communes codifiées aux articles R.181-1 à R.181-56 du Code de l'Environnement et complétées par les dispositions spécifiques pour les ICPE codifiées à l'article D.181-15 (D.181-15-1 à D.181-15-10) de ce même code.

Notamment, en vertu du point 10. du tiret I. de l'article D.181-15-2 : « Lorsque l'autorisation environnementale concerne un projet relevant du 2° de l'article L.181-1 », à savoir un projet relevant du régime de l'Autorisation au titre des ICPE (NdR), « le dossier de demande est complété » notamment par (NdR) « L'Etude de Dangers mentionnée à l'article L.181-25 et définie au III du présent article ».

Ainsi, pour les projets relevant du régime de l'Autorisation au titre des ICPE, une Etude de Dangers doit systématiquement venir compléter le contenu commun du dossier de demande d'autorisation environnementale.

L'Etude de Dangers est mentionnée et son contenu précisé aux articles du Code de l'Environnement suivants :

Tableau 1 : Principales références à l'Etude de Dangers au sein du Code de l'Environnement

<p>Article D.181-15-2</p>	<p>III. – L'Etude 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.</p> <p>Le contenu de l'Etude 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.</p> <p>Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8, le pétitionnaire doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.</p> <p>L'étude comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité et la cinétique des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie agrégée par type d'effet des zones de risques significatifs.</p> <p>Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement de l'Etude de Dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L.512-5.</p> <p>Pour certaines catégories d'installations impliquant l'utilisation, la fabrication ou le stockage de substances dangereuses, le ministre chargé des installations classées peut préciser, par arrêté pris en application de l'article L. 512-5, le contenu de l'Etude de Dangers portant, notamment, sur les mesures d'organisation et de gestion propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident majeur.</p>
<p>Article L.181-25</p>	<p>Le demandeur fournit une Etude de Dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L.511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.</p> <p>Le contenu de l'Etude de Dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.</p> <p>En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite.</p> <p>Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents.</p> <p>Ainsi la réforme de l'autorisation environnementale n'a pas eu d'impact notable sur les Etudes de Dangers tant sur leur contenu que sur les conditions de leur réalisation/instruction (a contrario des Etudes d'Impact sur l'environnement qui ne sont désormais plus systématiquement à réaliser).</p>

En réalité, les articles D.181-15-2 et L.181-25 reprennent, pour la majorité de leur contenu, les dispositions des articles du Code de l'Environnement qui précisent l'objectif et le contenu de l'Etude de Dangers « ICPE » à savoir respectivement les articles R. 512-9 et L. 512-1. Selon l'article L.512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L.511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

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

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

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

1.1.2. Objectifs de l'Etude de Dangers

La réglementation précise, pour rappel, que l'Etude de Dangers (EDD) a pour objectif d'apporter les éléments permettant de justifier que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

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



- améliorer la réflexion sur la sécurité à l'intérieur de la société afin de réduire les risques et optimiser la politique de prévention ;
- favoriser le dialogue technique avec les services administratifs (DREAL) 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.

1.1.3. Classement du projet au regard de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

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 2 : Classement ICPE du projet

N° Rubrique	Désignation de la rubrique	Projet	Régime
2980-1	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs Comprenant au moins un aérogénérateur dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 50 m	2 éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle est supérieure à 50 m	A

Le parc éolien de Gwiler-Kerne comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

1.2. Autres références réglementaires et techniques de l'Etude de Dangers

1.2.1. Origine réglementaire des Etudes de Dangers

La présente Etude de Dangers (EDD) a pour objectif d'apporter les éléments permettant de justifier que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Au-delà des articles du Code de l'environnement cité ci-avant, qui n'apportent pas de précision quant au contenu attendu de l'Etude de Dangers, deux textes sources viennent détailler ce contenu :

- l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique et de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les Etudes de Dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- la circulaire ministérielle du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux Etudes de Dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT), va encore plus loin en indiquant la majorité des éléments nécessaires à la réalisation des Etudes de Dangers.

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des

scénarios d'accident majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L.511-1.

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.

Cette circulaire est venue harmoniser les pratiques méthodologiques pour ce type d'étude.

1.2.2. Document de référence : Guide technique INERIS/SER FEE – Mai 2012

Cette étude se base sur le guide technique « *Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens* » version de mai 2012, qui a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'INERIS et de professionnels du syndicat des énergies renouvelables (SER FEE). Dans la suite de l'étude, ce guide sera appelé « guide technique ».

Il s'agit d'un document de type nouveau dans son approche, qui a pour vocation d'accompagner les différents acteurs de l'éolien (porteurs de projets, exploitants, services de l'Etat, associations, etc.) dans la démarche d'évaluation des risques potentiels liés à un parc éolien. Compte tenu de la technologie mise en œuvre dans les parcs éoliens, il apparaissait 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.

Ainsi, ce guide est le reflet de l'état de l'art en matière de maîtrise des risques technologiques pour les parcs éoliens, en l'état actuel des connaissances des experts ayant participé à son élaboration. Si d'autres techniques ou méthodes apparaissaient à l'avenir, elles seraient étudiées en détail et intégrées à l'analyse menée dans ce guide.

Ainsi dans le cadre de cette étude, de nombreux paragraphes génériques ont été repris directement du guide.

1.3. Présentation des rédacteurs du dossier

La présente étude de dangers a été réalisée sous la responsabilité du demandeur et futur exploitant : la société IEL Exploitation 5.

Elle a été réalisée avec l'appui du bureau d'études spécialisé en environnement et en risques industriels NEODYME Breizh sous la direction de M. Sylvain GRIAUD.

Tableau 3 : Nom, Qualité, Domaines d'intervention des participants à l'Etude d'Impact

Rédacteurs	Niveaux d'intervention
Sylvain GRIAUD <i>Ingénieur Environnement, Sites et Sols Pollués et Risques industriels</i> <i>Directeur du bureau d'études NÉODYME Breizh</i>	Supervision
Charlotte HAMEL VALON <i>Chargée d'études Environnement-sigiste</i> <i>Néodyme Breizh</i>	Rédaction de l'étude



Florent EPIARD Chef de projet IEL Développement	Approbation de l'Etude de dangers
Annaïg TREDAN Chargée de projets IEL Développement	Fourniture des éléments internes
Erven FOLLEZOU Chargé d'études IEL Développement	

La composition de cette étude a nécessité des échanges entre le demandeur et son prestataire, ces sollicitations ayant permis d'obtenir en amont les données d'exploitation nécessaires à la réalisation du dossier ainsi qu'à valider au fil de l'eau les informations intégrées dans le dossier.

Aucune difficulté particulière n'a été rencontrée au cours de la réalisation de cette étude, notamment en raison de plusieurs facteurs concomitants :

- La connaissance d'IEL Développement dans le développement, la réalisation et l'exploitation de ce type d'installation (près de 73 MWc sont actuellement en service grâce à l'entreprise IEL Développement) ;
- La forte expérience du bureau d'études, NEODYME Breizh, dans la conduite de ce type d'études (plusieurs dizaines de dossiers cumulés par les membres du groupement d'intervenants).

2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1. Renseignements administratifs

Les informations administratives du demandeur sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Présentation de la société

Renseignements administratifs	
Raison Sociale :	IEL EXPLOITATION 5
Forme juridique :	Société à responsabilité limitée à associé unique
Siège social :	41 ter Boulevard Carnot – 22000 SAINT-BRIEUC
Téléphone :	02 30 96 02 21
Registre du Commerce :	522 635 580
N° SIRET :	52 263 558 000 015
Code APE :	Production d'électricité (3511Z)
Qualité des mandataires, Prénom, Nom	M Ronan MOALIC M Loïc PICOT
Nationalité des mandataires :	Française

2.2. Contexte et situation générale du projet

L'objet du présent dossier porte sur la création d'un parc éolien sur la commune de Guiler-sur-Goyen.

Le site d'étude du projet éolien est localisé à l'Ouest du Finistère (29), au Sud-Ouest des limites communales, à l'interface des limites communales de Plozévet et Mahalon.

La commune de Guiler-sur-Goyen est desservie par la D784 (Sud de la commune) reliant Plozévet à Landudec, puis par la D 243 vers Guiler-sur-Goyen (Est de la commune).

A noter la présence du parc éolien de Kérigaret, à l'Ouest de la zone d'étude de dangers, situé sur les communes de Mahalon, Plozévet et Guiler-sur-Goyen pour un total de 8 éoliennes d'une puissance unitaire de 1,5 MW.

Le projet consiste en une implantation de 2 éoliennes. Au stade de la rédaction de la présente étude, le modèle de l'éolienne n'est pas arrêté : aussi, trois modèles ont été pré-sélectionnés, repris dans le tableau ci-dessous.

Dans le cadre de l'étude de dangers, les données machines les plus fortes ont été considérées dans l'analyse des risques de l'Etude de Dangers pour le parc éolien de Gwiler-Kerne.

Tableau 5 : Présentation des gabarits envisagés (IEL Exploitation 5)

	Marque	Diamètre de rotor max (en m)	Hauteur au moyeu (en m)	Hauteur en bout de pale max (en m)	Diamètre du mât (en m)	Largeur de la pale max (en m)	Puissance éolienne (MW)
Gabarit 1	Nordex	117	91	149,5	4,3	3,46	3,6
Gabarit 2	Vestas	100	100	150	3,9	3,93	2,2
Gabarit 3	Enercon	115	92	149,9	5,45	3,6	4,2

Ainsi, le projet se composerait de 2 éoliennes d'une puissance unitaire maximale de 4,2 MW répondant aux caractéristiques techniques « fictives » suivantes :

Tableau 6 : Présentation du gabarit considéré dans l'Etude de dangers

	Marque	Diamètre de rotor max (en m)	Hauteur au moyeu (en m)	Hauteur du mât (en m)	Hauteur en bout de pale max (en m)	Diamètre du mât (en m)	Largeur de la pale max (en m)	Puissance éolienne (MW)
Gabarit « EDD »	Fictive	117	100	100	150	5,45	3,93	4,2

2.3. Définition de l'aire d'étude

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 4.1 -Partie II.

La zone d'étude de dangers 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.



Comme l'illustre la figure suivante, la zone d'étude de dangers (périmètre de 500m autour des éoliennes) inclut les communes suivantes :

- Guiler-sur-Goyen
- Mahalon
- Plozévet



Localisation du projet

Légende

- Limites communales
- Rayon de 500 m
- Eoliennes du projet

Contexte éolien (DREAL Bretagne)

- construit
- non construit

0 300 600 m

Fond de plan : SCAN 25 TOPO®
Référentiel RGF93 Lambert 93

Néodyme BREIZH

Carte 1 : Plan de situation des éoliennes



3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

3.1. Environnement humain

3.1.1. Zones urbanisées

La zone d'implantation potentielle a été définie avec un rayon minimal de 500 mètres par rapport aux habitations existantes. Le tableau ci-après indique la distance entre chaque éolienne et les lieux d'habitation les plus proches :

Tableau 7 : Distances entre les éoliennes et les habitations les plus proches

Machine	N° sur la carte	Lieux dits	Distances (m)
E1	2	Pennengoat Huella	550 m au Sud
	4	Keroant / Ty Vincent	660 m au Nord-Est
	5	Kersaliou	660 m au Nord-Est
	6	Kernarc'hant	850 m au Nord
	1	Poulguiler	860 m à l'Est
	3	Kergolvez	900 m à l'Est
	14	Pennengoat	950 m au Sud
	7	Kersibirvic	1,1 km au Nord
	15	Pennengoat Izella	1,3 km au Sud
E2	2	Pennengoat Huella	640 m au Sud
	8	Kernerben	740 m au Nord
	7	Kersibirvic	960 m au Nord
	9	Kerigaret	990 m au Nord-Ouest
	11	Kervénéolic	1,3 km à l'Ouest
	10	Kernévez	1,3 km à l'Ouest
	12	Ty Mogueu	1,4 km au Sud-Ouest
	13	Kerveillérec	1,5 km au Sud-Ouest
14	Pennengoat	1,1 km au Sud	

La Carte 2 en page 17 permet de localiser les habitations les plus proches. Les polygones illustrés représentent les zones habitées aux abords du projet.

Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011, l'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs soient situés à une distance minimale de 500 m de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur.

3.1.2. Distance des éoliennes aux bourgs les plus proches

Le tableau ci-après indique le nombre d'habitants dans les communes limitrophes aux abords du parc éolien :

Tableau 8 : Nombre d'habitants et distances au parc éolien par commune (Source : Insee, RP 2017)

Communes	Nombre d'habitants (2016)	Distance à l'éolienne la plus proche
Guiler-sur-Goyen	526	1,5 km à l'Est de E2
Landudec	1 454	3,3 km à l'Est de E2
Plozévet	2 955	4,5 km au Sud-Ouest de E1
Mahalon	963	4,7 km à l'Ouest de E1
Pouldergat	1 208	5,2 km au Nord-Est de E2

Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011, l'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs soient situés à une distance minimale de 500 m de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur.

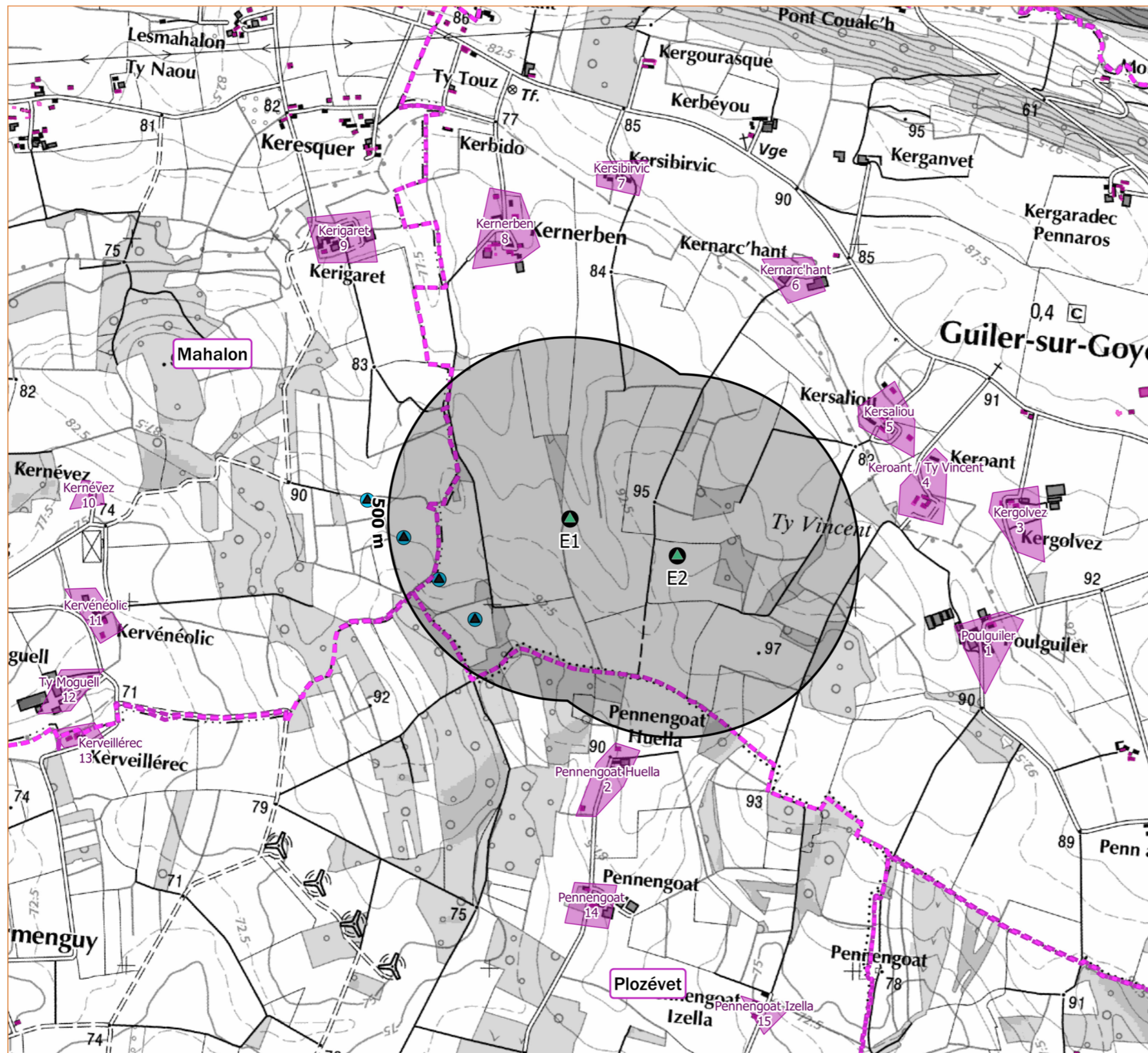
3.1.3. Etablissements recevant du public (ERP)

Seul un ERP est recensé dans les 2 km autour de la zone d'étude.

Tableau 9 : ERP situés dans un rayon de 2 km autour du projet

Nom	Commune	Adresse	Catégorie	Distance à l'éolienne la plus proche
Eglise paroissiale de Saint-Justin	Guiler-sur-Goyen	Rue du Centre-Bourg	5	1,6 km au Nord-Est de E2

La Carte 3 située en page 18 illustre la localisation de ces ERP à proximité du projet.



Habitations aux abords du projet

Légende

- Limites communales
- Eoliennes du projet
- Parc éolien de Kérigaret
- Zones habitées les plus proches
- Bâti résidentiel

0 0,2 0,4 km

Fond de plan : SCAN 25 TOPO®
Référentiel RGF93 Lambert 93

Néodyme BREIZH

Carte 2 : Localisations des habitations les plus proches



ERP aux abords du projet

Légende

- Limites communales
- Eoliennes du projet
- Etablissements recevant du public

0 400 800 m

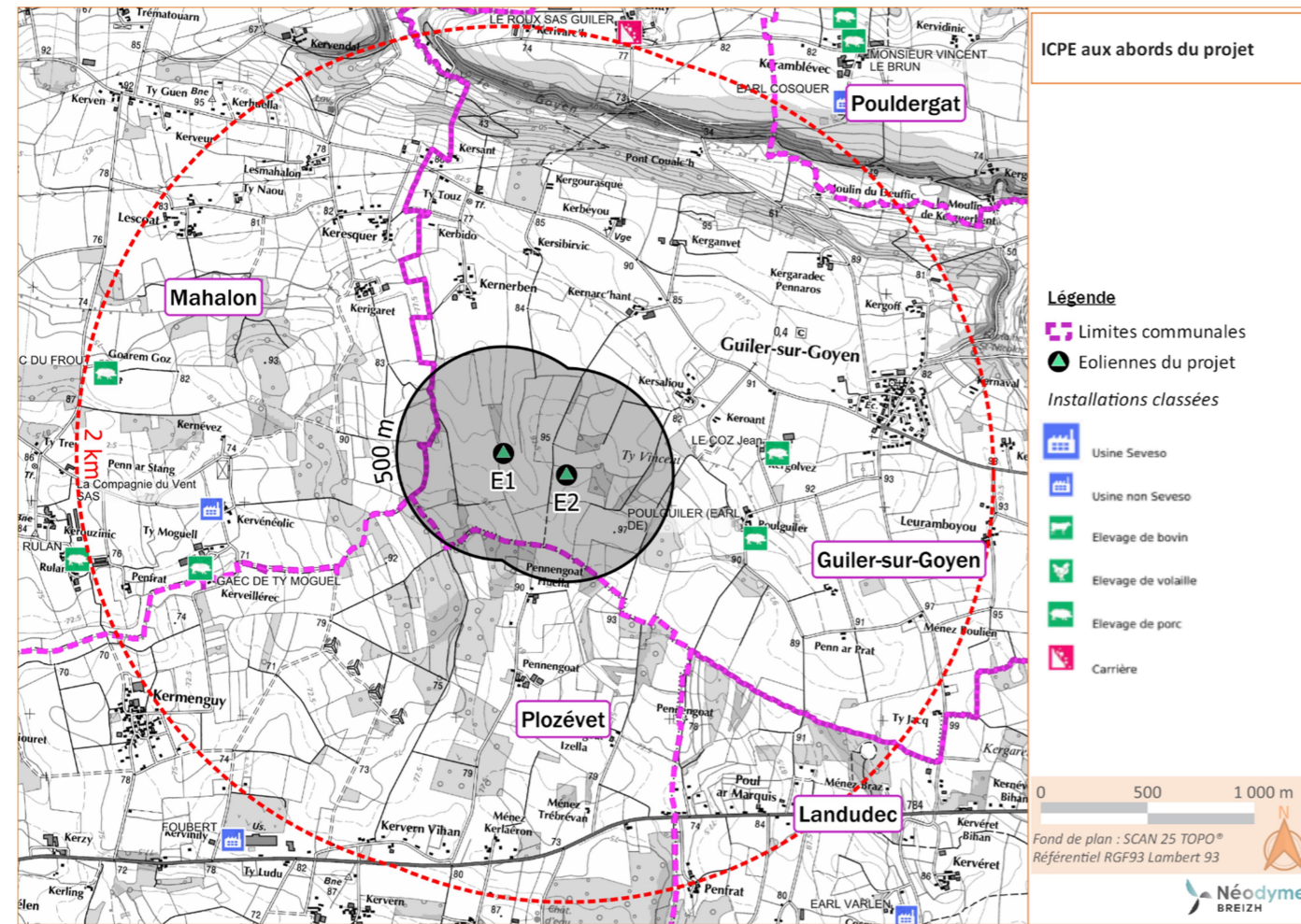
Fond de plan : SCAN 25 Topo
Référentiel RGF93 Lambert 93

Carte 3 : Localisation des ERP aux abords de la zone d'étude de dangers



3.1.4. Installations Classées Pour La Protection de l'Environnement (ICPE) et Installations Nucléaires De Base

Aucun établissement SEVESO, ni aucun périmètre d'effet, ni aucune Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) ne se situe dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes.



Carte 4 : Localisation des ICPE à proximité du projet

Tableau 10 : Recensement des ICPE à proximité des éoliennes du projet

Nom Installation	Adresse	Régime d'autorisation	Activité	Volume	Distance à l'éolienne la plus proche
EARL de Pouguiler	Pouguiler – Guiler-sur-Goyen	Enregistrement	Elevage de porcs	1 834 unités	930 m à l'Est de E2
Le Coz Jean	Kergolvez – Guiler-sur-Goyen	Enregistrement	Elevage de porcs	1 501 unités	1 km à l'Est de E2
La Compagnie du Vent SAS	Kerveneolic – Mahalon	Autorisation	Parc éolien	12 MW	1,4 km à l'Ouest de E1
GAEC de Ty Moguel	Ty Moguel – Mahalon	Enregistrement	Elevage de porcs Bovins (élevage, vente, transit, etc)	2 112 unités 63 unités	1,5 km à l'Ouest de E1
GAEC du Frou	Lieu-dit Goarem Goz – Mahalon	Enregistrement	Elevage de porcs Bovins (élevage, vente, transit, etc)	664 unités 58 unités	1,9 km à l'Ouest de E1

* Distance approximative de l'ICPE à l'éoliennes du projet la plus proche

Aucun établissement SEVESO ni aucun périmètre d'effet, ni aucune Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) ne se situe dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes.

3.1.5. Réseaux publics et privés

Pour affirmer la zone d'étude de dangers, les différents services et gestionnaires de réseaux ont été consultés au début du projet, soit au début de l'année 2016.

L'ensemble des éléments de réponses fournies par les différents organismes consultés sont listés ci-après.

Tableau 11 : Tableau de synthèse des avis consultatifs des servitudes techniques

Organismes consultés	Date réponse	Compatibilité avec le projet
DIRCAM	29/04/2016	Présence d'une contrainte radioélectrique (nombre de mâts limités à 10) et d'un faisceau hertzien de la Défense (implantation proscrite dans la zone de protection de ce faisceau et balisage nocturne/diurne des éoliennes imposé) Le projet respecte ces points est donc compatible avec l'avis émis.
Météo France	04/10/2021	Le projet est situé à 49,97 km du radar le plus proche (Plabennec), sachant que la distance minimale d'éloignement doit être de 20 km. Le projet est conforme avec les servitudes Météo France.
DGAC	02/06/2021	La zone d'étude de dangers du projet éolien de Gwiler-Kerne se situe en dehors de toute servitude aéronautique ou radioélectrique associée à des installations de l'aviation civile relevant du domaine de la DGAC. Le projet est conforme avec les servitudes de la DGAC.
Orange	22/01/2016	Absence de servitudes de type PT1 / PT2 / PT3 et faisceaux hertziens, mais présence de réseaux aux abords de la zone d'étude de dangers. Le projet est conforme aux servitudes Orange.

Les servitudes et mesures majeures applicables au projet de parc éolien de Gwiler-Kerne seront respectées.



3.1.6. Ouvrages publics

Un périmètre de captage éloigné est situé à 300 m de la zone d'étude de dangers.

Au-delà de cet ouvrage, il n'existe aucun autre périmètre de protection de captage, transport d'hydrocarbures, canalisations de gaz ou autre ouvrage public à répertorier à proximité ou dans la zone d'étude de dangers.

3.1.7. Autres activités

3.1.7.1. Activités agricoles

D'après le Registre Parcellaire Graphique 2019, la zone d'implantation du parc éolien de Gwiler-Kerne est occupée par des parcelles agricoles privées, majoritairement destinées aux cultures de maïs grain et ensilage, orge et blé tendre, et autres céréales (non précisé) ainsi que des parcelles en prairies (permanentes et temporaires).

3.1.7.2. Activités touristiques

La commune de Guiler-sur-Goyen est située en contexte rural, bien qu'à proximité de la côte et des plages du Pays Bigouden.

Les côtes du Pays Bigouden sont ponctuées de baies, criques, plages, caps, pointes ou ports offrant de nombreuses possibilités d'activités de plein-air.

De nombreuses activités nautiques sont possibles : voile, planche à voile, paddle, kayak, plongée, kitesurf, surf... mais aussi terrestre, via la randonnée. En effet, le GR 34 longe le littoral breton au plus près de l'eau, de la Baie du Mont-Saint-Michel aux abords de Saint-Nazaire. Il cumule au total plus de 2 000 km.

Divers parcours par voie cyclable sont proposés par les offices de tourisme pour découvrir le patrimoine bâti (mégalithes, chapelles, clochers, calvaires...). Le patrimoine vivant est encore très présent sur le territoire (dentelle, coiffes, pardons religieux...).

Accessible en navette, l'île de Sein offre encore d'autres possibilités de dépaysement, proche de Guiler-sur-Goyen.

La zone d'étude de dangers est située dans un contexte touristique où les activités de randonnée pédestres sont présentes : le site d'étude est en effet situé à proximité du GR 34, qui parcourt les côtes littorales bretonnes mais se dédouble parfois pour prendre une portion de sentier dans les terres.

La zone d'étude de dangers est également concernée par un sentier de randonnée délimité sur la commune de Guiler-sur-Goyen, nommé « Boucle de Stang vraz », d'une longueur de 4 km. Au regard de son parcours, cette boucle ne traverse pas la zone du projet, mais est située au Nord-Est du bourg de la commune.

La pratique de la randonnée est fréquente sur le territoire du Pays Bigouden avec le passage du GR 34 et de petits sentiers de randonnée plus localisés.

Au regard des éléments présentés ci-contre, notons qu'aucun sentier de randonnée n'est intercepté par l'aire d'étude de dangers.

3.1.8. Voies de communication

3.1.8.1. Réseau routier

Plusieurs voies de communication sont présentes dans l'aire d'étude :

- la D 243
- la D 784
- la D 143

D'autres axes sont présents, il s'agit de chemins (accès aux parcelles agricoles, chemins empierrés d'accès aux lieux-dits...). Les distances de ces chemins depuis les éoliennes sont renseignées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Distances au réseau routier le plus proche (Rayon de 500 m)

Machines	Route	Commune	Type de voie	Distance à l'éolienne la plus proche
E1	Kernarhant	Guiler-sur-Goyen	Chemin	234 m à l'Est de E1
	Kernerben	Guiler-sur-Goyen	Chemin	246 m à l'Ouest de E1
	Kersibirvic	Guiler-sur-Goyen	Chemin	383 m au Nord de E1
E2	Kernarhant	Guiler-sur-Goyen	Chemin	66 m à l'Ouest de E2
	Kersaliou Sud	Guiler-sur-Goyen	Chemin	175 m au Sud-Est de E2
	Kersaliou Nord	Guiler-sur-Goyen	Chemin	226 m au Nord-Est de E2
	Poulguiler	Guiler-sur-Goyen	Chemin	452 m au Sud-Est de E2

Les éoliennes sont également plus ou moins éloignées d'axes routiers plus fréquentés, bien que non structurants. D'après les données disponibles sur le site du Conseil Départemental du Finistère, le trafic moyen journalier sur la D 243, qui dessert la zone d'étude de dangers, est estimé à 667 véhicules/jour (moyenne annuelle).

Tableau 13 : Comptages 2019 du trafic routier aux abords de la zone d'étude de dangers - Conseil Départemental du Finistère

Route	Commune	Origine / Destination	Comptage 2019 (MJA TV)	Distance à l'éolienne la plus proche
D 243	Guiler-sur-Goyen	Guiler-sur-Goyen / Guiler-sur-Goyen	667 dont 50 PL	871 m au Nord de E2
D 784	Plozévet	Plogastel-Saint-Germain / Plozévet	4 898 dont 196 PL	1,6 km au Sud de E2
D 143	Pouldergat	Douarnenez / Landudec	2 595 dont 70 PL	3,4 km au Sud-Est de E2

MJA TV : Moyenne Journalière Annuelle Tous Véhicules PL : Poids Lourds

La Carte 5 en page 21 localise l'ensemble de ces chemins et routes par rapport aux éoliennes.

Au regard des éléments présentés ci-contre, aucune route départementale n'intercepte l'aire d'étude de dangers.



Carte 5 : Distances des éoliennes aux routes et chemins les plus proches



3.1.8.2. Infrastructures ferroviaires

Aucune infrastructure ferroviaire n'est recensée dans l'aire d'étude, la voie la plus proche se trouvant à plus de 22 km du parc éolien.

3.1.8.3. Infrastructures fluviales

Dans l'aire d'étude, aucune infrastructure fluviale n'est présente.

3.1.8.4. Infrastructures aéroportuaires

Aucun aéroport ou aérodrome n'est présent dans un rayon de 14,5 km autour du parc éolien.

3.2. Environnement naturel

3.2.1. Contexte climatique

La commune de Guiler-sur-Goyen est caractérisée par un climat océanique. Le climat océanique est typiquement le climat des côtes de la Bretagne et de la Manche jusqu'à la frontière belge.

Ce climat se caractérise par des hivers doux, accompagné d'une température moyenne située à 10°C, caractérisée par une humidité marquée par des pluies intermittentes, liées aux perturbations Atlantiques. Les dépressions pluvieuses sont très fréquentes, et les précipitations sont abondantes (de 800 à 1500 mm).

En été, le climat se caractérise par un temps plus sec, apportant des températures plutôt modérées : en effet, les températures moyennes maximales sont de l'ordre de 23 °C.

Dans ce type de conditions climatiques, l'amplitude thermique est plutôt faible, et n'oscille que d'une dizaine de degrés au maximum.

En effet, la proximité de masses d'eau maritimes permet d'atténuer les conditions extrêmes climatiques. L'eau de la mer se réchauffe lentement et les vents d'Ouest poussent vers la terre des flux d'air froids provenant de l'océan, et permettant d'apporter des températures tempérées en été.

Au contraire, en hiver, l'eau se refroidit plus lentement. En effet, les vents poussent un air maritime tiède sur les côtes, permettant d'obtenir des températures douces. Les flux d'airs marins abordant le continent, chargés en humidité, apportent des pluies de façon régulières sur les côtes.

3.2.1.1. Températures

Les données climatiques utilisées sont celles de la station météorologique de Lanvéoc (29) sur la période 1981-2010 et les données records jusqu'aux derniers relevés réalisés en 2022. Les températures moyennes maximales (Tx), minimales (Tn) et moyennes (Tm) de cette station sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau 14 : Données météorologiques – Températures-Station de Lanvéoc (Source : Météo France)

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Tx	9,5	9,6	11,6	13,4	16,3	18,8	20,7	20,9	19,2	15,8	12,4	10,1	14,9
Tn	4,9	4,5	5,8	6,7	9,5	11,8	13,8	13,8	12,4	10,4	7,5	5,5	8,9
Tm	7,2	7,1	8,7	10,1	12,9	15,3	17,3	17,4	15,8	13,1	9,9	7,8	11,9

Les mois les plus chauds sont juillet et août, alors que décembre et janvier sont les mois les plus froids. L'amplitude thermique, différence entre la moyenne minimale (8,9°C) et la moyenne maximale (14,9°C), de l'ordre de 6 degrés, souligne la présence d'un climat relativement modéré, océanique à tendance continentale.

3.2.1.2. Précipitations, orages, brouillard et neige

La hauteur moyenne des précipitations à Lanvéoc sur une année est de 1 006,4 mm.

La hauteur maximale des précipitations sur 24 heures est de 78,2 mm, enregistrée le 24/10/2011. Les hauteurs de précipitations présentées ci-dessous sont basées sur des records établis sur la période janvier 1948- janvier 2022.

Tableau 15 : Hauteur quotidienne maximale de précipitations (records) – Station de Lanvéoc (Source : Météo France)

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Précip.	40,3	49,2	35	59,9	47,5	36,8	58,4	38,9	39	78,2	57,6	48,6	78,2
	24-1977	06-2014	17-1988	29-2012	03-1967	24-2007	05-1991	08-2019	05-1962	24-2011	22-2012	15-2011	2011

La pluviométrie relevée sur la station de Lanvéoc est typique des secteurs côtiers bretons aux climats océaniques.

3.2.1.3. Vent

Résultat de sa situation en littoral entre l'Atlantique et la mer de Manche, le secteur d'étude est soumis à des vents principalement de secteurs Ouest / Sud-ouest, mais également dans une moindre mesure de secteur Nord / Nord-est. Le tableau ci-dessous précise les données maximales de vent relevées sur le secteur du site.

Tableau 16 : Rafale maximale de vent en m/s (records) – Station de Lanvéoc (Source : Météo France)

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Rafale en m/s	38	37	38,8	29	28	26	31,2	25	32	45	39	34,2	45,0
	04-1998	07-1996	06-2017	01-1994	21-2006	15-2001	05-2021	18-2004	19-1981	15-1987	26-1983	23-2013	1987

Les vents les plus forts sont rencontrés durant la période hivernale et ne dépassent pas la valeur maximale à laquelle les tests de résistance des éoliennes ont été réalisés (>200km/h). A titre d'information, lors d'un ouragan, les vents sont supérieurs à 140 km/h.

Enfin, le potentiel éolien de la région Bretagne a été mesuré dans le cadre de l'élaboration du Schéma régional éolien, en juillet 2006 : un atlas régional éolien a été créé, indiquant pour quatre stations bretonnes des données de vent. La station située sur la commune Goulien a été retenue pour le Finistère Ouest, elle est située à environ 2,5 km au Nord de la zone d'étude de dangers.

La carte suivante fait état du gisement éolien à 80 m d'altitude pour la Bretagne. L'assise de la zone d'étude de dangers est positionnée sur un secteur où la vitesse du vent atteint les 8.0 m/s, soit le maximum enregistré sur la région Bretagne.

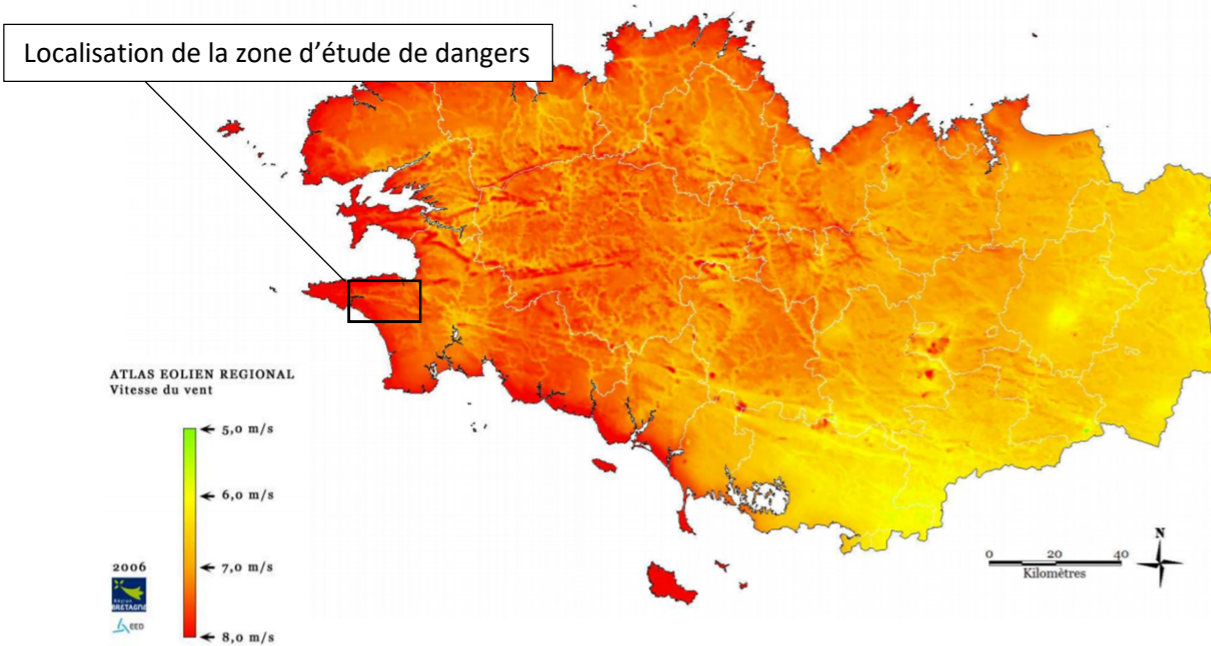


Figure 1 : Vitesse du vent à 80 m (Atlas éolien régional de la Bretagne – 2006)

D'après l'Atlas éolien de la région Bretagne, la station de Goulien expose des densités de puissance (DP) allant jusqu'à 316 W/m². Le gisement éolien sur la commune de Guiler-sur-Goyen est donc considérable.

La zone d'étude présente un potentiel éolien important, ainsi la zone d'implantation du projet est jugée comme étant favorable.

3.2.2. Brouillard, orage, grêle, neige et gel

Le nombre moyen de jours avec brouillard, grêle, orage, neige et gel, mois par mois, enregistré au niveau de la station de Lanvéoc entre 1981 et 2022 permet de nous livrer des informations sur l'occurrence de ces événements climatiques.

De manière générale, hormis le brouillard assez présent sur le territoire, les autres événements n'arrivent qu'avec des fréquences relativement faibles, le plus souvent moins d'un jour par mois. Les périodes estivales et hivernales peuvent à de rares occasions faire exception et voient respectivement se déclencher d'avantage d'épisodes orageux ou de chutes de neiges.

Tableau 17 : Nombre moyen mensuel de jours avec brouillard, orage, grêle et neige à Lanvéoc (Source : Météo France)

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	TOTAL
Brouillard	3,6	3,4	3,9	3,1	3,2	3,9	3,9	5,9	5,1	4,0	2,6	3,2	45,6
Orage	0,8	0,2	0,3	0,4	1,1	0,7	1,0	0,7	0,5	0,7	0,4	0,2	7,0
Grêle	1,4	0,4	0,9	0,7	0,2	-	0	0	-	0,2	0,5	0,7	5,0
Neige	1,1	2,0	0,6	0,2	0	-	-	-	-	0	0,2	0,8	4,9

Il est important de préciser que le nombre de jours de gel, ou gelée blanche, qui se forme au niveau du sol est à différencier du nombre de jours de glace, ou givre, qui peut se former en hauteur par la combinaison de température inférieure à 0°C et d'humidité importante (brouillard givrant).

3.2.3. Synthèse des données météorologiques

Le climat local, de type océanique, offre des conditions climatiques compatibles avec l'installation d'éoliennes. Les épisodes climatiques extrêmes restent rares et ne représentent pas une menace majeure, malgré des étés plus chauds et des hivers froids mais humides. Les données de vent permettent de prévoir une productivité convenable. De même, le risque orageux est recensé comme très faible.

3.2.4. Risques naturels

3.2.4.1. Arrêtés de catastrophes naturelles

La commune de Guiler-sur-Goyen est concernée par 2 arrêtés de catastrophes naturelles, comme le précise le tableau ci-dessous.

Tableau 18 : Arrêtés de catastrophes naturelles sur la commune de Guiler-sur-Goyen

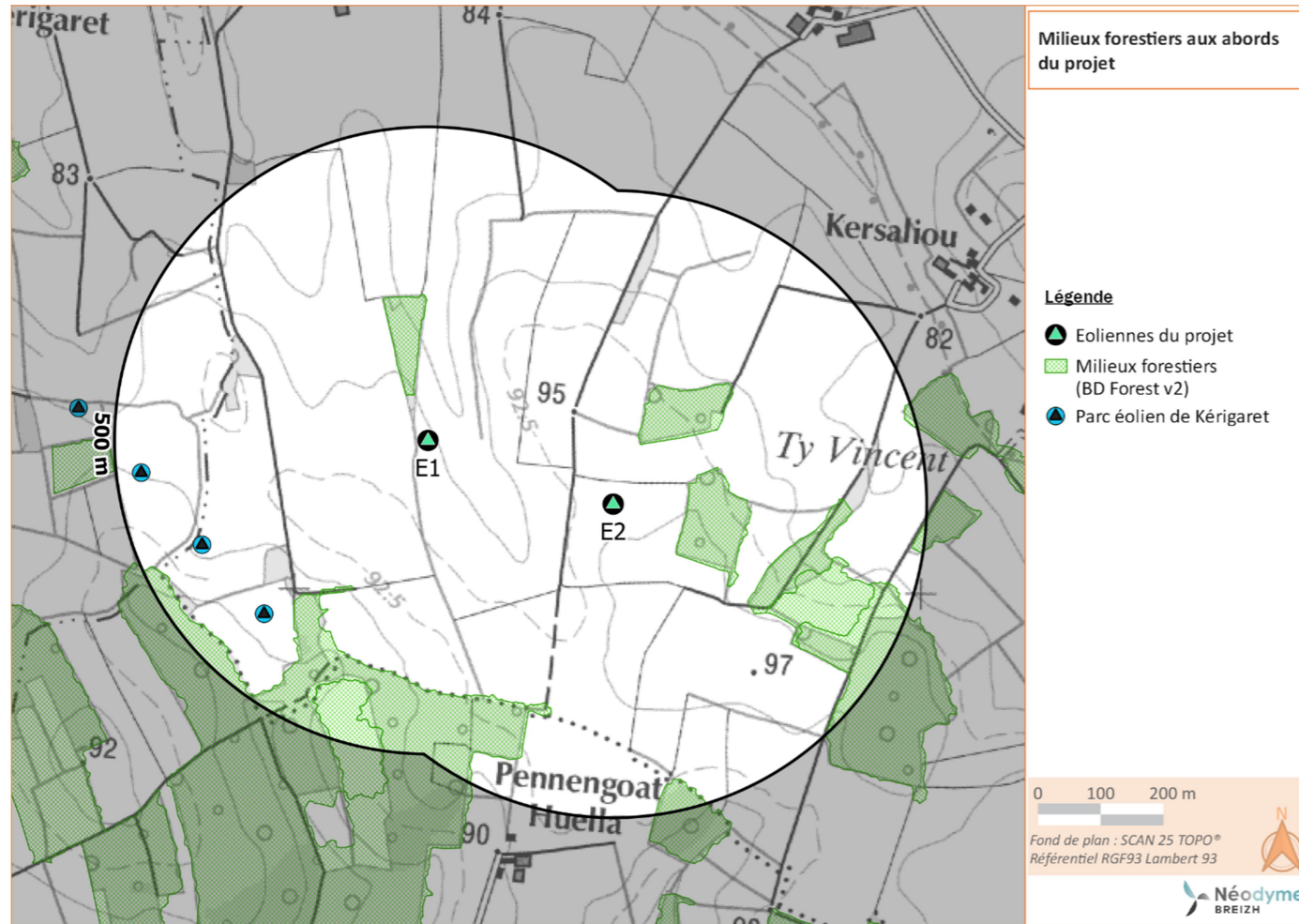
Type	Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29PREF19990085	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Tempête	29PREF19870069	15/10/1987	16/10/1987	22/10/1987	24/10/1987

3.2.4.2. Risque feux de forêts

Les zones de risques sont généralement liées aux massifs forestiers très fréquentés ou aux grands massifs résineux contenant une proportion importante de jeunes peuplements très denses.

Dans le cas du projet de parc éolien de Gwiler-Kerne, la sensibilité liée au risque incendie a été jugée moyenne en état initial. En effet, des milieux forestiers sont situés à environ 76 m au Nord de E1 à 105 m à l'Est de E2.

Cependant, la situation des éoliennes est proche mais n'est pas immédiate : le risque annoncé est lié à une potentielle propagation d'un départ de feu depuis les éoliennes. Compte tenu de l'absence d'habitations dans un rayon de 500 m, et de l'absence de bâtiments dans cette zone, le risque est jugé faible.



Carte 6 : Milieux forestiers aux abords du projet

Les éoliennes du projet éolien de Gwiler-Kerne étant relativement distantes des milieux forestiers les plus proches, le risque de feu de forêt n’apporte pas une sensibilité notable au projet de parc éolien.

Le risque feux de forêts ne sera pas retenu comme évènement initiateur dans l’analyse de risques présentée dans la suite de l’étude.

3.2.4.3. Risque de tempête

Tout comme l’ensemble des communes du département, la commune du projet est soumise au risque lié aux tempêtes. Du fait de sa situation en retrait du bord de mer, la commune de Guiler-sur-Goyen est une commune moins exposée que l’ensemble des communes situées proches du trait de côte, constituant néanmoins, un point de vigilance dans l’analyse des impacts du projet. Cependant, et au vu des éléments précédents, on peut affirmer l’absence de sensibilité de la zone du projet vis-à-vis des vents supérieurs à 200 km/h.

Le risque lié aux tempêtes comme potentiel de dangers est ainsi considéré comme faible à modéré et sera retenu comme évènement initiateur dans l’analyse de risques présentée dans la suite de l’étude.

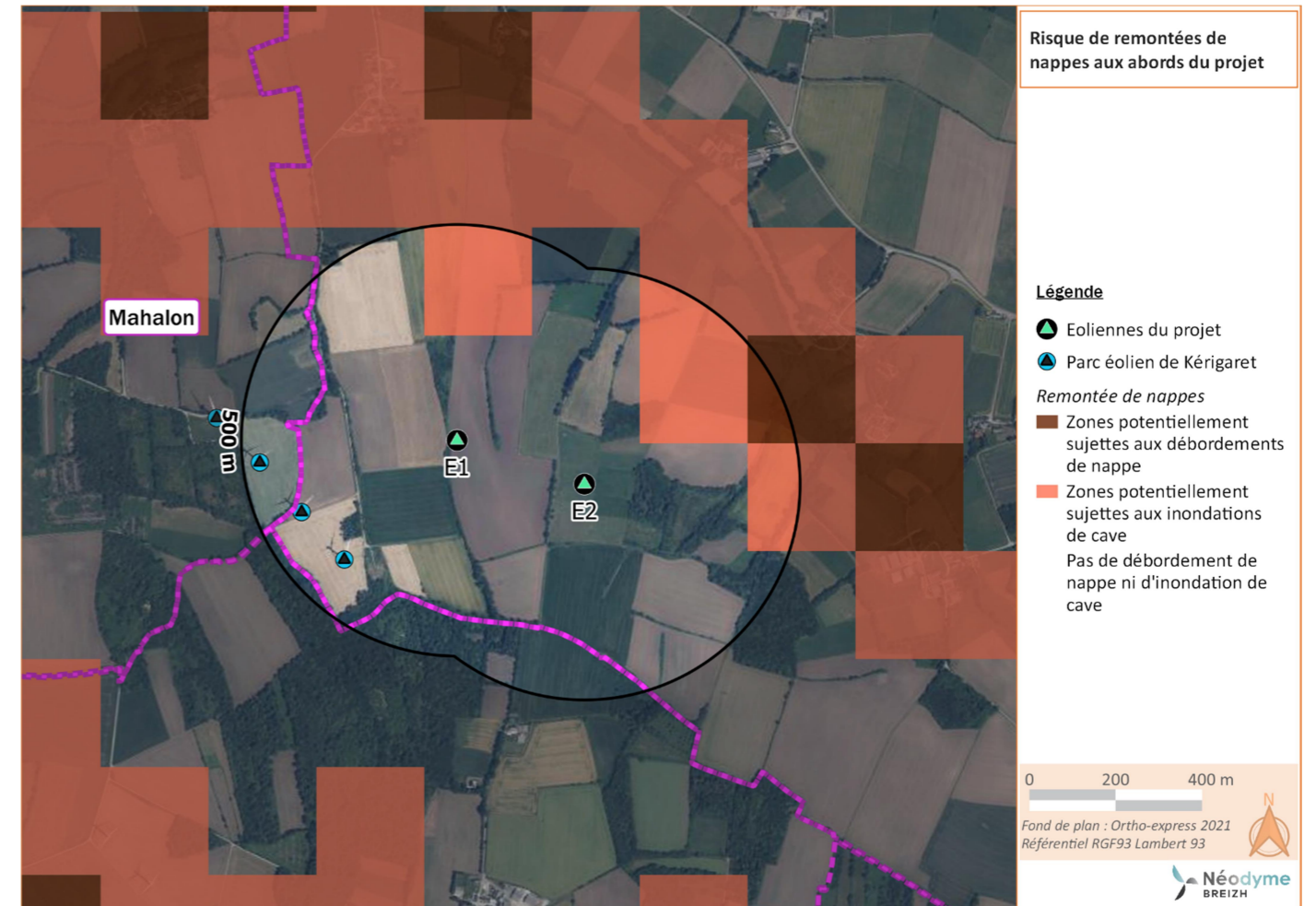
3.2.4.4. Risques littoraux : submersion marine et érosion côtière

Le site d’étude n’est pas situé en bordure de côte, mais à environ 6,3 km du trait de côte. Le risque littoral est jugé nul.

3.2.4.5. Risque d’inondation

3.2.4.5.1. Risque inondation par remontée de nappe

D’après le DDRM du Finistère, aucun évènement lié aux mouvements de terrain n’a été relevé sur la commune de Guiler-sur-Goyen. Cependant, le site Géorisques recense une petite portion de la zone d’étude de dangers comme étant potentiellement sujette aux inondations de cave, comme l’indique la carte suivante.



Compte tenu des éléments présentés ci-dessous, le risque lié aux mouvements de terrain est jugé nul à faible.

3.2.4.5.2. Risque inondation par débordement de cours d’eau / rupture de barrage

D’après le DDRM du Finistère, la commune de Guiler-sur-Goyen ne fait pas partie des communes présentant des enjeux en zone inondable : le risque lié aux inondations par débordement de cours d’eau est jugé nul.

Le risque d’inondation du site d’étude par les eaux superficielles pour le projet est jugé nul.



3.2.4.6. Risques naturels liés aux sols

3.2.4.6.1. Aléa mouvements différentiels des argiles

Selon le DDRM du Finistère, la commune n'est exposée au risque de retrait et gonflement des sols argileux.

Aucun risque n'a été relevé concernant le retrait et de gonflement des argiles sur la zone d'étude de dangers.

3.2.4.6.2. Mouvements de terrains

D'après le DDRM du Finistère, aucun évènement lié aux mouvements de terrain n'a été relevé sur la commune de Guiler-sur-Goyen (ni dans un rayon de 2 km autour du projet) : le risque lié aux mouvements de terrain est jugé nul.

Aucun risque n'a été relevé concernant les mouvements de terrains sur la zone d'étude de dangers.

3.2.4.6.3. Cavités souterraines

D'après le DDRM du Finistère, aucun évènement lié aux cavités souterraines n'a été relevé sur la commune de Guiler-sur-Goyen (ni dans un rayon de 2 km autour du projet) : le risque lié aux cavités souterraines est jugé nul.

Aucun risque n'a été relevé concernant la présence de cavités souterraines sur la zone d'étude de dangers.

3.2.4.6.4. Risque sismique

Le zonage sismique de la France, basé sur un découpage communal, a été modifié par le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010. Ces dispositions sont codifiées aux articles R.563-1 à D.568-8-1 du Code de l'environnement. Ainsi, la France est divisée en 5 zones de sismicité : 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modéré), 4 (moyenne) et 5 (forte).

La commune de Guiler-sur-Goyen est considérée comme étant située au niveau de risque 2, soit faible.

Quelques évènements ont eu lieu aux abords de la commune de Guiler-sur-Goyen, comme en témoigne la carte suivante. Aucun n'était situé dans les 500 m autour des éoliennes.

De plus, notons que les fondations des éoliennes, ainsi que les aérogénérateurs sont équipés pour faire face à ce type d'incident potentiels.



Figure 2 : Séismes recensés en 2021 aux abords de la zone d'étude (SIS-France – BRGM)

Compte tenu des éléments présentés ci-dessus, seul un faible risque est à relever concernant la sismicité sur le site du projet.

Ainsi, aucun le risque sismique ne sera pas retenu comme initiateur de risques de l'étude des dangers.

3.2.4.7. Risque lié à la foudre

La foudre est un phénomène naturel de décharge électrique d'origine atmosphérique (des nuages se chargent électriquement entre différentes parties ce qui génère un champ électrique très intense pouvant entraîner une décharge interne, c'est l'éclair, ou entre le nuage et le sol, c'est le coup de foudre).

A l'image de l'aléa sismique, il n'est pas possible d'agir sur l'aléa foudre puisque nul ne peut empêcher la foudre de frapper. Pour ce phénomène également, la seule manière de diminuer le risque foudre est de diminuer les effets de ce phénomène dangereux par la protection, notamment en installant des systèmes « captant » la descente vers le sol pour empêcher ses effets directs vers les structures.

En France et dans le Monde, la répartition de la densité des impacts de foudre est inégale et fortement dépendante de plusieurs facteurs parmi lesquels, le relief (les régions montagneuses étant beaucoup plus exposées que les régions de plaine), la proximité du littoral ou encore le climat.

Cette répartition est illustrée pour la France métropolitaine sur la figure ci-contre.

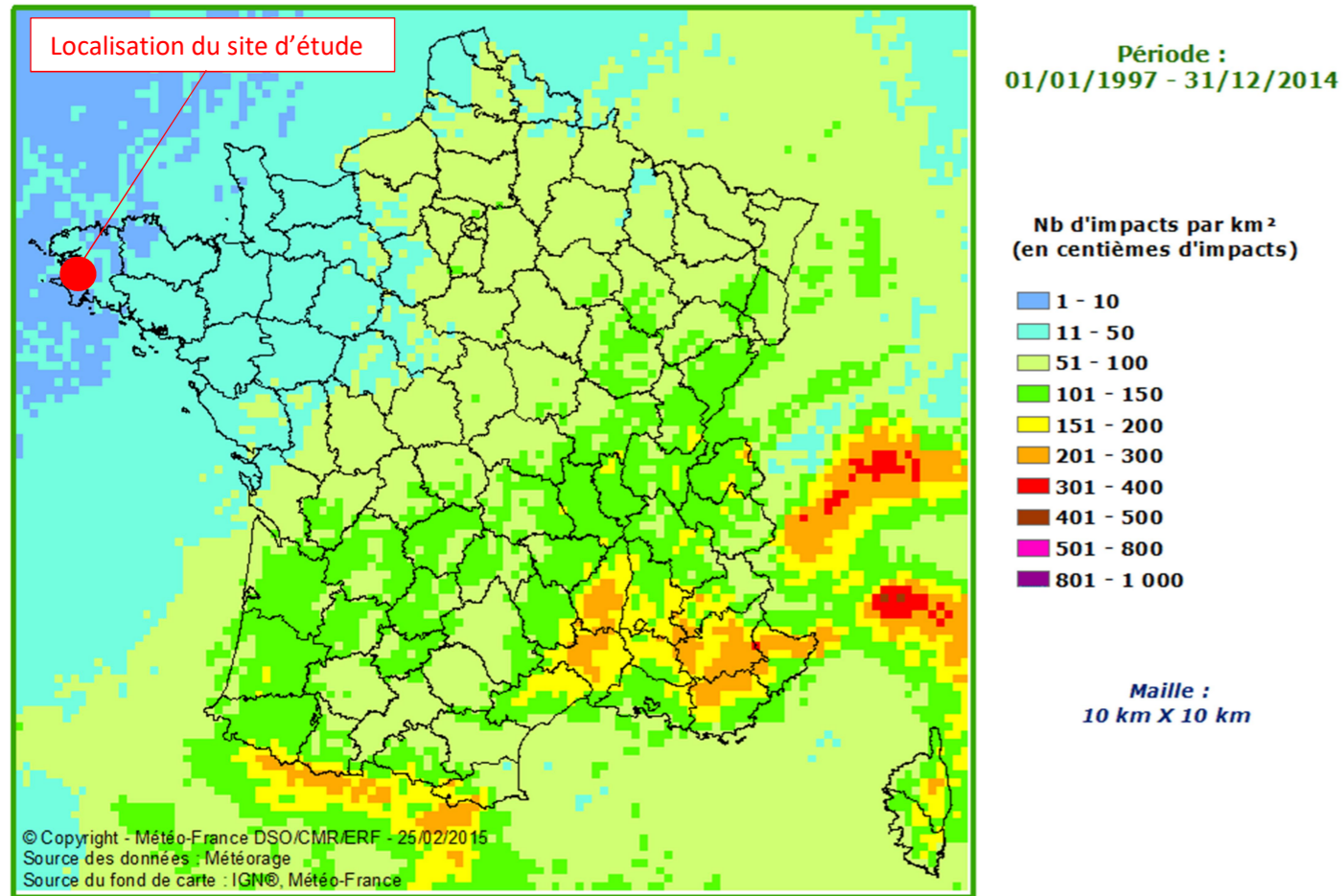


Figure 3 : Illustration 39 : Densité moyenne annuelle d'impacts de foudre au sol - Météo France / Météorage

Le risque orageux peut être, quant à lui, apprécié de manière plus fine grâce à deux types d'informations :

- le niveau kéraunique (Nk), qui est le « nombre de jours d'orage par an »,
- la densité d'arc (Da) qui est « le nombre de coups de foudre au sol par km² et par an »

D'après les données issues du service METEORAGE de Météo-France, la densité d'arc (le nombre d'arcs de foudre au sol par km² et par an) de la commune de Brest (commune la plus proche recensée), est de 0,18 nsg/km²/an. A titre de comparaison, la moyenne en France est de la densité de foudroiement est de 1,59. Le niveau kéraunique, c'est à dire le nombre de jours d'orages par an, sur la même commune est de 2.

Contrairement aux séismes, l'aléa foudre ne fait pas l'objet d'un zonage réglementaire.

La mise en place d'un parc éolien, quelle que soit son envergure, n'augmente pas le risque foudre. En effet, la probabilité que les éoliennes soient exposées à la foudre est la même que pour tout élément d'un bâtiment.

Le risque orageux dans le secteur du projet, peut donc être considéré comme relativement faible. Les épisodes de brouillard, de neige, de gel ou de grêle sont dans l'ensemble peu fréquents.

3.2.5. Synthèse des risques naturels

Les aléas naturels les plus fréquemment rencontrés en France Métropolitaine ont été détaillés dans les points précédents. Ces potentiels de dangers sont synthétisés dans tableau suivant, accompagnés de l'estimation du risque et des mesures prises ou envisagées sur le projet éolien de Gwiler-Kerne.

Tableau 19 : Synthèse des principaux potentiels de dangers liés aux phénomènes naturels

Aléa	Type d'aléa sur le secteur	Conséquences envisageables	Sensibilité identifiée	Mesures internes prises par l'exploitant	Agresseur retenu comme évènement initiateur dans l'APR
Géotechnique	Zone n° 2 Risque faible	Domages sur les structures en contact avec le sol	Faible	Construction selon les règles de l'art	NON
Foudre	Densité de foudroiement NSG : 0,18 nsg/km ² /an	Effets directs : départ de feu Effets indirects : Surtensions des équipements électriques	Faible	Construction dans les règles de l'art	OUI
Inondation	Zone du projet non concerné par le risque d'inondations	Montée des eaux dans le mât des éoliennes. Pertes d'une partie des équipements.	Faible	Absence de risque au droit des éoliennes : absence de mesure	NON
Feu de forêt	Site d'étude éloigné de 76 m de petits espaces boisés – mais risque faible car petites surfaces	Effets directs : départ de feu Effets indirects : montée en température	Faible	Absence de risque au droit des éoliennes : absence de mesure	NON
Tempêtes	Précipitations réparties sur l'année Episodes climatiques extrêmes rares Vents pouvant être notables	Domages sur les structures	Modéré	Construction selon les règles de l'art Arrêt automatique des éoliennes si dépassement du seuil fixé par le constructeur (en moyenne, 100 km/h sur une intervalle donnée)	OUI

3.3. Enjeux humains associés à l'environnement naturel et matériel du secteur d'étude

Tous les types d'infrastructures ainsi que les habitations et autres établissements présents, au sein et en dehors de la zone d'étude de dangers, ont fait l'objet d'une étude approfondie et figurent bien dans les enjeux répertoriés préalablement dans ce document.



Des enjeux humains associés à l'environnement naturel et matériel du secteur sont répertoriés dans le tableau ci-dessous, avec les méthodes de comptage associées :

Tableau 20 : Enjeux humains associés à l'environnement naturel et matériel dans un rayon de 500 m

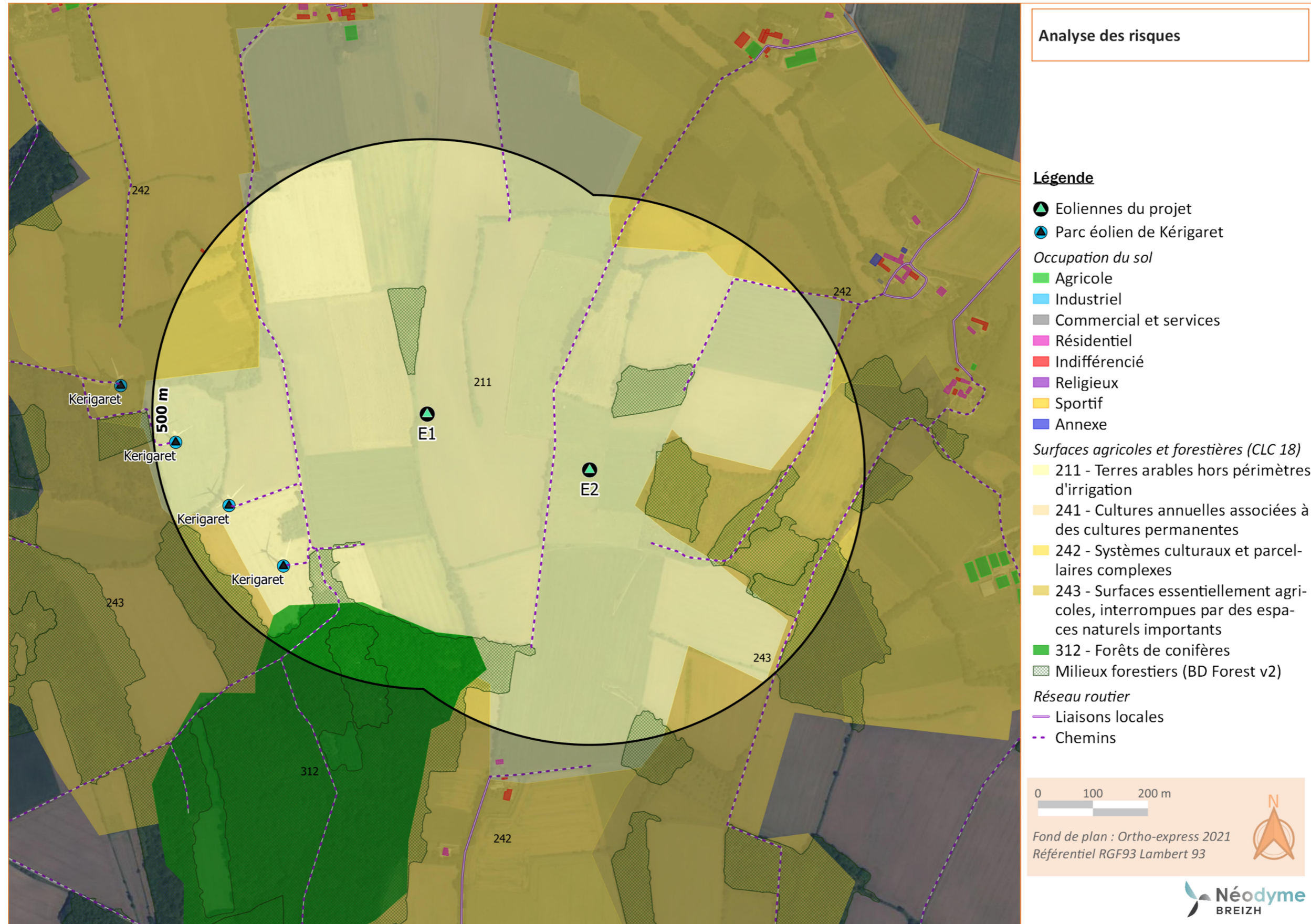
Typologie	Structures concernées dans l'aire d'étude	Méthode de comptage
Terrains non bâtis	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : forêts, surfaces agricoles	1 personne / 100 ha
	Terrains aménagés mais peu fréquentés : chemins, surfaces en eau	1 personne / 10 ha
Voies de circulation	Liaisons locales et chemins	1 personne / 10 ha
Zones d'activité	Aucun bâtiment recensé	Entre 1 et 3 personnes par bâtiment
Voies ferroviaires	Sans objet	
Voies navigables		
Chemins et voies piétonnes		
Logements		
ERP		

De par un très faible trafic journalier des voies de communication routières présentes dans la zone d'étude (rayon de 500 m), aucune voie n'est considérée comme structurante. Comme défini en « Annexe 1 : Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne », en page 71, le nombre de personnes exposées à considérer pour les voies structurantes est défini en fonction de la fréquentation de la route et du linéaire de route compris dans la zone d'effet. Pour les autres voies : chemins communaux, chemins privés et route communales seront incluses dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés (soit 1 personne par tranche de 10 hectares – Cf. « Annexe 1 : Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne », en page 71.

Ainsi, le nombre de personnes exposées via le réseau routier sera pris en compte, comme indiqué en Annexe 1 de cette étude. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Toutes les hypothèses sont majorantes vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

Les données précisées dans ce tableau sont données à titre indicatif pour le parc éolien de Gwiler-Kerne, dans un rayon de 500 m. Elles feront l'objet plus bas de calculs par aérogénérateur afin de déterminer exactement le nombre de personnes exposées.



Carte 7 : Structure paysagère et infrastructures



4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

4.1. Caractéristiques de l'installation

4.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien

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

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

4.1.1.1. Eléments 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 tronçons en acier ou d'anneaux de béton. Certains mâts peuvent d'être hybrides à savoir l'association de sections d'acier et d'anneaux béton. 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.

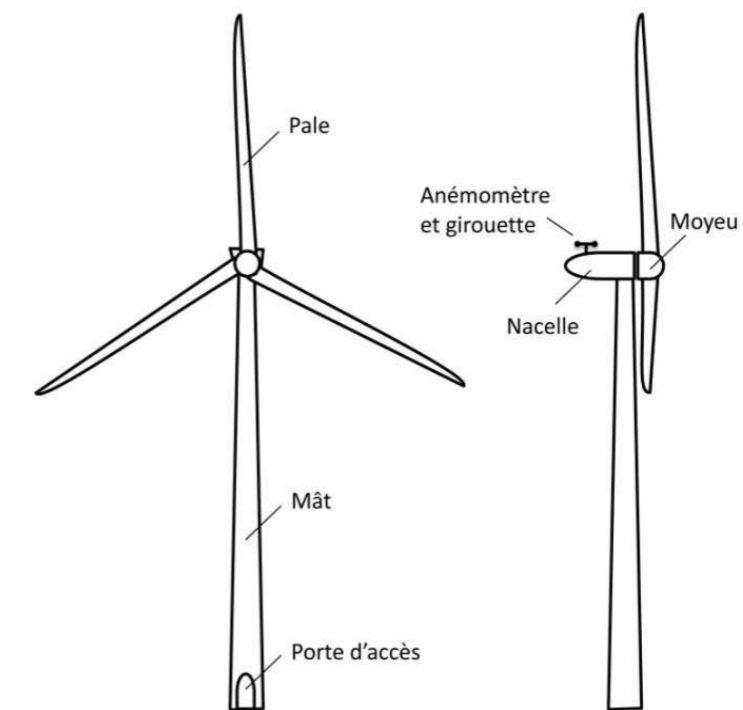


Illustration 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

4.1.1.2. Emprise au sol

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

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

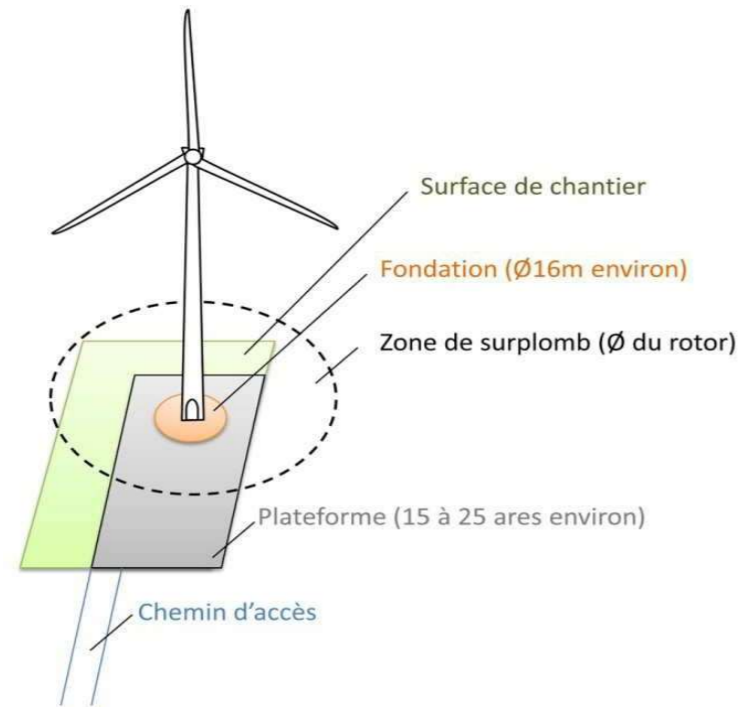


Illustration 2 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

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

4.1.1.3. Chemins d'accès

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

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

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

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

4.1.2. Activité de l'installation

L'activité principale du Parc éolien de Gwiler-Kerne est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) de 150 m.

4.1.3. Composition de l'installation

Le Parc éolien de Gwiler-Kerne sera composé de 2 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Comme précisé précédemment, le choix du turbinier est porté sur trois possibilités, dont on n'est considéré dans la présente Etude de Dangers, que les caractéristiques les plus majorantes au regard de ces trois turbiniers.

Pour rappel, le projet se composerait de 2 éoliennes d'une puissance unitaire maximale de 4,2 MW répondant aux caractéristiques techniques « fictives » suivantes :

Tableau 21 : Présentation du gabarit considéré dans l'Etude de dangers

	Marque	Diamètre de rotor max (en m)	Hauteur au moyeu (en m)	Hauteur en bout de pale max (en m)	Diamètre du mât (en m)	Largeur de la pale max (en m)	Puissance éolienne (MW)
Gabarit «EDD»	Fictive	117	100	150	5,45	3,93	4,2

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de livraison :

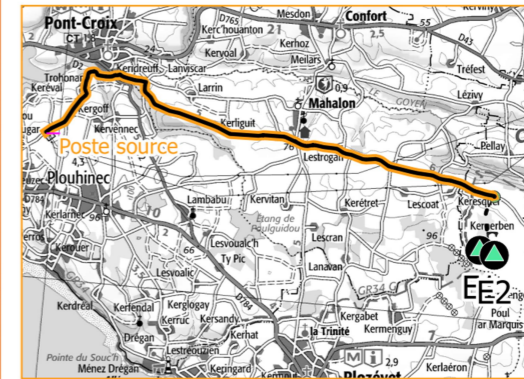
Tableau 22 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison (Lambert 93, WGS 84 et Lambert II étendu)

Numéro de l'éolienne	Longitude (X) en L93	Latitude (Y) en L93	Longitude en WGS84	Latitude en WGS84	Longitude en Lambert II E	Latitude en Lambert II E	Altitude NGF en m
E1	150 293	6 793 744	4°22'59.7072" O	48°0'45.4154" N	99 211,44	2 356 238,53	92,1
E2	150 589	6 793 642	4°22'45.0185" O	48°0'43.0204" N	99 508,46	2 356 138,83	95,7
Poste de livraison	150 591	6 794 825	4°22'50.2532" O	48°1'21.1843" N	99 500,99	2 357 322,66	86,2

La carte suivante localise les infrastructures du projet de parc éolien de Gwiler-Kerne.



Raccordement au poste source



Légende

- Limites communales
- Eoliennes du projet
- Parc éolien de Kerigaret
- Infrastructures électriques*
- Raccordement inter-éolien
- Poste_source
- Raccordement au poste source
- Poste de livraison
- Emprises au sol*
- Chemins d'accès aux éoliennes
- Surfaces permanentes
- Surfaces provisoires

0 100 200 m

Fond de plan : SCAN 25 TOPO®
Référentiel RGF93 Lambert 93



Carte 8 : Vue aérienne du projet



4.2. Fonctionnement de l'installation

4.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

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

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

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

Pour un aérogénérateur de 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

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

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

Tableau 23 : Fonction et caractéristiques des éléments de l'installation « fictive »

Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Entre 2.5 et 3.5 mètres d'épaisseur pour un diamètre de l'ordre de 15 à 20 mètres
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Hauteur au moyeu entre 91 et 100 m
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	Longueur : entre 10,45 et 15,4 m Largeur : entre 3,6 et 5 m Hauteur : entre 3,45 et 4 m
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	3 pales de longueur unitaire entre 49 et 57,6 m Surface balayée : entre 7 850 m ² et 10 715 m ² Poids unitaire : entre 7,7 t et 16,9 t Matériau : fibre de verre renforcée avec époxy et fibre de carbone
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Le transformateur permet d'élever la tension de 660V à 20kV

Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Emprise au sol d'environ 25 m ²
Câbles souterrains	Acheminer le courant électrique vers le poste de livraison puis vers le réseau Enedis	Section de 95mm ² à 200mm ²

4.2.2. Sécurité de l'installation

4.2.2.1. Dispositions constructives

Les chemins d'accès aux aérogénérateurs et plateformes de stockage seront maintenus et entretenus par l'exploitant selon les termes de l'article 7 de l'arrêté du 26 août 2011.

Le maître d'Ouvrage s'engage à choisir un modèle d'aérogénérateur qui respectera les articles 8 à 11 de l'arrêté du 26 août 2011 :

- L'aérogénérateur sera conforme aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union Européenne, à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011. L'exploitant tiendra à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.
- En outre l'exploitant tiendra à disposition de l'inspection des installations classées les justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation est conforme aux dispositions de l'article R.111-38 du code de la construction et de l'habitation.
- L'installation sera mise à la terre. Les aérogénérateurs respecteront les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010). L'exploitant tiendra à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.
- Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respecteront les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables. Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur seront conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).
- Le balisage de l'installation sera conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.

4.2.2.2. Exploitation

Après la mise en service, l'exploitant prendra soin de respecter les articles 13 et 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatifs à la sécurité pendant la phase d'exploitation :

- Les personnes étrangères à l'installation n'auront pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs. Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de



livraison seront maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.

- Les prescriptions à observer par les tiers seront affichées soit en caractères lisibles, soit au moyen de pictogrammes sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement. Elles concernent notamment :
 - Les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ;
 - L'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur ;
 - La mise en garde face aux risques d'électrocution ;
 - La mise en garde face au risque de chute de glace.

4.2.2.3. Limitation des risques

Afin d'appréhender au mieux les risques et de limiter leurs effets au maximum, l'exploitant respectera les articles 22 à 25 de l'arrêté du 26 août 2011 :

- Des consignes de sécurité seront établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes indiqueront :
 - Les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation ;
 - Les limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt ;
 - Les précautions à prendre avec l'emploi et le stockage de produits incompatibles ;
 - Les procédures d'alertes avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours.

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

- Chaque aérogénérateur sera doté d'un système de détection qui permettra d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur.

L'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de quinze minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur.

L'exploitant dressera la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité et déterminera les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps.

- Chaque aérogénérateur sera doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, notamment :
 - D'un système d'alarme qui pourra être couplé avec le dispositif mentionné précédemment et qui informera l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier sera en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées ci-dessus dans un délai de soixante minutes ;

- D'au moins deux extincteurs situés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils seront positionnés de façons bien visibles et facilement accessibles. Les agents d'extinction seront appropriés aux risques à combattre.

- Chaque aérogénérateur sera équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur sera mis à l'arrêt dans un délai maximal de soixante minutes. L'exploitant définira une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales.

Lorsqu'un référentiel technique permettant de déterminer l'importance de glace formée nécessitant l'arrêt de l'aérogénérateur sera reconnu par le ministre des installations classées, l'exploitant respectera les règles prévues par ce référentiel.

4.2.2.4. Organisations des secours

En cas d'alarme sur une éolienne, une information est envoyée au centre de supervision qui peut contacter les secours.

L'exploitant déterminera un plan d'intervention en accord avec les services départementaux de secours au moment où le projet sera bien avancé et que les autorisations administratives seront obtenues.

Régulièrement, l'exploitant organisera avec les services de secours des exercices communs sur le parc éolien afin de coordonner les actions et les rendre le plus efficace possible.

Lors d'un incident survenant pendant une opération de maintenance et impliquant le personnel de l'installation, les techniciens disposent de moyens d'intervention immédiate (poste de commande, extincteurs, kit anti-pollution, etc.) et d'alerte en cas de blessure (radio et téléphone portable). Ils disposent également de la formation aux premiers secours.

4.2.3. Opérations de maintenance de l'installation

4.2.3.1. Dispositions générales

L'installation respectera toutes les prescriptions imposées par la réglementation et en particulier par l'arrêté ministériel du 26 août 2011.

Cela concerne notamment :

- Etat des accès des installations (article 13 de l'arrêté du 26 août 2011)

L'accès aux éoliennes ainsi qu'aux postes de livraison est verrouillé et contrôlé. Toute personne souhaitant accéder aux infrastructures doit respecter les procédures qui sont indiquées sur les panneaux d'affichage.

Pour tout accès, il est nécessaire de contacter la hotline du service d'exploitation et d'indiquer les identités des intervenants et les raisons de la visite. La prise de connaissance par tout personnel du plan de prévention de l'installation est également contrôlée.

Le bon fonctionnement de ce système d'identification est contrôlé par le maintenancier lors des deux visites annuelles ainsi que par l'équipe d'exploitation lorsqu'elle se rend sur site.



- Tests avant mise en service (article 15 de l'arrêté du 26 août 2011)

Avant la mise en service du parc éolien, des tests d'arrêt d'urgence et de survitesse sont effectués sur chaque éolienne. Ces tests sont répétés une fois par an pendant toute la durée d'exploitation du parc éolien.

L'ensemble de ces tests est intégré dans les protocoles de maintenance signés avec le constructeur des éoliennes.

Vérification des installations électriques et des mises à la terre (article 25 de l'arrêté du 26 août 2011)

L'ensemble des installations électriques fait l'objet d'un contrôle de vérification initiale avant mise en service par un organisme de contrôle. Les éoliennes et les postes de livraison sont équipés de l'ensemble des protections réglementaires permettant de garantir la sécurité électrique des installations. Les procédures d'inspection prévoient le contrôle de la fonctionnalité des organes de protection, des mises à la terre et des valeurs de prises de terre.

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

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

Il permet également de relancer aussitôt les éoliennes si les paramètres requis sont validés et les alarmes traitées. C'est notamment le cas, lors d'un arrêt de l'éolienne par le système normal de commande (en cas de vent faible, de vent fort, de température extérieure trop élevée ou trop basse, de perte du réseau public, ...).

Cependant, en cas d'arrêt lié à un déclenchement de capteur de sécurité, une intervention humaine sur l'éolienne est nécessaire pour déterminer l'origine du défaut avant de pouvoir relancer un démarrage.

En cas d'intervention, des équipes de techniciens sont réparties sur le territoire afin de pouvoir réagir rapidement. Les interventions sont toujours réalisées par une équipe d'au moins deux personnes.

Afin d'assurer la sécurité des équipes intervenantes, un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne est disposé en partie basse de la tour. Ainsi, lors des interventions sur l'éolienne, les opérateurs basculent ce dispositif sur un mode « *commande locale* » ce qui interdit toute action pilotée à distance. Au-delà de certaines vitesses de vent, les interventions sur les équipements ne sont pas autorisées.

4.2.3.2. Entretien préventif du matériel

Le tableau suivant liste les principales opérations de maintenances à réaliser sur les éoliennes durant la phase d'exploitation du parc.

Tableau 24 : Inspection après 3 mois de fonctionnement

Composants	Opérations
Etat général	Vérification de la propreté de l'intérieur de l'éolienne Vérification qu'aucun matériau combustible ou inflammable n'est entreposé dans l'éolienne
Moyeu	Inspection visuelle du moyeu Vérification des boulons entre le moyeu et les supports de pale* Vérification des boulons maintenant la coque du moyeu

Composants	Opérations
Pales	Vérification des roulements et du jeu Vérification des joints d'étanchéité Inspection visuelle des pales, de l'extérieur et de l'intérieur Vérification des boulons de chaque pale Vérification des bruits anormaux Vérification des bandes paratonnerres
Système de transfert de courant foudre moyeu / nacelle	Vérification des boulons et de l'absence d'impacts de foudre.
Arbre principal	Vérification des boulons fixant l'arbre principal et le moyeu Inspection visuelle des joints d'étanchéité Vérification des bruits anormaux et des vibrations Vérification du fonctionnement du système de lubrification Vérification des dommages au niveau des boulons de blocage du rotor
Système d'orientation de la nacelle (Yaw system)	Vérification des boulons fixant le haut du palier d'orientation et la tour Vérification des bruits anormaux Vérification du système de lubrification
Tour	Vérification de l'état du béton à l'intérieur et à l'extérieur de la tour Vérification des boulons entre la partie fondation et la tour, entre les sections de la tour et sur l'échelle Vérification des brides et des cordons de soudure Vérification des plateformes Vérification du câble principal
Bras de couple	Vérification boulons Vérification et serrage de la connexion à la terre
Système d'inclinaison des pales	Vérification des boulons du cylindre principal et du bras de manivelle Vérification des boulons de l'arbre terminal et des roulements
Multiplicateur	Changement d'huile et nettoyage du multiplicateur si nécessaire Vérification du niveau sonore lors du fonctionnement du multiplicateur Vérification des joints, de l'absence de fuite, etc... Vérification d'absence de fuites au niveau des points de lubrification Vérification des capteurs de débris
Huile du multiplicateur	Vérification du niveau d'huile Vérification des composants du bloc hydraulique et des pompes
Système de freinage	Vérification des étriers, des disques et des plaquettes de freins Inspection des entrées et des sorties de tuyaux
Générateur	Vérification des câbles électriques dans le générateur Vérification des fuites de liquides de refroidissement et de graisse Lubrification des roulements
Système de refroidissement par eau	Vérification du fonctionnement des pompes à eau Vérifications des tubes et des tuyaux Vérification du niveau de liquide de refroidissement
Système hydraulique	Vérification d'absence de fuites dans la nacelle, l'arbre principal et les pompes



Composants	Opérations
Onduleur	Vérification du fonctionnement de l'onduleur.
Capteur de vent et balisage aérien	Vérification du bon fonctionnement du balisage aérien et inspection visuelle du capteur de vitesse de vent.
Nacelle	Vérification boulons Vérification d'absence de fissures autour des raccords Vérification des points d'ancrage et des fissures autour de ceux-ci
Extérieur	Vérification de la protection de surface Nettoyage des têtes de boulons et d'écrous, des raccords, etc.
Transformateur	Inspection mécanique et électrique du transformateur
Sécurité générale	Inspection des câbles électriques Inspection du système de mise à la terre

4.2.4. Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du projet de parc éolien de Gwiler-Kerne.

4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation

4.3.1. Raccordement électrique

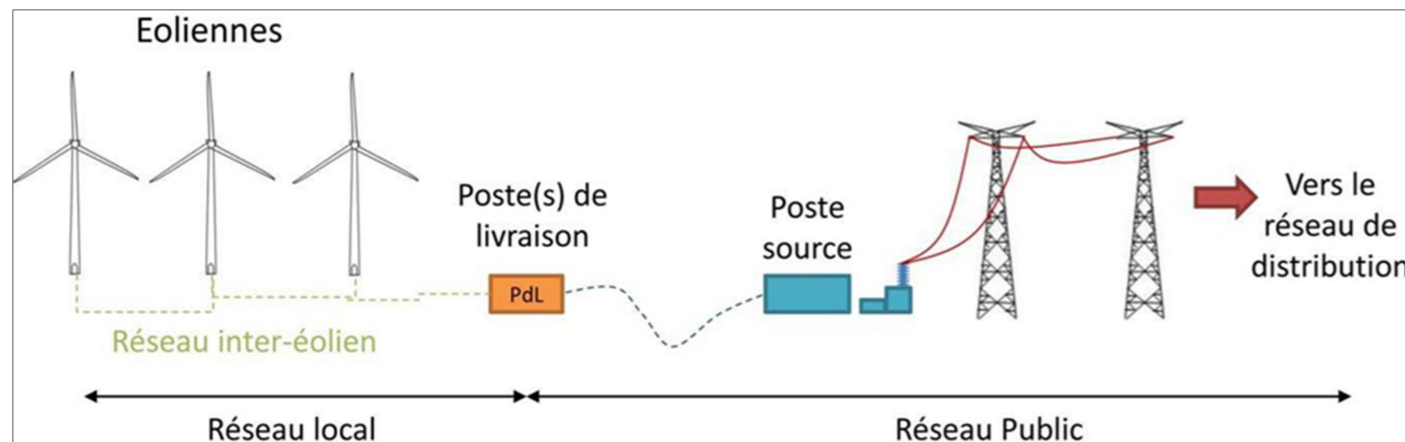


Illustration 3 : Raccordement électrique des installations

4.3.1.1. Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

4.3.1.2. 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). Dans le cas du projet éolien de Gwiler-Kerne, un seul poste de livraison est à recenser.

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

4.3.1.3. 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). Il est lui aussi entièrement enterré.

4.3.2. Autres réseaux

Le projet de parc éolien de Gwiler-Kerne ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

5. IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS

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

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

5.1. Potentiels de dangers liés aux produits

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

Les produits identifiés dans le cadre du Parc éolien de Gwiler-Kerne sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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



5.1.1. Généralités communes aux potentiels de dangers

L'une des premières démarches d'identification des potentiels de dangers (qu'il s'agisse des mélanges et substances fabriqués, utilisés, stockés ou des autres produits d'emballages et d'utilités) consistera à la connaissance des pictogrammes de dangers affichés sur les produits et revus dans le cadre du règlement CLP.

Tableau 25 : Pictogrammes de dangers présentés par les produits issu du règlement CLP

Dangers physiques	<p>EXPLOSE Explose, suivant le cas, au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, d'un choc, de frottements...</p> <p>FAIT FLAMBER Provoque ou aggrave un incendie, ou même provoque une explosion en présence de produits inflammables.</p> <p>FLAMBE S'inflamme, suivant le cas, au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, de frottements, au contact de l'air ou au contact de l'eau si dégagement de gaz inflammables...</p> <p>SOUS PRESSION Explose sous l'effet de la chaleur (gaz comprimés, gaz liquéfiés, gaz dissous). Cause des brûlures ou des blessures liées au froid (gaz liquéfiés réfrigérés).</p> <p>RONGE Attaque ou détruit les métaux. Ronge la peau et/ou les yeux en cas de contact ou de projection.</p>
Dangers pour la santé	<p>TUE Empoisonne rapidement, même à faible dose.</p> <p>ALERTE LA SANTE Empoisonne à forte dose. Irrite la peau, les yeux, et/ou les voies respiratoires. Provoque somnolence ou vertiges.</p> <p>NUIT GRAVEMENT A LA SANTE Provoque le cancer. Modifie l'ADN. Nuit à la fertilité ou au fœtus. Altère le fonctionnement de certains organes. Mortel en cas d'ingestion puis de pénétration dans les voies respiratoires. Provoque des allergies respiratoires (asthme par exemple).</p>
Dangers pour l'environnement	<p>NUIT POLLUE A des effets néfastes sur les organismes du milieu aquatique (poissons, crustacés, algues, autres plantes aquatiques...).</p>

Par ailleurs, les produits susceptibles d'être utilisés sur le site sont et seront stockés (y compris au niveau des rétentions sur lesquels seront disposés ces produits) en respectant les possibles incompatibilités chimiques dont une matrice est proposée ci-contre.

Illustration 4 : Matrice d'incompatibilité



5.1.2. Inventaire des produits

On retrouve 7 types de dangers liés aux substances chimiques présents dans l'éolienne ou utilisés lors de la maintenance :

- nocif (Xn) ;
- irritant (Xi) ;
- corrosif (C) ;
- comburant (O) ;
- facilement inflammable (F) ;
- extrêmement inflammable (F+) ;
- dangereux pour l'environnement (N).

En ce qui concerne les éoliennes, on notera que tous les produits signalés « dangereux pour l'environnement » sont des produits d'entretien utilisés lors des opérations de maintenance : résines d'époxy pour la réparation des pales, liquide pour le nettoyage des freins, protection anticorrosion, peinture, mastic, etc.

Les phrases de risque ("phrases R") sont des annotations présentes sur les FDS de produits chimiques qui indiquent les risques encourus lors de leur utilisation, de leur contact, de leur ingestion, de leur inhalation, de leur manipulation ou de leur rejet dans la nature ou l'environnement.

Dans le cadre du projet éolien de Gwiler-Kerne, et dans la mesure où le choix ne s'est pas encore porté sur un turbinière en particulier, seuls les produits utilisés dans une machine de type VESTAS sont présentés ci-contre. Bien que les autres turbinières ne soient pas ici présentés, il est cependant à noter que les types de produits sont sensiblement les mêmes d'un fabricant à l'autre. De plus, les substances ou produits chimiques mis en œuvre dans l'installation seront limités.

Le tableau ci-après présente les différentes substances présentes dans une éolienne de type VESTAS en phase d'exploitation ou utilisées lors de la maintenance.

Tableau 26 : Liste des substances chimiques présentes dans les éoliennes Vestas ou utilisées lors de la maintenance

Référence commerciale	Type de produit	Utilisation	Danger	Quantité
SKF LGWM1	Graisse	Lubrification des vérins des pales (service)	-	5 g/vérin
Shell Rhodina BBZ	Graisse	Lubrification des roulements des pales (service)	Xn	1600 g/1814 cm ³
SKF LGWM1	Graisse	Lubrification des boulons du rotor (service)	-	2 x 25 g
				1200 g/1304 cm ³
Mobilgear SHC XMP 320 Castrol Optigear Synthetic CT320	Huile	Huile de la boîte de vitesse (service)	-	315 à 405 litres
Texaco Rando WM 32 Aral Vitam HF 32	Huile	Huile du système hydraulique (service)	-	315 litres
Klüberplex BEM 41-132	Graisse	Lubrification du générateur (service)	-	450 g
ABB: Mobilgear 630	Graisse	Lubrification du palan interne (service)	-	
White Oil Farmaceutical 240, 29934	Graisse	Lubrification de la chaîne du palan interne (service)	-	
Shell Tivela S 320	Huile	Huile du moteur d'orientation de la nacelle (service)	-	
Klüberplex AG11-462	Graisse	Lubrification du système de rotation de la nacelle (service)	-	100 g
Shell Stamina HDS 2	Graisse	Lubrification du système d'orientation de la nacelle (service)	T, N	200 g
WAY LUBRICANT X 68,100,220,320	Huile	Oscillations dumper (tour de 105 m)	-	
TOPCOAT NGA	Peinture	réparation de pales	Xn	
ALPHASYN T320	Huile	huile de boîte de vitesse (service)	nc	
AMPREG 20 SET W/"FAST"HARDENER	Résine d'époxy	réparation de pales	C, N	
AMPREG 20 RESIN	Résine d'époxy	réparation de pales	Xi, N	



Référence commerciale	Type de produit	Utilisation	Danger	Quantité
Anticorrosif Kaviter	Solvant	protection	Xi	
ARALDIT 2021 550 ML CARTRIDGE	Colle	colle pour réparation de pales	F, Xi	
brake cleaning liquid	Liquide de frein	nettoyage freins. opération occasionnelle	F, Xn, N	
CASTROL ALPHASYN PG 320 OIL	Huile	huile de boîte de vitesse: service	-	
CASTROL BL 55 ADD ALPHASYN PG	Huile	additif boîte de vitesse (service)	C	
CASTROL BL 56 ADD ALPHASYN PG	Huile	additif boîte de vitesse (service)	C	
SP 8682 REV.2 Resin-High Opacity white	Résine d'époxy	réparation de pales	Xi	
SP 7857 ACCELERATOR	Résine d'époxy	réparation de pales	Xi, F, O	
SP 7856 HARDENER	Résine d'époxy	réparation de pales	C	
Havoline XLC 50/50	Liquide de refroidissement	liquide de refroidissement (service)	Xn	
DEFROST SPRAY 400ML	Solvant	service (vérification sonde température)	nc	
DRY CLEANER 65 SOLVENT	Solvant	nettoyage	Xn	
GALVASPRAY	Solvant	protection anticorrosion	F+, N	
Gear oil castrol tribol 1710	Huile	huile de boîte de vitesse: service lors d'inspection de boîte	nc	
GRAISSE KMS	Graisse	graisse de friction pour montage du turner gear	nc	
GREASE NEVER SEEZ RF 250	Graisse	graisse de friction pour boulons lors montage/démontage nacelle sur top section, fixation du hub sur nacelle, fixation des pales	N	
GREASE STAMINA	Graisse	graissage yaw plate	nc	
GREASE YAW OPTIMOL / OPTPIT (0,400KG)	Graisse	service régulier: graissage yaw	Xi	
GREY SPRAY PAINT RAL 7035	Peinture	reprise de peinture des armoires	Xi, F+	
HARDENER PUR GLUE CANNED (SikaForce7050)	Colle	réparation de pales	Xn	
Hempathane topcoat 55219	Peinture	peinture de l'extérieur de la tour	Xn	
Hempel's curing agent 95370	Peinture	peinture de l'extérieur de la tour	Xn	
LEAK SEARCH SPRAY	Solvant	service; recherche de fuite	nc	
LOCTICTE 7070	Solvant	nettoyage: utilisation occasionnelle	N, Xi	
LOCTITE 406	Colle	colle: opération occasionnelle	Xi	
LOCTITE 270 50ML SCREW SECURING	Résine	frein filet lors du serrage des écrous	Xi	
LUBRICANT RTF-MPTFE	Graisse	protection antirouille et lubrification: occasionnel	F+	
MOLYKOTE(R) METAL PROTECTOR PLUS SPRAY	Graisse	dégrippant	F+	
NEVER SEEZ (spray)	Graisse	graisse de friction pour boulons	Xi, F+, N	
Peinture normalisée « RAL »	Peinture	reprise de peinture	F+	
PAINT SPRAY WHITE RAL 9010	Peinture	reprise de peinture	Xi, F+	
MASTIC DE BORDURAGE	Mastic	réparation de pales	F, Xi, N	
3M ES-2000 EDGE SEALER partie A	Colle	réparation de pales	Xi	



Référence commerciale	Type de produit	Utilisation	Danger	Quantité
3M ES-2000 EDGE SEALER partie B	Colle	réparation de pales	nc	
MASTIC POLYESTER	Mastic	réparation de pales	Xn	
WURTH SUPER PLAST	Mastic	réparation de pales	nc	
NORDISYNE S 21125 TAIE (Polyester)		réparation de pales	Xn	
PREVAL SPRAY	Solvant	réparation de pales	F+	
HEMPEL's curing agent 98140	Peinture	peinture de l'intérieur de la tour	Xn	
HEMPADUR 47149	Peinture	peinture de l'intérieur de la tour	Xi	
MOTIP PEINTURE INDUSTRIE SERIE 07000 (TEINTES RAL)	Peinture	reprise de peinture	Xi, F+	
SHAMPOO HD-180		nettoyage	C	
SPRAY EL-ISOL ELS33	Cire	protection anticorrosion sur tête de boulon	F+, N	
SPRAY PAINT YELLOW RAL 1021	Peinture	reprise de peinture des points d'encrage	Xi, F+	
SPRAY ZINC 400ML	Peinture	reprise de peinture + anticorrosion	F+	
SPRAY, PAINT, RAL5003, BLUE / Belton	Peinture	reprise de peinture	Xi, F+	
TECTYL 127 CGW (ALU.)	Solvant	anticorrosion: opération occasionnelle	nc	
Wemaplast Härter 450	Peinture	peinture réparation de pales	Xi	
Wemaplast 450-R, verschiedene RAL-Töne	Peinture	peinture réparation de pales	Xn	
Wemaplast Verdünnung 450 LT	Peinture	peinture réparation de pales	Xn, N	
Wemaplast 405V	Peinture	peinture réparation de pales	nc	
Wemaplast Härter 405-VS	Peinture	peinture réparation de pales	Xi	
Wemaplast Verdünnung	Peinture	peinture réparation de pales	Xn	
Mankiewicz Paint R7035	Peinture	peinture réparation de pales	Xi	
Hardener for Mankiewicz	Peinture	peinture réparation de pales	Xi	
Würth: nettoyant industriel	Graisse	dégrippant	Xi, F, N	
MOLYCOTE ® OMNIGLISS SPRAY	Graisse	graissage par aérosol	F+	

D'autres produits peuvent être utilisés lors des phases de maintenance (lubrifiants, décapants, produits de nettoyage), mais toujours en faibles quantités (quelques litres au plus). Aucun produit non utilisé ne sera stocké au sein des éoliennes ou sur une des infrastructures du parc éolien.



5.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du projet de parc éolien seront de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Tableau 27 : Dangers potentiels liés au fonctionnement de l'installation

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

5.3. Réduction des potentiels de dangers à la source

5.3.1. Principales actions préventives

5.3.1.1. Choix de l'emplacement des installations

L'emplacement des installations a été défini selon plusieurs critères techniques, notamment de distances aux habitations, et en cohérence avec l'environnement du site compte tenu des infrastructures (présence d'une voie communale entre les deux éoliennes projetées). Au regard de l'orientation et de la taille de la zone d'implantation, l'emplacement des installations a été optimisé afin de s'éloigner suffisamment des habitations et zones destinées à l'habitation.

Les distances des axes routiers aux éoliennes sont mentionnées dans le tableau ci-dessous et localisées sur la carte ci-contre.

Tableau 28 : Distances au réseau routier le plus proche (Rayon de 500 m)

Machines	Route	Commune	Type de voie	Distance à l'éolienne la plus proche
E1	Kernarhant	Guiler-sur-Goyen	Chemin	234 m à l'Est
	Kernerben		Chemin	246 m à l'Ouest
	Kersibirvic		Chemin	383 m au Nord
	D 243		Route départementale	1,1 km au Nord
E2	Kernarhant		Chemin	66 m à l'Ouest
	Kersaliou Sud		Chemin	175 m au Sud-Est
	Kersaliou Nord		Chemin	226 m au Nord-Est
	Poulguiler		Chemin	452 m au Sud-Est
	D 243	Route départementale	882 m au Nord	



Carte 9 : Contexte routier aux abords du projet



5.3.1.2. Choix des caractéristiques des éoliennes

Le choix des aérogénérateurs s'est porté sur des éoliennes de hauteur de mât de 100 m pour un rotor d'un diamètre de 117 m, qui sont adaptées aux caractéristiques de vents locaux et permettent une bonne intégration sur le territoire.

5.3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles

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

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

Les installations éoliennes ne sont pas soumises à cette directive.

6. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

Cette partie de l'Etude de Dangers doit permettre l'identification et l'exploitation des incidents/accidents déjà recensés sur des installations similaires, et le retour d'expérience acquis par l'exploitant sur ces parcs.

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

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

6.1. Inventaire des accidents et incidents en France extrait du guide technique de mars 2012

6.1.1. Inventaire des accidents en France jusqu'à 2012

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le Parc éolien de Gwiler-Kerne. 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 accidents et incidents au niveau français. Il s'agit à la fois de sources officielles, d'articles de presse locale ou de bases de données mises en place par des associations :

- Rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004) ;

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

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

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012 (voir tableau détaillé en annexe). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

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

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

- La répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie, par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur foncée ;
- La répartition des causes premières pour chacun des événements décrits ci-dessus. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur claire.

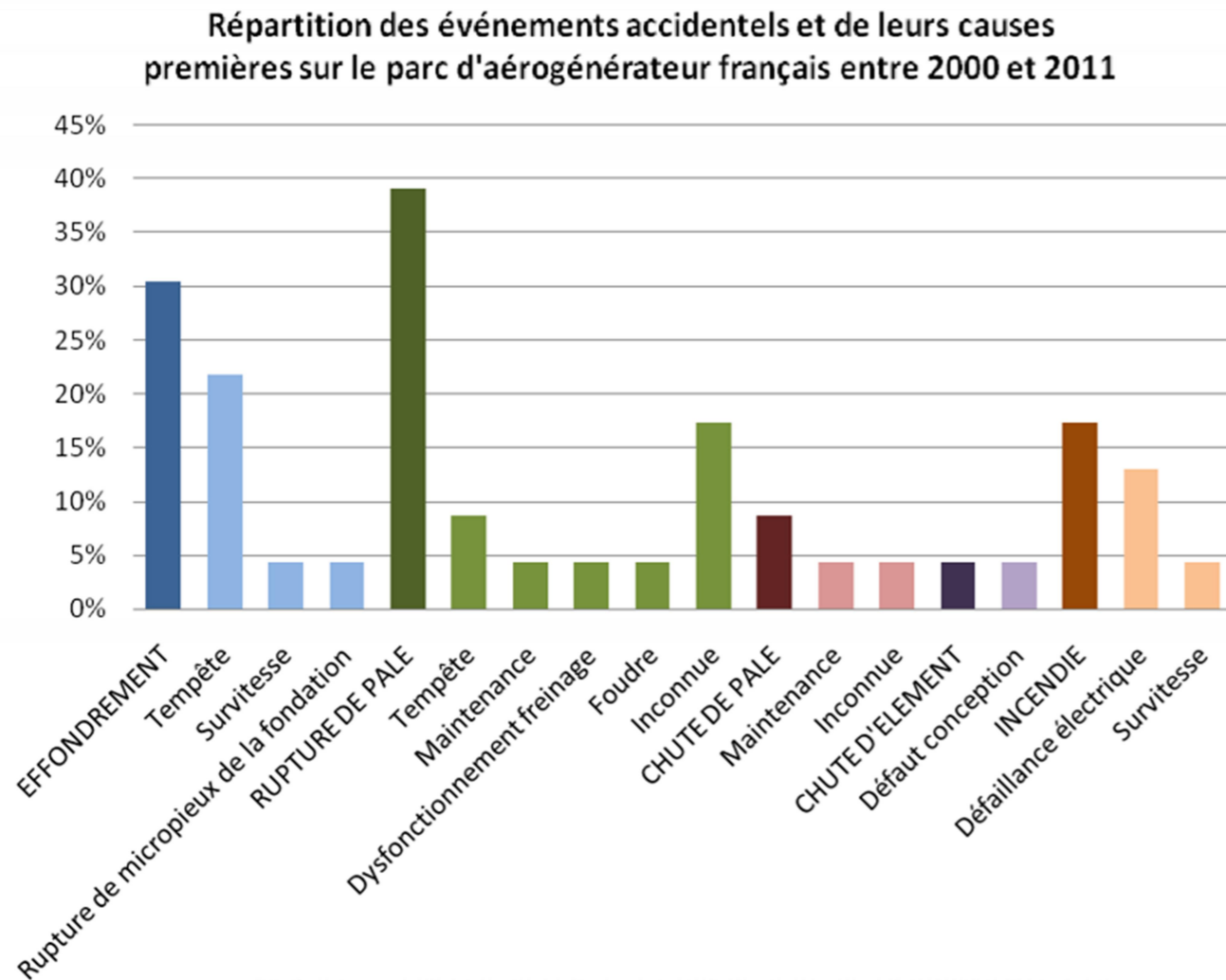


Illustration 5 : Répartition des évènements accidentels et leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011

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

6.1.2. Analyse de l'évolution des accidents en France

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

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

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

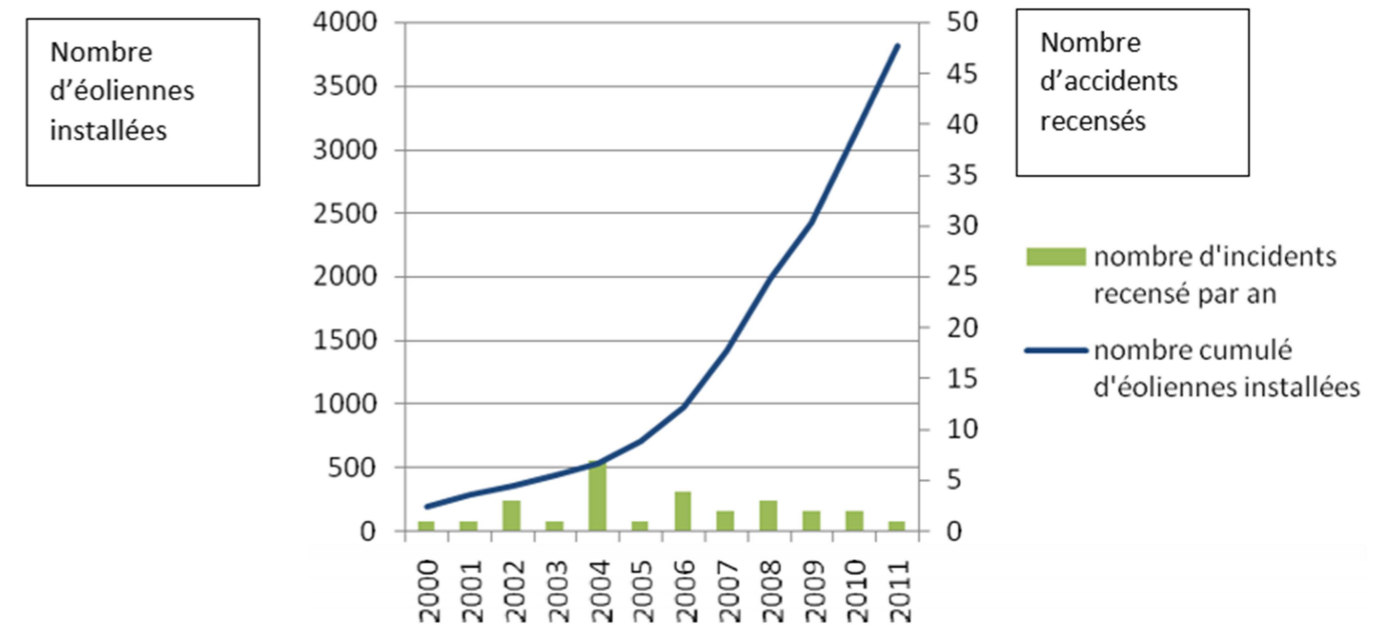


Illustration 7 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

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

6.2. Inventaire des accidents et incidents en France 2012-2021

Le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (rattaché à la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du ministère de l'environnement), plus communément appelé BARPI recueille et analyse les informations sur les accidents technologiques et les synthétise sur une base de données dénommée ARIA pour Analyse, Recherche et Information sur les Accidents technologiques.

Cette base de données intègre plus de 48 000 accidents dont environ 6 550 survenus à l'étranger, à partir des rapports des services de secours ou de contrôle mais aussi de la presse, et met en ligne les résumés des accidents enregistrés et les analyses qu'il réalise sur la base du retour d'expérience.

Les informations contenues dans les points suivants proviennent de cette base de données.

6.2.1. Méthode de recherche des accidents

Le travail de synthèse réalisé par le BARPI permet d'avoir une vue d'ensemble de l'accidentologie générale et/ou particulière. La base de données ARIA constituée par le BARPI est consultable par tout un chacun. Cette consultation peut faire l'objet d'une recherche tant par secteur d'activité que par date, par localisation géographique, par type d'accidents ou de phénomène dangereux ou encore par conséquences et causes observées.

Cette recherche peut également être réalisée par mots clefs ce qui sera la méthode employée en complément.

Une recherche a été réalisée à partir du mot clé « éolien ».

Cette recherche a donné 95 résultats. L'analyse qui suit concerne les 95 résultats recensés de 2012 à 2021.



6.2.2. Résultats de la recherche

Le phénomène dangereux qui concerne l'accidentologie des éoliennes est la chute de pale (27 cas) suivi de l'incendie (19 cas) et la chute d'éolienne (17 cas), comme l'illustre la répartition statistique proposée ci-dessous (plusieurs phénomènes possibles pour 1 même événement).

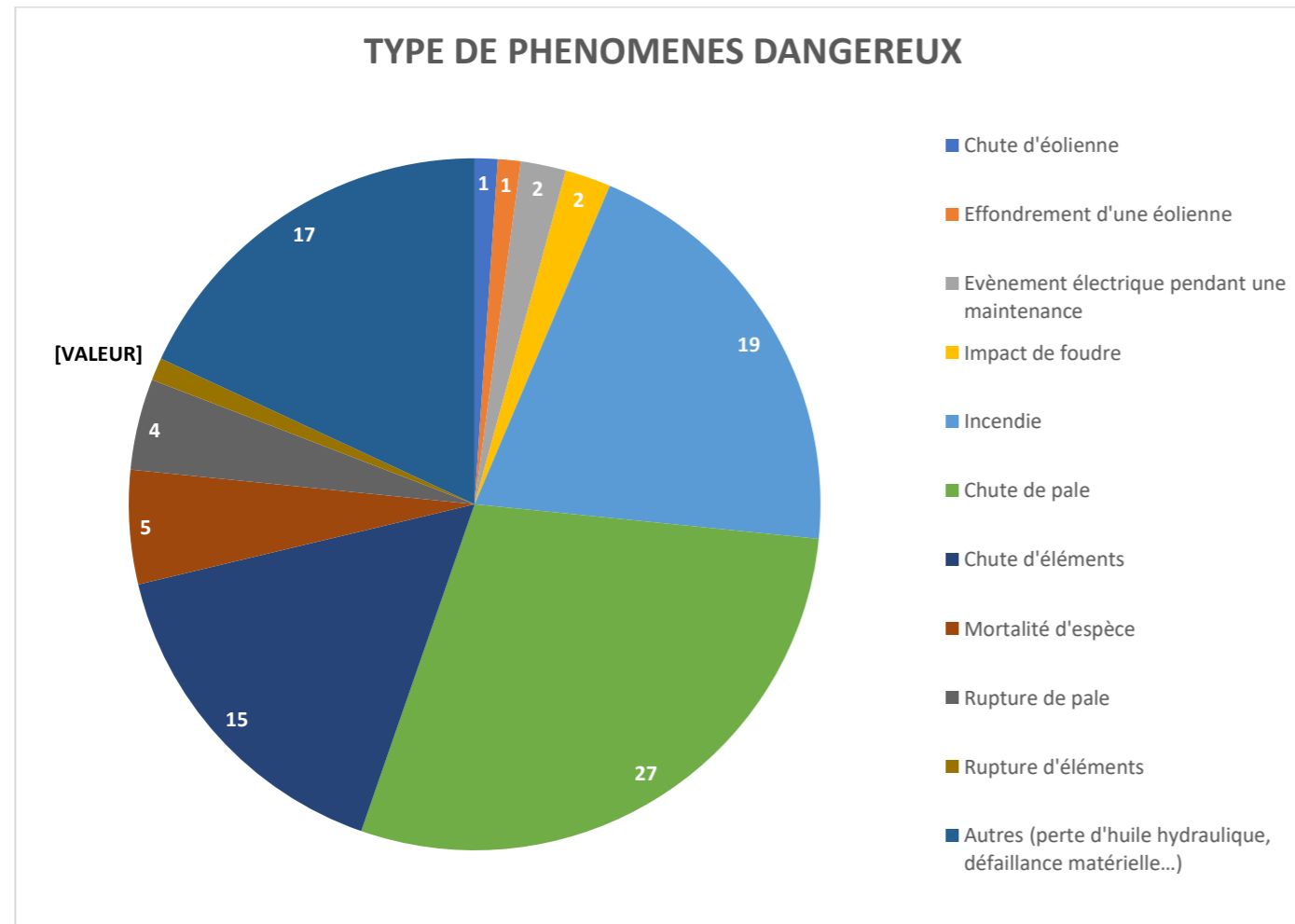


Illustration 8 : Types de phénomènes dangereux issus de l'accidentologie des éoliennes (nombre de cas)

Ces événements sont rarement sans conséquences (3 cas), avec des conséquences à la fois économiques (81 cas) et matérielles (79 cas) avec des conséquences sur l'homme assez rares (4 blessés légers et 2 graves) avec aucun mort comme l'illustre la répartition statistique proposée ci-dessous (plusieurs conséquences possibles pour 1 même événement).

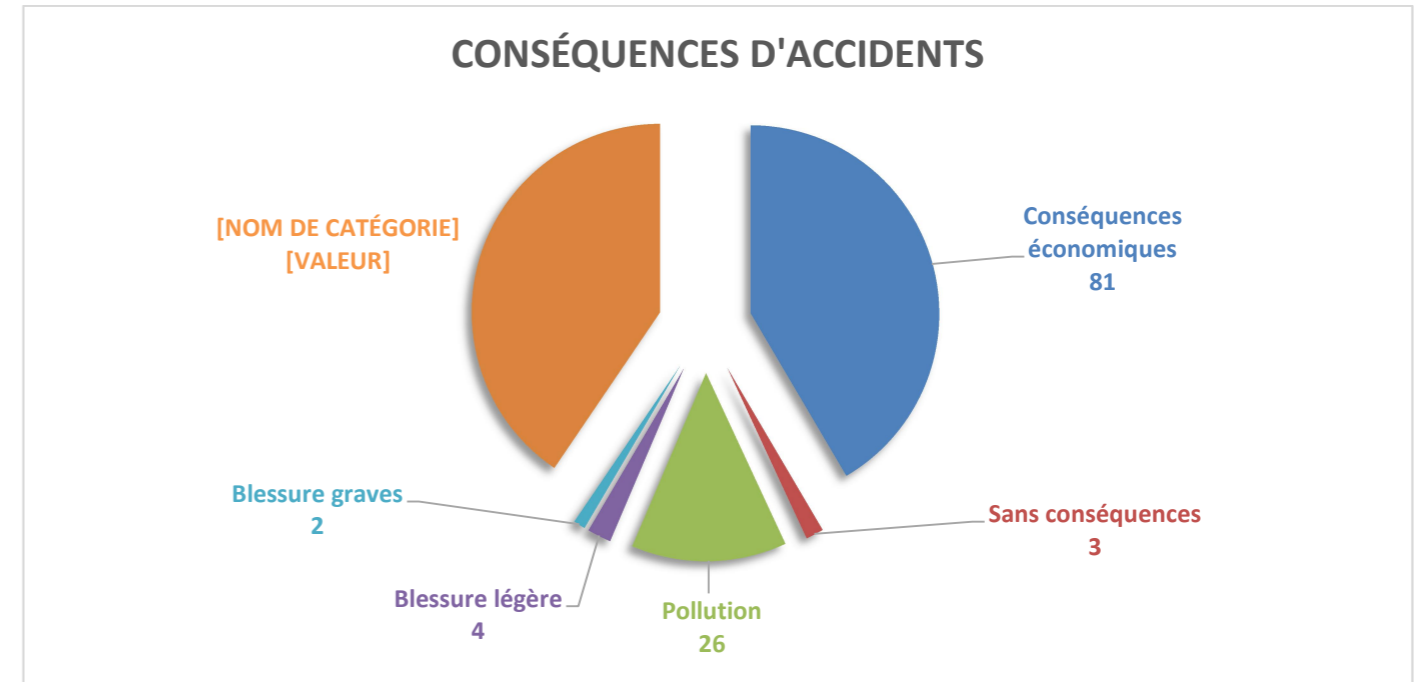


Illustration 9 : Conséquences des accidents issus de l'accidentologie des éoliennes (nombre de cas)

Les causes premières de ces événements ne sont pas connues dans 27 cas, et dans les cas où elles sont connues, elles concernent des pertes de confinement (45 cas), des emballements et réactions non contrôlées (2 cas), des pannes (13 cas), des phénomènes météorologiques (21 cas) et des erreurs humaines dans seulement 4 cas comme l'illustre la répartition statistique proposée ci-dessous (plusieurs causes possibles pour 1 même événement).

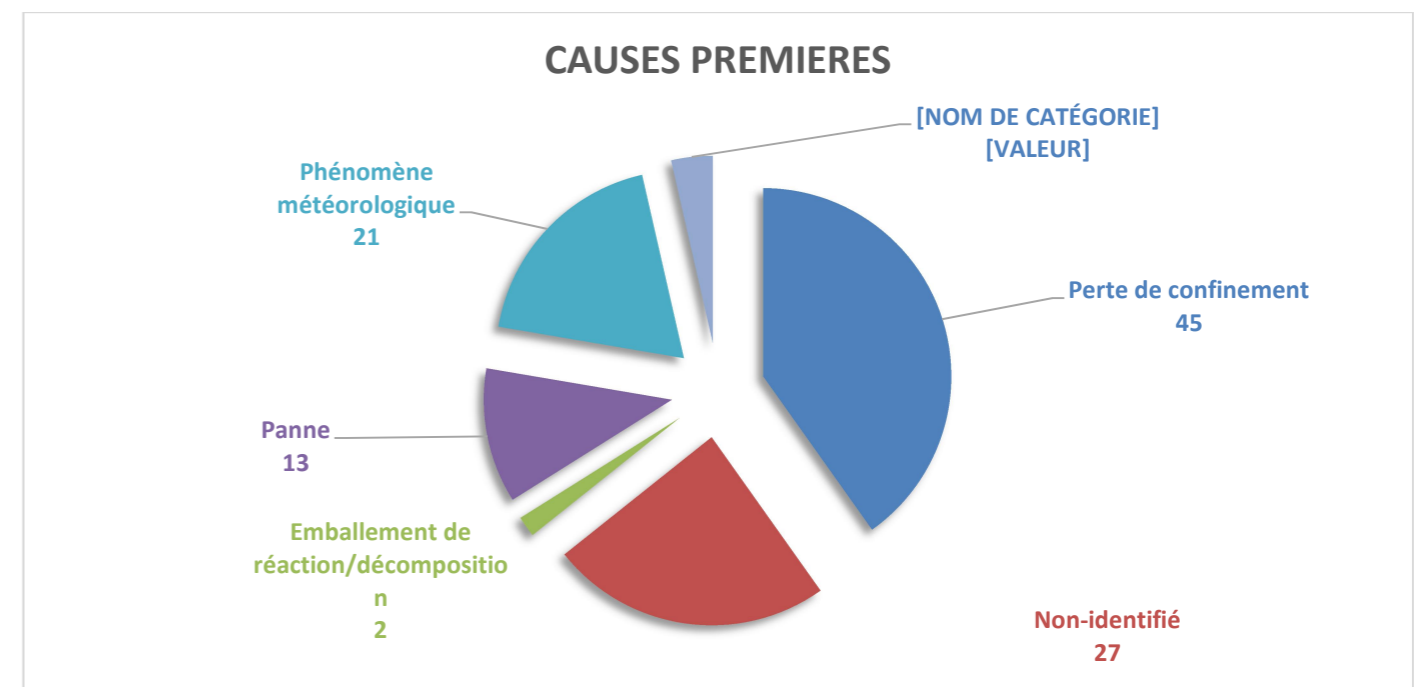


Illustration 10 : Causes premières issues de l'accidentologie des éoliennes (nombre de cas)



Ces causes premières « cachent » généralement des causes profondes qui révèlent des problèmes d'organisation (17 cas), une mauvaise gestion des risques ou une mauvaise culture de la sécurité (8 cas) comme l'illustre la répartition statistique proposée ci-dessous.

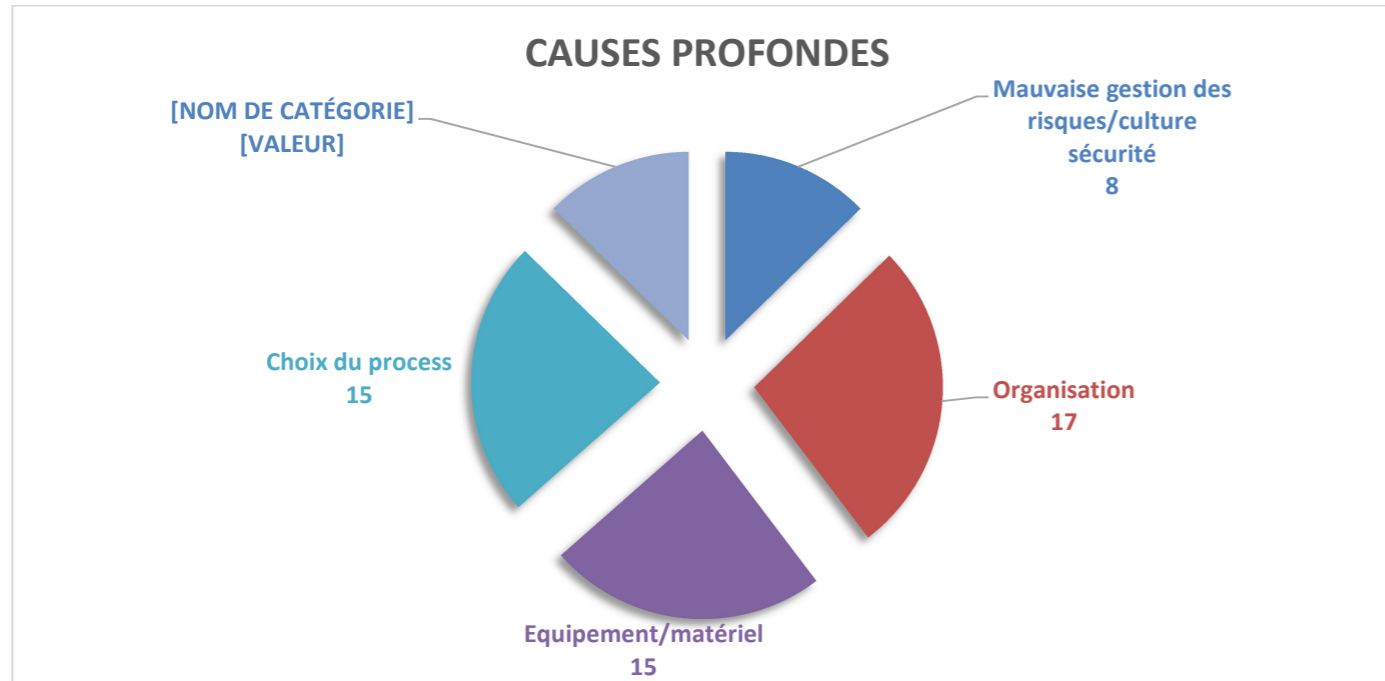


Illustration 11 : Causes profondes issues de l'accidentologie des éoliennes (nombre de cas)

Cette analyse de l'accidentologie permet de constater que la chute de pôle et l'incendie sont les phénomènes dangereux les plus recensés. Les conséquences des accidents sur des parcs éoliens sont majoritairement matérielles et économiques, et faiblement humaines

6.3. 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 fin 2010.

Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

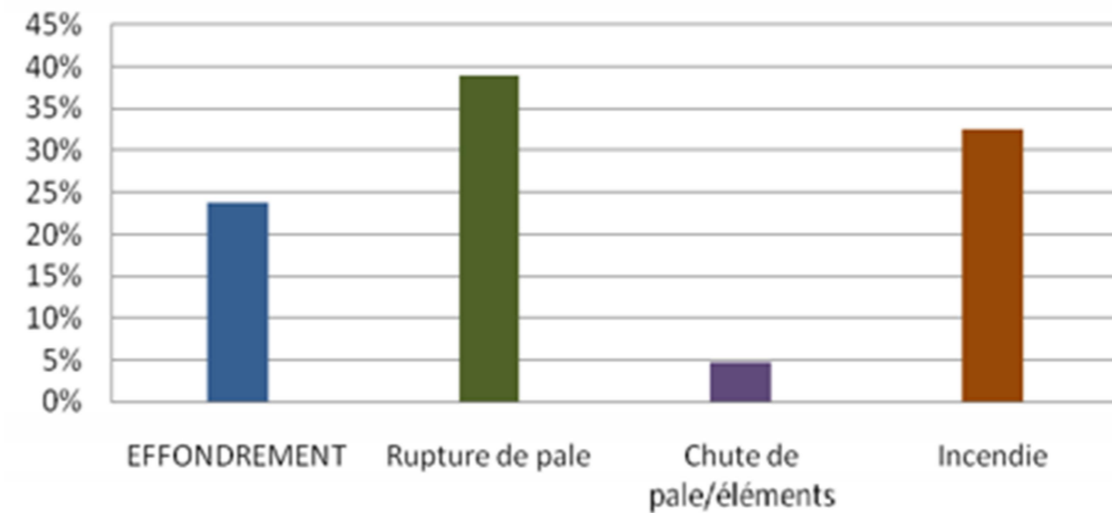


Illustration 12 : Répartition des événements accidentels dans le monde

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

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.

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).

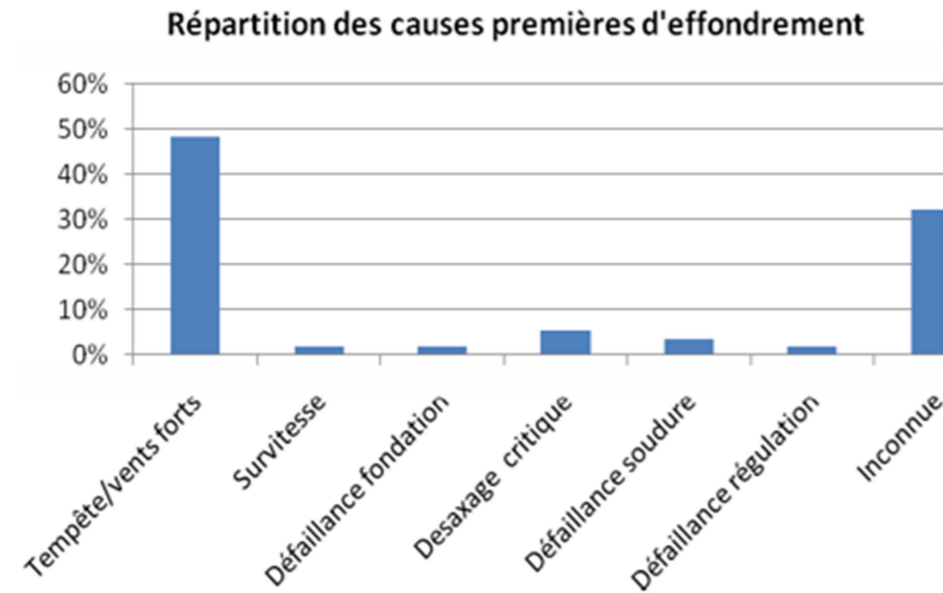


Illustration 13 : Répartition des causes premières d'incendie dans le monde

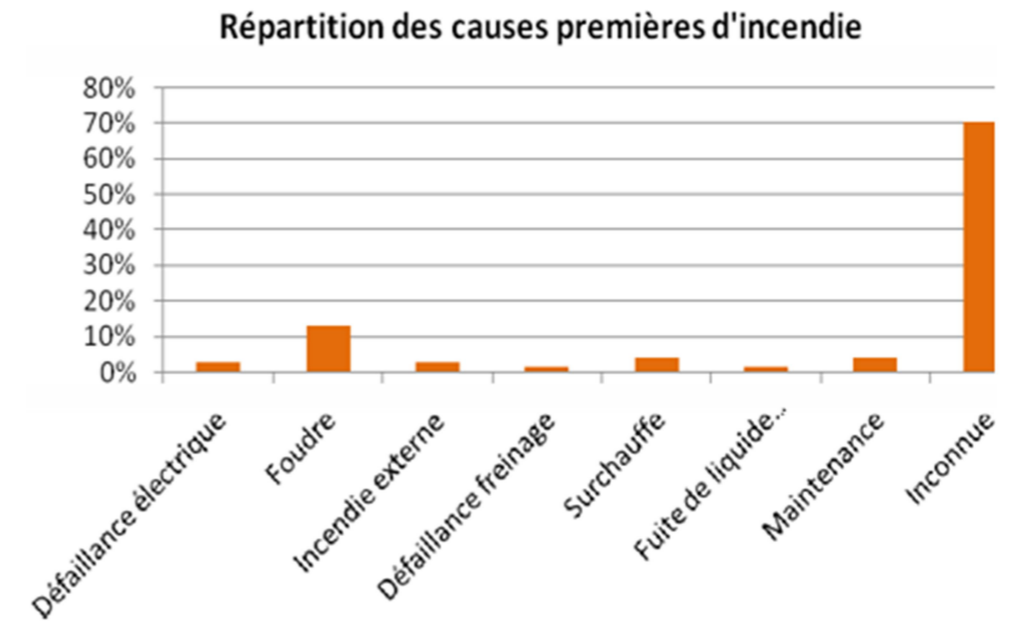


Illustration 15 : Répartition des causes premières d'incendie dans le monde

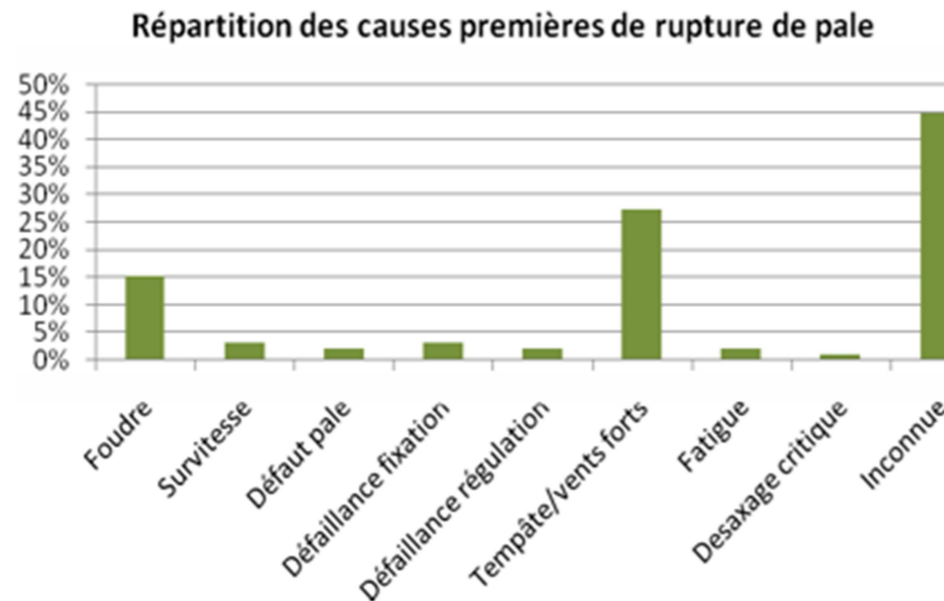


Illustration 14 : Répartition des causes premières de rupture de pale dans le monde

6.4. Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant

La société IEL Exploitation 5 ne possède et n'exploite aucun autre parc éolien en France.

A l'échelle du groupe IEL, aucun accident majeur n'est à relever.

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

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

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

Cette analyse de l'accidentologie permet de constater que les conséquences des accidents sur des parcs éoliens sont majoritairement matérielles et économiques, et faiblement humaines.

6.6. Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

- La non-exhaustivité des événements : ce retour d'expérience, constitué à partir de sources variées, ne provient pas d'un système de recensement organisé et systématique. Dès lors certains événements ne sont pas reportés. En particulier, les événements les moins spectaculaires peuvent être négligés : chutes d'éléments, projections et chutes de glace ;



- La non-homogénéité des aérogénérateurs inclus dans ce retour d'expérience : les aérogénérateurs observés n'ont pas été construits aux mêmes époques et ne mettent pas en œuvre les mêmes technologies. Les informations sont très souvent manquantes pour distinguer les différents types d'aérogénérateurs (en particulier concernant le retour d'expérience mondial) ;
- Les importantes incertitudes sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident : de nombreuses informations sont manquantes ou incertaines sur la séquence exacte des accidents ;

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

7. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques

L'Analyse Préliminaire des Risques, APR, qui est proposée dans ce chapitre constitue la partie fondatrice de l'Etude de Dangers, car c'est elle qui doit conduire à l'identification des phénomènes dangereux.

Cette identification passera par l'analyse des événements accidentels non désirés résultant de la combinaison de dysfonctionnements, de dérives ou d'agressions extérieures, qui seront hiérarchisées afin d'apprécier les situations accidentelles et, le cas échéant, les phénomènes dangereux susceptibles de conduire à un accident majeur.

La phase initiale d'identification des potentiels de dangers et d'analyse du retour d'expérience sur les parcs éoliens et a permis de lister les risques associés à son activité.

L'objectif de l'analyse préliminaire des risques (APR) est de vérifier si ces risques sont bien maîtrisés. Pour cela, elle doit permettre :

- d'identifier les situations dangereuses,
- de rechercher les causes et les conséquences de ces situations dangereuses,
- d'évaluer chacun des enchaînements pouvant conduire à un scénario majeur (niveau de probabilité, niveau de gravité, et leur résultante : la criticité),
- de sélectionner, selon la cotation du risque, les scénarios nécessitant une quantification de leur intensité.

7.2. 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 suraccident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

- inondations ;
- séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- incendies de cultures ou de forêts ;
- pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses ;
- explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.



7.3. Recensement des agressions externes potentielles

7.3.1. Agression externes liées aux activités humaines

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

Tableau 29 Principales agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Evénement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes	
					E1	E2
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	NA	Chemin de Kernarhant situé à 66 m à l'Ouest Chemin de Kersaliou Sud situé à 175 m au Sud-Est
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2 000 m	NA	NA
Ligne HTA	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	NA	NA
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Parc éolien de Kérigaret : - E2 : 460 m - E3 : 397 m - E4 : 381 m	NA

7.3.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

Tableau 30 : Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Dernier épisode de vent violent recensé : Mars 2017 : Rafales record dépassant les 190 km/h (Camaret-sur-Mer et Ouessant), autour des 130 km/h à Quimper et Brest.
Foudre	Respecte la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)
Glissement de sols/ affaissement miniers	Zone non concernée par ce risque

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 fonction de sécurité n°6 ci-après.

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



7.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

Le tableau ci-dessous présente une proposition d'analyse générique des risques issu du « Guide de l'étude de dangers éolien, 2012 ». 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 l ces événements

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

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

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

Tableau 31 : Analyse préliminaire des risques générique d'un parc éolien (source : Extrait du Guide l'étude de dangers éolien, 2012)

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2

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



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

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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)	Projection/chute fragments et chute mât	2

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

Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en annexe 3.



7.5. Effets dominos

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

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

Notons la présence du parc éolien de Kérigaret, composé de 4 aérogénérateurs, dont l'éolienne E4 la plus proche est située à environ 381 m au Sud-Ouest de E1 du parc éolien de Gwiler-Kerne.

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 ».

Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est proposé de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres.

Compte tenu de l'éloignement du parc éolien de Kérigaret, et n'étant pas recensé d'autres installations ICPE dans l'aire d'étude du parc éolien (rayon de 100 m), il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

Le risque de propagation d'un incendie d'une éolienne à la végétation est aussi exclu. La commune du projet n'est pas listée parmi les communes à risque incendie dans le plan de prévention des feux de forêts selon la DDRM et peu d'espaces boisés sont recensés aux abords : ce sont par ailleurs des milieux boisés de petite taille. De plus, la société IEL Exploitation 5 dispose des moyens de surveillance et d'intervention permettant de limiter ce risque.

La zone du projet de Guiler-sur-Goyen est rattachée au centre de secours de Plozévet, distante d'une dizaine de 10 km et à environ 12 min ce qui permet d'envisager une intervention rapide des secours en cas de problème.

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

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement d'« empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.

- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).
- **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. Pour rappel, la réglementation impose les temps de réponse suivants :
 - une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;
une seconde mesure maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes ;
- **Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.
- **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 32 : Mesures de sécurité

Fonction de sécurité	Description
1	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.
Indépendance	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.
Temps de réponse	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
2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).
Indépendance	Oui
Temps de réponse	NA
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.
Tests	NA
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.
3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement
Description	/
Indépendance	Oui

Fonction de sécurité	Description
Temps de réponse	NA
Efficacité	100 %
Tests	Surveillance via la maintenance prédictive avec détection de la déviation de température de chaque capteur
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.
4	Prévenir la survitesse
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.
5	Prévenir la courts-circuits
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	/



Fonction de sécurité	Description
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.
6	Prévenir les effets de la foudre
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	/
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.
7	Protection et intervention incendie
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours
Description	Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)
Indépendance	Oui
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.
Efficacité	100 %
Tests	/

Fonction de sécurité	Description
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.
8	Prévention et rétention des fuites
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : <ul style="list-style-type: none"> - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...); - de récupérer les déchets absorbés. - Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.
Indépendance	Oui
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite
Efficacité	100 %
Tests	/
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an
9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.
Indépendance	Oui
Temps de réponse	NA
Efficacité	100 %



Fonction de sécurité	Description
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.
10	Prévenir les erreurs de maintenance
Mesures de sécurité	Procédure maintenance
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel
Indépendance	Oui
Temps de réponse	NA
Efficacité	100 %
Tests	Rapport de service
Maintenance	NA
11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort
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	Pitch System testé tous les ans lors des maintenances préventives
Maintenance	Tous les ans
12	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques
Mesures de sécurité	Mise en place d'une procédure de veille cyclonique et d'intervention + mise en œuvre d'éoliennes équipées de dispositifs anticycloniques permettant abattage et arrimage au sol des éléments les plus sensibles, en particulier les pales
Description	L'ensemble de la structure [mât et/ou nacelle + hélice] peut être rabattu et arrimé au sol Détection des cyclones Formation des opérateurs Mise en place d'une procédure d'intervention suivant les niveaux d'alerte
Indépendance	Oui

Fonction de sécurité	Description
Temps de réponse	Mise en drapeau des pales < 1 min
Efficacité	100 %
Tests	Rapport de service
Maintenance	Contrôle et entretien des équipements de repli cyclonique

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

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

7.7. Conclusion de l'analyse 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 33 : 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. 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. Quelques petits milieux forestiers sont recensés aux abords des éoliennes, cependant, étants de petite taille et relativement distants, le risque de feu de forêt sera écarté dans l'analyse des risques d'incendie.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200). Notons que le poste de livraison est situé à plus d'un kilomètre de E1, écartant ce point dans l'analyse des risques des chutes et projection.
Chute et projection de glace	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. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.
----------------------------------	--

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

- Projection de tout ou une partie de pale
- Effondrement de l'éolienne
- Chute d'éléments de l'éolienne
- Chute de glace
- Projection de glace

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

Quelques petits milieux forestiers sont recensés aux abords des éoliennes, cependant, étant de petite taille et relativement distants, le risque de feu de forêt sera écarté dans l'analyse des risques d'incendie.

Pour le scénario suivant : « *Effondrement de l'éolienne, chute ou projection d'élément de l'éolienne sur un poste de livraison* », le site du projet éolien n'est pas concerné, dans la mesure où le poste de livraison se trouve à plus d'un km de l'éolienne E1 (soit l'éolienne la plus proche du poste de livraison).

8. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

8.1. Rappel des définitions

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

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 nationale relatif à l'étude de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

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

Ainsi, l'Analyse Détaillée des Risques suivra un processus intégrant pour les scénarios retenus les étapes suivantes, définies (redéfinies) ci-dessous :

Tableau 34 : Processus de l'Analyse Détaillée des Risques

Gravité	Exposition de cibles de vulnérabilités données à ces effets. Elle résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des cibles potentiellement exposées.
Probabilité d'occurrence	Fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée.
Cinétique des effets	Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les cibles.
Mesures de Maîtrise des Risques (MMR)	Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue souvent : <ul style="list-style-type: none"> - 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 de protection : - 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 cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.

8.1.1. Cinétique

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

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

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

8.1.2. Intensité

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

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



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

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

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

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

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

Tableau 35 : Intensité et 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 %

8.1.3. Gravité

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

Tableau 36 : Définition des zones d'effets

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

8.1.4. Probabilité

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

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	<i>Courant</i> 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	<i>Probable</i> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	<i>Improbable</i> 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	<i>Rare</i> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	<i>Extrêmement rare</i> 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 :

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



- P_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ
- $P_{orientation}$ = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)
- $P_{rotation}$ = probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)
- $P_{atteinte}$ = probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation)
- $P_{présence}$ = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné
- Dans le cadre des études de dangers des éoliennes, une approche majorante assimilant la probabilité d'accident ($P_{accident}$) à la probabilité de l'événement redouté central (P_{ERC}) a été retenue.

8.1.5. Acceptabilité

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

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

Tableau 37 : Matrice de l'acceptabilité des risques

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

- Légende de la matrice

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



8.2. Caractérisation des scénarios retenus

Dans le cadre de l'étude de dangers du parc éolien de Gwiler-Kerne, le modèle d'éolienne retenu est une machine fictive, reprenant les caractéristiques majorantes entre trois turbinières développés en début d'étude de dangers, répondant aux caractéristiques suivantes :

Tableau 38 : Caractéristiques des éoliennes utilisées dans le cadre de l'étude de dangers

Modèle machine	Hauteur de moyeu (H)	Hauteur totale en bout de pale (H2)	Diamètre de rotor (D)	Longueur de pale (R)	Largeur de mât (L)	Largeur de base de la pale (LB)
Gabarit « EDD »	100	150	117	57,6	5,45	3,93

8.2.1. Effondrement de l'éolienne

8.2.1.1. Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 150 m dans le cas des 2 éoliennes du projet de parc éolien de Gwiler-Kerne.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (Guide de l'étude de dangers – 2012). 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.

8.2.1.2. 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 dans le cas du projet de parc éolien de Gwiler-Kerne, avec pour rappel :

- R est la longueur de pale (R= 57,6 m) ;
- H la hauteur du mât (H=100 m) ;
- L la largeur du mât (L= 5,45 m) ;
- LB la largeur de la base de la pale (LB = 3,93 m).

Tableau 39 : Intensité scénario : Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale soit 150 m)

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale soit 150 m)				
Eolienne d'un gabarit de 150 m HT et d'un diamètre rotor de 117 m	$Z_i = (H) \times L + 3 \times R \times LB / 2$ $Z_i = 884 \text{ m}^2$ La zone d'impact est de 884 m ²	$Z_e = \pi \times (H + R)^2$ $Z_e = 78 \text{ 030 m}^2$ La zone d'effet est de 78 030 m ²	$d = Z_i / Z_e$ $d = 1,1 \%$ Le degré d'exposition du phénomène est donc compris entre 1 et 5%	Exposition Forte

L'intensité calculée révèle une exposition forte concernant le phénomène d'effondrement de l'éolienne sur le projet éolien de Gwiler-Kerne. L'intensité du phénomène d'effondrement reste cependant nulle au-delà de la zone d'effondrement.

8.2.1.3. Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 4.1.), 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 :

Ces niveaux de gravité sont reportés, à l'identique, dans le tableau suivant :

Tableau 40 : Ratio de détermination de la gravité du phénomène dangereux d'effondrement (source : Guide 2012)

Niveau de Gravité des conséquences	Nombre de personne exposée
Désastreux	Plus de 100 personnes exposées (1)
Catastrophique	Entre 10 et 100 personnes exposées
Important	Entre 1 et 10 personnes exposées
Sérieux	Au plus 1 personne exposée
Modéré	Pas de zone de léthalité hors de l'établissement

Pour la présente étude, on prendra en compte la zone délimitée des effets létaux.

Les éoliennes se situent sur des terrains non aménagés et peu fréquentés (cultures, voies non structurantes). Dans cette zone, selon la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 (cf. Annexe 1 - *Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne*), le nombre de personnes exposées N dans la zone d'effet est de **1 personne par tranche de 10 hectares**.

En effet, les éoliennes sont implantées dans des surfaces où apparaissent des voiries non structurantes comme les liaisons locales (ou voies communales) et les chemins agricoles. On considèrera une largeur moyenne de 7 m pour les voiries afin d'être majorant. Les plateformes des éoliennes rentrent elles aussi dans cette catégorie de terrain aménagé mais peu fréquenté.

Le tableau suivant permet de calculer le nombre équivalent de personnes présentes sur la zone.



Tableau 41 : Calcul du nombre équivalent personnes sur la zone – 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 : 150 m)							
Eolienne	Terrain non aménagé et très peu fréquenté (surface en m²)	Terrain aménagé mais peu fréquentés (surface en m²)	Zone d'activité (type) / Bâti (logements, ERP)	Voies de circulation (longueur)	TOTAL surface	Nombre de personnes permanentes (1 personne par tranche de 10 hectares)	Gravité
E1	70 767 m²	-	-	-	Soit 7,08 ha	< 1 personne	Sérieuse
E2	70 767 m²	-	-	1 827 m² (Chemin de Kernarhant)	Soit 6,9 ha	< 1 personne	Sérieuse

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 42 : Gravité scénario : 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)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 1 personne	Sérieuse
E2	< 1 personne	Sérieuse

Rappel : 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.

Il est à noter que pour la plupart des parcs éoliens, dans le périmètre délimité par la hauteur de chute de l'éolienne, le terrain est non aménagé et très peu fréquenté. Pour une éolienne d'une hauteur en bout de pale de 100 m, le nombre de personnes exposées sera donc inférieur à 1 (0,1 personne). La gravité sera donc considérée comme « Sérieuse ». Un calcul précis doit être fait si le périmètre présente d'autres caractéristiques (présence de routes structurantes, de terrains fréquentés, etc.).

8.2.1.4. Probabilité

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

Tableau 43 : Source littérature pour la probabilité d'effondrement de l'éolienne

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbines	4,5 x 10 ⁻⁴	Retour d'expérience
Specification of minimum distances	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 montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience¹, soit une probabilité de 4,47 x 10⁻⁴ par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C », à savoir : « *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 mesures de sécurité sont notamment :

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

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

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

8.2.1.5. Acceptabilité

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

Tableau 44 : Niveau de risque - scénario : 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)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable

Ainsi, pour le Parc éolien de Gwiler-Kerne, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

^{1 3} Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.



8.2.2. Chute de glace

8.2.2.1. 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 concerné par moins d’un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

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

8.2.2.2. 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 de Gwiler-Kerne, la zone d’effet a donc un rayon de 58,5 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.

8.2.2.3. 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 tableau ci-dessous permet d’évaluer l’intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du Parc éolien de Gwiler-Kerne. Z_i est la zone d’impact, Z_e est la zone d’effet, R est la longueur de pale (R= 57,6 m), SG est la surface du morceau de glace majorant (SG= 1 m²).

Tableau 45 : Intensité scénario : Chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 58,5 m)			
Zone d’impact en m ²	Zone d’effet du phénomène étudié en m ²	Degré d’exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = SG$ $Z_i = 1$ La zone d’impact est d’1 m ²	$Z_e = \pi \times R^2$ $Z_e = 10\,423\text{ m}^2$ La zone d’effet est de 10 423 m ²	$d = Z_i / Z_e$ $d = 0,01$ Le degré d’exposition du phénomène est inférieur à 1%	Exposition modérée

L’intensité calculée révèle une exposition modérée concernant le phénomène de chute de glace sur le projet de parc éolien de Gwiler-Kerne. L’intensité reste cependant nulle hors de la zone de survol.

8.2.2.4. Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l’arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 4.1.), 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 :

Tableau 46 : Ratio de détermination de la gravité du phénomène dangereux d’effondrement (source : Guide 2012)

Niveau de Gravité des conséquences	Nombre de personne exposée
Désastreux	Plus de 100 personnes exposées (1)
Catastrophique	Entre 10 et 100 personnes exposées
Important	Entre 1 et 10 personnes exposées
Sérieux	Au plus 1 personne exposée
Modéré	Pas de zone de létalité hors de l’établissement

Les éoliennes se situent sur des terrains non aménagés et peu fréquentés (cultures, voies non structurantes). Dans cette zone, selon la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 (Cf. Annexe 1 - Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d’un accident à proximité d’une éolienne), le nombre de personnes exposées N dans la zone d’effet est de **1 personne par tranche de 10 hectares**.

Le tableau suivant permet de calculer le nombre équivalent de personnes présentes sur la zone.

Tableau 47 : Calcul du nombre équivalent personnes sur la zone – Chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol, soit 58,5 m)							
Eolienne	Terrain non aménagé et très peu fréquenté (surface en m ²)	Terrain aménagé mais peu fréquentés (surface en m ²)	Zone d’activité (type) / Bâti (logements, ERP)	Voies de circulation (longueur en m)	TOTAL surface	Nombre de personnes permanentes (1 personne par tranche de 10 hectares)	Gravité
E1	10 764 m ²	-	-	-	Soit 1,08 ha	< 1 personne	Sérieux
E2	10 764 m ²	-	-	-	Soit 1,08 ha	< 1 personne	Sérieux



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 48 : Gravité scénario : Chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 41 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 1 personne	Modéré
E2	< 1 personne	Modéré

8.2.2.5. Probabilité

De façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A », c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10⁻².

8.2.2.6. Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de A, le risque de chute de glace pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'une gravité « Modérée » qui correspond pour cet événement à un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 1.

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

Tableau 49 : Niveau de risque - scénario : chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 41 m)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable

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

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

8.2.3. Chute d'éléments de l'éolienne

8.2.3.1. 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 soit 58,5 m.

8.2.3.2. 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 de Gwiler-Kerne. d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_e la zone d'effet, R la longueur de pale (R= 57,6 m) et LB la largeur de la base de la pale des aérogénérateurs de l'installation (LB= 3,93 m).

Tableau 50 : Intensité scénario : Chute d'éléments de l'éolienne

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 58,5 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R \cdot LB / 2$ $Z_i = 113 \text{ m}^2$	$Z_e = \pi \times R^2$ $Z_e = 10\,423 \text{ m}^2$	$d = Z_i / Z_e$ $d = 1,08$	Exposition forte
La zone d'impact est de 113 m ²	La zone d'effet est de 10 423 m ²	Le degré d'exposition du phénomène est donc compris entre 1 et 5%	

L'intensité calculée révèle une exposition forte concernant le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne sur le projet éolien de Gwiler-Kerne. L'intensité en dehors de la zone de survol est nulle.

8.2.3.3. Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 4.1.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne, dans la zone de survol de l'éolienne :



Tableau 51 : Ratio de détermination de la gravité du phénomène dangereux d'éléments d'une éolienne (source : Guide 2012)

Niveau de Gravité des conséquences	Nombre de personne exposées	
	Si le phénomène de chute d'élément engendre une zone d'exposition modérée	Si le phénomène de chute d'élément engendre une zone d'exposition importante
Désastreux	Plus de 1000 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées
Catastrophique	Entre 100 et 1000 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
Important	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 1 et 10 personnes exposée
Sérieux	Moins de 10 personnes exposées	Au plus 1 personne exposée
Modéré	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement

Les éoliennes se situent sur des terrains non aménagés et peu fréquentés (cultures, voies non structurantes). Dans cette zone, selon la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 (cf. Annexe 1 - *Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne*), le nombre de personnes exposées N dans la zone d'effet est de **1 personne par tranche de 10 hectares**.

Le tableau suivant permet de calculer le nombre équivalent de personnes présentes sur la zone.

Tableau 52 : Calcul du nombre équivalent personnes sur la zone – Chute d'éléments

Chute d'éléments (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol, soit 58,5 m)							
Eolienne	Terrain non aménagé et très peu fréquenté (surface en m²)	Terrain aménagé mais peu fréquentés (surface en m²)	Zone d'activité (type) / Bâti (logements, ERP)	Voies de circulation (longueur en m)	TOTAL surface	Nombre de personnes permanentes (1 personne par tranche de 10 hectares)	Gravité
E1	10 764 m²	-	-	-	Soit 1,08 ha	< 1 personne	Sérieux
E2	10 764 m²	-	-	-	Soit 1,08 ha	< 1 personne	Sérieux

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 53 : Gravité scénario : Chute d'éléments de l'éolienne

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 58,5 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 1 personne	Sérieux
E2	< 1 personne	Sérieux

8.2.3.4. Probabilité

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

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4.47 x 10⁻⁴ événement par éolienne et par an).

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

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

8.2.3.5. Acceptabilité

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

Tableau 54 : Niveau de risque - scénario : chute d'éléments de l'éolienne

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 58,5 m)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable

Ainsi, pour le Parc éolien de Gwiler-Kerne, le phénomène de chute d'éléments des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.4. Projection de pales ou de fragments de pales

8.2.4.1. 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.

L'analyse de ce recueil d'accidents indique une distance maximale de projection de l'ordre de 500 mètres à deux exceptions près :

- 1 300 m rapporté pour un accident à Hundhammerfjellet en Norvège le 20/01/2006
- 1 000 m rapporté pour un accident à Burgos en Espagne le 09/12/2000
- Toutefois, pour ces deux accidents, les sources citées ont été vérifiées par le SER-FEE et aucune distance de projection n'y était mentionnée. Les distances ont ensuite été vérifiées auprès des constructeurs concernés et dans les deux cas elles n'excédaient pas 300 m.
- Ensuite, pour l'ensemble des accidents pour lesquels une distance supérieure à 400 m était indiquée, les sources mentionnées dans le recueil ont été vérifiées de manière exhaustive (articles de journal par



exemple), mais aucune d’elles ne mentionnait ces mêmes distances de projection. Quand une distance était écrite dans la source, il pouvait s’agir par exemple de la distance entre la maison la plus proche et l’éolienne, ou du périmètre de sécurité mis en place par les forces de l’ordre après l’accident, mais en aucun cas de la distance de projection réelle.

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.

8.2.4.2. 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 (500 m).

Le tableau ci-dessous permet d’évaluer l’intensité du phénomène de chute d’éléments de l’éolienne dans le cas du Parc éolien de Gwiler-Kerne. d est le degré d’exposition, Zi la zone d’impact, Z_E la zone d’effet, R la longueur de pale (R=57,6 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB= 3,93 m).

Tableau 55 : Intensité scénario : Projection de pale ou de 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
$Z_i = R \cdot LB / 2$ $Z_i = 113 \text{ m}^2$ La zone d’impact est de 113 m ²	$Z_E = \pi \times R^2$ $Z_E = 10\,423 \text{ m}^2$ La zone d’effet est de 10 423 m ²	$d = Z_i / Z_E$ $d = 1,08$ Le degré d’exposition du phénomène est donc compris entre 1 et 5%	Exposition forte

L’intensité calculée révèle une exposition forte concernant le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale sur le projet éolien de Gwiler-Kerne.

8.2.4.3. Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 4.1., 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 :

Tableau 56 : Ratio de détermination de la gravité du phénomène dangereux de projection (source : Guide 2012)

Niveau de Gravité des conséquences	Nombre de personne exposées
Désastreux	Plus de 1000 personnes exposées
Catastrophique	Entre 100 et 1000 personnes exposées
Important	Entre 10 et 100 personnes exposées

Niveau de Gravité des conséquences	Nombre de personne exposées
Sérieux	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

Les éoliennes se situent sur des terrains non aménagés et peu fréquentés (cultures, voies non structurantes). Dans cette zone, selon la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 (cf. Annexe 1 - Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d’un accident à proximité d’une éolienne), le nombre de personnes exposées N dans la zone d’effet est de **1 personne par tranche de 10 hectares**.

Le tableau suivant permet de calculer le nombre équivalent de personnes présentes sur la zone.

Tableau 57 : Calcul du nombre équivalent personnes sur la zone – Projection de pales ou de fragments de pales

Projection de pales ou de fragments de pales (zone de 500 m autour de chaque éolienne)							
Eolienne	Terrain non aménagé et très peu fréquenté (surface en m ²)	Terrain aménagé mais peu fréquentés (surface en m ²)	Zone d’activité (type) / Bâti (logements, ERP)	Voies de circulation (longueur)	TOTAL surface	Nombre de personnes permanentes (1 personne par tranche de 10 hectares)	Gravité
E1	786 303 m ²	-	-	8 260 m ² (chemin de Kernerben) 5 607 m ² (chemin de Kernarhant) 910 m ² (chemin de Kersibirvic) 399 m ² (chemin de Kersaliou Nord) 203 m ² (chemin de Kersaliou Sud)	Soit 77,09 ha	7 personnes	Sérieux
E2	786 303 m ²	-	-	175 m ² (chemin de Kersibirvic) 483 m ² (chemin de Kernerben) 5 964 m ² (chemin de Kernarhant) 2 408 m ² (chemin de Kersaliou Nord) 4 053 m ² (chemin de Kersaliou Sud) 2 702 m ² (chemin de Poulguiler)	Soit 77,05ha	7 personnes	Sérieux

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 58 : Gravité scénario : Projection de pale ou de fragment de pale

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 10 personnes	Sérieux
E2	< 10 personnes	Sérieux

8.2.4.4. Probabilité

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

Tableau 59 : Source littérature pour la probabilité de Projection de pale ou de fragment de pale

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assessment for a wind farm project	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines	$1, 1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification distances	$6,1 \times 10^{-4}$	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 montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit $7,66 \times 10^{-4}$ événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 Septembre 2005 d'une probabilité « C » : « 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 considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D » : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctrices réduisant significativement la probabilité ».

8.2.4.5. Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de « D », le risque de projection de tout ou partie de pale pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 1 000 dans la zone d'effet.

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

Tableau 60 : Niveau de risque - scénario : chute d'éléments de l'éolienne

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable

Ainsi, pour le projet de parc éolien de Gwiler-Kerne, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.5. Projection de glace

8.2.5.1. Zone d'effet

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

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence 15 de la bibliographie issue du Guide de l'étude de dangers – 2012 propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

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

Soit 331,5 m dans le cas du projet de parc éolien de Gwiler-Kerne.

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.



8.2.5.2. 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-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du Parc éolien de Gwiler-Kerne. d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_e la zone d'effet, R la longueur de pale (R= 57,6 m), H la hauteur au moyeu (H= 150 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace (1m²).

A noter que la considération d'une valeur majorante pour ce scénario.

Tableau 61 : Intensité scénario : Projection de morceaux de glace

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z _i = SG Z _i = 1	Z _e = π x 1,5*(H+2*R) ² Z _e = 497 140 m ²	d = Z _i / Z _e d= 0,0002	Exposition modérée
La zone d'impact est de 1m ²	La zone d'effet est de 497 140 m ²	Le degré d'exposition du phénomène est inférieur à 1%	

L'intensité calculée révèle une exposition modérée concernant le phénomène de projection de morceaux de glace sur le projet éolien de Gwiler-Kerne.

8.2.5.3. Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 4.1, 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 :

Tableau 62 : Ratio de détermination de la gravité du phénomène dangereux de projection de glace (source : Guide 2012)

Niveau de Gravité des conséquences	Nombre de personne exposée
Désastreux	Plus de 1000 personnes exposées
Catastrophique	Entre 100 et 1000 personnes exposées
Important	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

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.

Sur la base de cet élément, nous ne prendrons pas en compte des voies de circulations pour le phénomène de projection de morceaux de glace, les personnes étant, sur une infrastructure routière, protégées dans leur véhicule.

Les éoliennes se situent sur des terrains non aménagés et peu fréquentés (cultures, voies non structurantes). Dans cette zone, selon la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 (cf. Annexe 1 - *Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne*), le nombre de personnes exposées N dans la zone d'effet est de **1 personne par tranche de 10 hectares**.

Le tableau suivant permet de calculer le nombre équivalent de personnes présentes sur la zone.

Tableau 63 : Calcul du nombre équivalent personnes sur la zone – Projection de glace

Projection de glace (zone de 331,5 m autour de chaque éolienne)							
Eolienne	Terrain non aménagé et très peu fréquenté (surface en m ²)	Terrain aménagé mais peu fréquentés (surface en m ²)	Zone d'activité (type) / Bâti (logements, ERP)	Voies de circulation (surface en m ²)	TOTAL surface en hectares	Nombre de personnes permanentes (1 personne par tranche de 10 hectares)	Gravité
E1	345 634 m ²	-	-	4 144 m ² (chemin de Kernerben) 3 087 m ² (chemin de Kernarhant)	Soit 33,84 ha	3 personnes	Sérieux
E2	345 635 m ²	-	-	798 m ² (chemin de Kersaliou Nord) 1 974 m ² (chemin de Kersaliou Sud) 4 655 m ² (chemin de Kernarhant)	Soit 33,82 ha	3 personnes	Sérieux

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 64 : Gravité scénario : Projection de morceaux de glace

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	1 personne	Modéré
E2	1 personne	Modéré



8.2.5.4. 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'aucun accident lié à une projection de glace ;

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

8.2.5.5. 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.

La présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage sur les 2 éoliennes est prévu

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

Tableau 65 : Niveau de risque - scénario : Projection de morceaux de glace

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable

Ainsi, pour le projet de parc éolien de Gwiler-Kerne, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques

8.3.1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

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

Tableau 66 : Synthèse des scénarios étudiés

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale, soit 150 m	Rapide	Exposition forte	D (pour des éoliennes récentes) ⁴	Sérieux pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol, soit 58,5 m	Rapide	Exposition modérée	A sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Sérieux pour toutes les éoliennes
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol, soit 58,5 m	Rapide	Exposition forte	C	Sérieux pour toutes les éoliennes
Projection de pales ou de fragments de pales	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition forte	D (pour des éoliennes récentes) ⁵	Sérieux pour toutes les éoliennes
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne, soit 331,5 m	Rapide	Exposition modérée	B sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Sérieux pour toutes les éoliennes

8.3.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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



Tableau 67 : Matrice de l'acceptabilité des risques

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Effondrement de l'éolienne (toutes éoliennes) Projection d'éléments (toutes éoliennes)	Chute d'élément de l'éolienne (toutes éoliennes)	Jaune	Rouge
Modéré	Vert	Vert	Vert	Projection de glace (toutes éoliennes)	Chute de glace (toutes éoliennes)

Légende de la matrice :

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

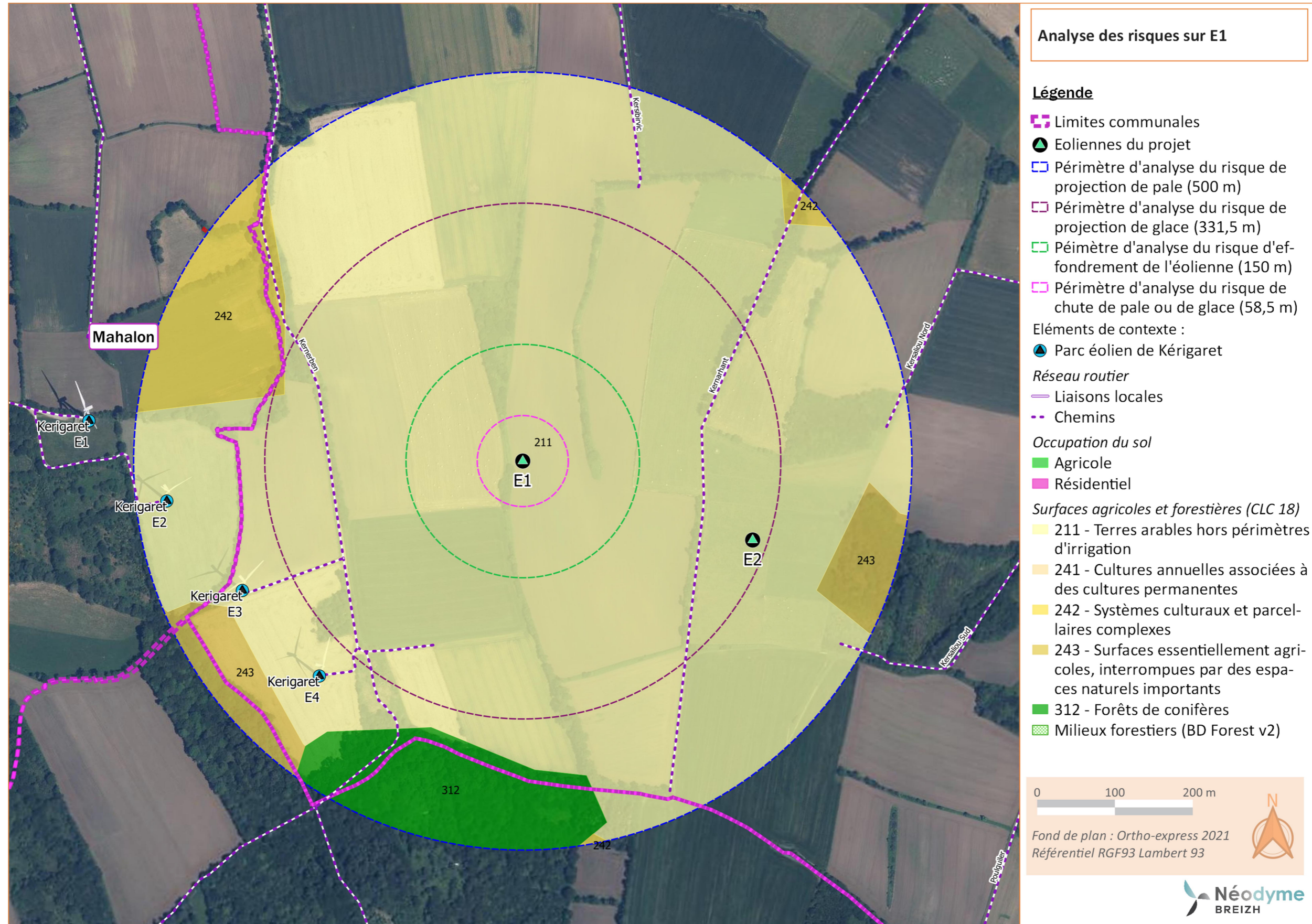
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune.

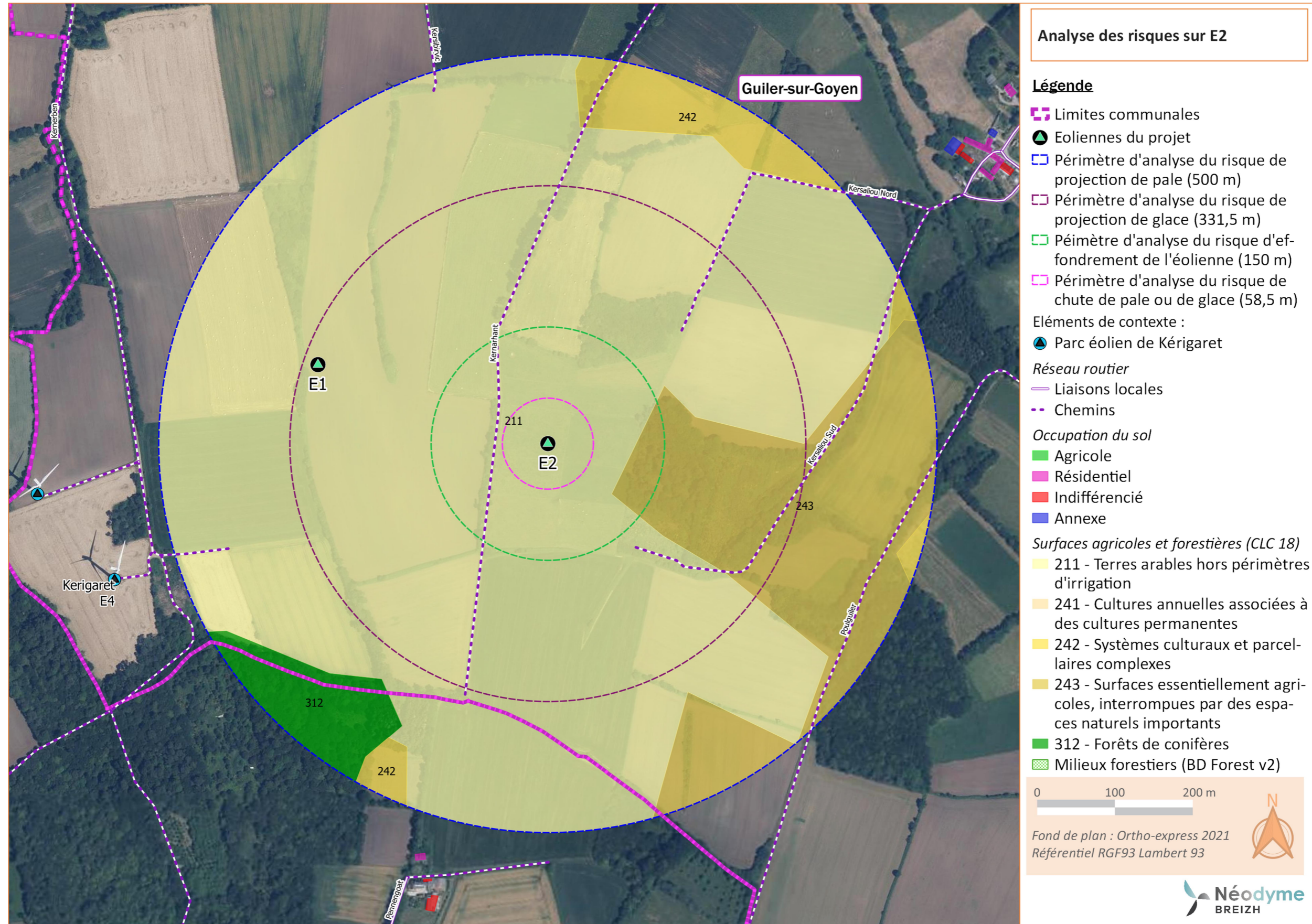
Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 sont mises en place.

8.3.3. Cartographie des risques

La cartographie des risques a été réalisée. Elle indique les différents périmètres de risques ainsi que les enjeux vulnérables identifiés. La carte des risques pour chaque éolienne est présentée ci-après.



Carte 10 : Périmètres des risques pour l'éolienne 1



Carte 11: Périmètres des risques pour l'éolienne 2



9. CONCLUSION

L'étude de dangers du projet de parc éolien de Gwiler-Kerne s'est attachée à recenser les diverses infrastructures et activités présentes dans l'environnement des éoliennes sur le site, et à rendre compte de l'ensemble des démarches réalisées pour concevoir le projet, analyser les dangers inhérents et présenter les mesures de sécurité prises.

D'un point de vue global, le projet de parc éolien de Gwiler-Kerne affiche un environnement principalement agricole dont le choix technique (potentiel vent, distances aux habitations, servitudes, etc.) apparaît comme adéquat pour le développement éolien. Ainsi, les différentes activités et infrastructures présentes dans la zone d'étude de dangers des 500 mètres autour des installations éoliennes, ont fait l'objet d'une attention particulière afin de déterminer le niveau de risque pour chaque installation. La surface d'agriculture, les fréquentations des routes et chemins agricoles, de même que les bâtiments agricoles, ont été répertoriés et comptabilisés pour permettre d'affiner l'intensité et la gravité par type d'accident, développées dans l'analyse des risques.

Par ailleurs, l'étude des accidents ayant eu lieu en Europe et dans le monde indique que les probabilités d'accidents liés au fonctionnement d'un parc éolien sont très faibles et qu'ils prennent leur origine le plus souvent dans des défauts de conception de fondations, des modifications du modèle initial du constructeur, ou une mauvaise utilisation du système de sécurité visant à éviter la survitesse de rotation du rotor. Les accidents sont de plus souvent liés à des conditions climatiques particulières.

De plus, après analyse détaillée des risques selon la méthodologie de la circulaire du 10 mai 2010, il apparaît qu'aucun scénario étudié ne ressort comme inacceptable.

Aussi, l'exploitant a mis en œuvre des mesures adaptées pour maîtriser les risques :

- l'implantation permet d'assurer un éloignement suffisant des zones fréquentées,
- l'exploitant respecte les prescriptions générales de l'arrêté du 26 août 2011,
- les systèmes de sécurité des aérogénérateurs sont adaptés aux risques.

Les systèmes de sécurité des aérogénérateurs seront maintenus dans le temps et testés régulièrement en conformité avec la section 4 de l'arrêté du 26 août 2011.

La conception du parc éolien s'appuie sur un ensemble de mesures préventives afin de prévenir tous les risques potentiels. Ces mesures s'appliquent en amont du projet en choisissant d'installer des éoliennes neuves et de se conformer à toutes les exigences du constructeur, garantissant un niveau très élevé de sûreté. La phase de chantier intègre également un ensemble de procédures qui visent à réaliser les travaux conformément aux plans établis, à relever toute défaillance, à assurer la sécurité des personnes et des tiers sur le chantier.

Comme prévu par la loi, le maître d'ouvrage nommera un coordinateur de sécurité qui rédigera un plan de coordination lors de la phase de planification des travaux. Ce plan prévoira la mise en place de l'ensemble des infrastructures liées à la sécurité, à la santé et à l'hygiène du personnel. Sa réalisation sera le fruit d'une collaboration entre l'ensemble des intervenants du chantier.

L'accès au chantier sera interdit au public et une signalisation correspondante sera convenue et mise en œuvre.

La mise en place des mesures préventives doit éviter que des accidents se produisent sur le parc. Les maintenances préventives, organisées en moyenne à intervalles de 6 mois, permettent de maintenir un état de fonctionnement correct des éoliennes et de détecter d'éventuels défauts ou usures prématurées. Ces interventions, ainsi que les maintenances correctives, sont encadrées par un plan de prévention des risques.

Enfin, le centre de conduite et d'exploitation du turbinier permet de procéder à des manœuvres télécommandées en cas d'accident, grâce aux outils de surveillance à distance et en temps réel (SCADA, alarmes, caméras, ...) afin de renforcer la sûreté des installations pendant leur exploitation.

Le projet de parc éolien de Gwiler-Kerne permet donc 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 actuelles.



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

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées dans chacune des zones d'effet des phénomènes dangereux identifiés. Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (partie III.4), 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 (partie VIII).

TERRAINS NON BATIS

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.

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.

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

Voies ferroviaires

Train de voyageurs : compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie.

Voies navigables

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

Chemins et voies piétonnes

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

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

Logements

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

Etablissements 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.

Zones d'activité

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



Annexe 2 : Tableau de l'accidentologie française

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et fin 2011. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de la trame type de l'étude de dangers. A partir de 2012, ont été recensés les accidents survenus d'après le site du BARPI, dispensé par le Ministère de la Transition écologique.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département nt	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 CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles- Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	Inconnu	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 CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, 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 Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles- Limousis	Aude	0,75	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 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 CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
Effondrement nt	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 CGM Site Vent de Colère 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 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 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
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 (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	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)	-
Emballlement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballlement 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	-
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	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 Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance e	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 nt	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 survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base 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, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance e	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 é	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)
Bris d'une pale d'éolienne par une tempête	04/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais (62)				Une pale se disloque, percute le mât puis une seconde pale. Des débris sont projetés à 160° jusqu'à 380 m sur 4,3 ha.	Coupure électrique + vents violents	Base de données ARIA	-
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	-
Électrisation lors de la maintenance d'une éolienne	06/02/2012	Lehaucourt	Aisne (02)				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).	La gendarmerie et l'inspection du travail effectuent des enquêtes. Les victimes portaient leurs EPI lors des faits. Un accident similaire s'était produit en 2009 (ARIA 35814).	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Chute d'une pale d'éolienne	11/04/2012	Sigean	Aude (11)				Défaut de vibration apparaît et présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m.	Impact de foudre suspecté par les assurances.	Base de données ARIA	-



Chute d'une pale d'éolienne	18/05/2012	Fresnay-l'Evêque	Eure-et-Loir (28)	2	2008	Non	Oscillation anormale des aérogénérateurs. Chute d'une pale (9 t, 46 m) au pied de l'installation et la rupture du roulement qui raccordait la pale au hub.	Aucune anomalie ni signe précurseur n'est relevé. Des traces de corrosion liées aux conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement sont détectées.	Base de données ARIA	-
Chute d'éolienne	30/05/2012	Port-la-Nouvelle	Aude (11)		1991	Non	Chute d'une éolienne. Aérogénérateur à l'arrêt pour réparations au moment des faits.	Vents violents	Base de données ARIA	-
Chute d'un élément d'une pale d'éolienne	01/11/2012	Vieillespesse	Cantal (15)	2,5	2011	Non	Projection d'élément de pale (400 g) est projeté à 70 m du mât.	Aucun élément n'est donné par le site de l'ARIA.	Base de données ARIA	Peu d'éléments
Feu d'éolienne	05/11/2012	Sigean	Aude (11)	6,6			Des suites d'une chute d'une pale, un feu se déclare sur une éolienne. Des projections incandescentes enflamment 80 m ² de garrigue environnante.	Un dysfonctionnement de disjoncteur situé sur l'éolienne a entraîné la propagation de courants de court-circuit faisant fondre les câbles et entraînant un départ d'incendie dans la nacelle. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied pourrait avoir agi comme circonstance aggravante.	Base de données ARIA	
Chute d'une pale d'éolienne	06/03/2013	Roquetaillade-et-Conilhac	Aude (11)				Défaut de vibration Chute d'une des 3 pales s'est décrochée avant de percuter le mât.	Rupture des vis de la bague extérieure du roulement de pale	Base de données ARIA	-
Feu d'éolienne	17/03/2013	Euvy	Marne (51)	18 éoliennes	2011		Feu dans la nacelle d'une éolienne. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent.	La gendarmerie évoque une défaillance électrique après avoir écarté la malveillance.	Base de données ARIA	-
Eolienne touchée par la foudre	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche (07)				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. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées.	L'impact enregistré le plus proche de l'éolienne au moment de l'orage est donné avec une intensité de 94 kA. + incursion d'un arc électrique dans la pale conduisant à une montée en pression de l'air intérieur.	Base de données ARIA	-
Déversement d'huile hydraulique dans un parc éolien	03/08/2013	Moréac	Morbihan (56)				Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique. Le produit pollue le sol sur 80 m ² . 25 t de terres polluées sont excavés et traités.	Pas d'éléments apportés par le site de l'ARIA.	Base de données ARIA	Peu d'éléments
Incident sur un accumulateur dans une éolienne	01/07/2013	Cambon-et-Salvergues	Hérault (34)				Accident d'un technicien causé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient. Dépressurisation brutale d'une vanne d'azote, projetant une partie de la vanne au visage de l'opérateur ce qui lui brise le nez et	Défaillances organisationnelles du personnel de maintenance.	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)



							plusieurs dents. L'inhalation du gaz provoque également un décollement de l'œsophage.			
Feu d'éolienne	09/01/2014	Antheny	Ardennes (08)	2,5			Feu d'éolienne. La nacelle est détruite.	Incident électrique.	Base de données ARIA	-
Arrêt automatique d'éolienne et chute de pale	20/01/2014	Sigean	Aude (11)				Défaut de vibration entraine un arrêt de l'éolienne, puis chute de pale de 20 m au pied du mât.	Fissures détectées sur la pièce en aluminium appelée "alu ring", située à la base de la pale.	Base de données ARIA	-
Chute d'une pale d'éolienne	14/11/2014	Saint-Cirgues-en-Montagne	Ardèche (07)				L'élément principal chute au pied de l'éolienne. Certains débris sont projetés à 150 m.	Conditions météorologiques (orages + tempête)	Base de données ARIA	-
Chute d'une pale d'éolienne	05/12/2014	Fitou	Aude (11)	9 éoliennes			Chute d'une pale d'une éolienne au sol (2 parties de l'aéofrein de la pale), et mesure 3 m de long. Elle est retrouvée à 80 m du mât.	Défaillance matérielle ou à un décollage sur les plaques en fibre de verre.	Base de données ARIA	Défaut constructeur
Feu d'éolienne	29/01/2015	Rémigny	Aisne (02)				Un feu se déclare dans une éolienne. À cause des fumées, ces derniers ne parviennent pas à approcher de la source de l'incendie. Ils doivent attendre leur dissipation.	Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre, provoquant un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie. L'éolienne n'était pas encore en exploitation, mais en phase de test.	Base de données ARIA	-
Feu d'éolienne	06/02/2015	Lusseray	Deux-Sèvres (79)				Feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs.	Aucun élément n'est présent sur le site de l'ARIA.	Base de données ARIA	-
Chute d'une pale d'une éolienne	05/04/2015	Roquetaillade-et-Conilhac	Aude (11)	4 éoliennes			Défaut vibratoire signalé par alarme. L'éolienne s'arrête automatiquement. Présence d'une pale au sol en pied de tour, les 2 autres pales étant toujours solidaires du moyeu.	Mauvais état technique des vis a été probablement engendré par le fonctionnement en mode dégradé des éoliennes durant 1 mois en 2013 (ARIA 43576) : il avait été détecté un défaut de serrage + vents importants.	Base de données ARIA	-
Fuite de lixiviats dans une installation de stockage de déchets	01/07/2015	Grisolles	Aisne (02)				Fuite de lixiviats issus d'une installation de stockage de déchets non dangereux (déchirure d'une géomembrane de la digue séparant une alvéole) causé par la chute d'un objet depuis une éolienne.	La fuite aurait été causée par un objet qui, en tombant d'une éolienne sur la digue, aurait frotté contre le PEHD et provoqué une déchirure de 30 cm.	Base de données ARIA	-
Feu d'éolienne	24/08/2015	Santilly	Eure-et-Loir (28)				Feu sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur.	Aucun élément n'est présent sur le site de l'ARIA.	Base de données ARIA	Peu d'éléments



Chute des pales et du rotor d'une éolienne	10/11/2015	Menil-la-Horgne	Meuse (55)				Les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé. De l'huile s'en écoule mais reste confinée dans la rétention. Les débris, disséminés sur 4 000 m ² , sont ramassés.	Défaillance de l'arbre lent, causé par un défaut de fabrication de la pièce.	Base de données ARIA	-
Rupture de l'aéofrein d'une pale d'éolienne	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude (11)				Rupture d'un aéofrein d'une des 3 pales d'une éolienne et chute au sol.	Rupture mécanique entraînant une défaillance de résistance des matériaux	Base de données ARIA	-
Le vent endommage une éolienne	08/02/2016	Dinéault	Finistère (29)	4*3 MW	1999	Non	Chute de pale et une autre se déchire. La pale rompue est retrouvée à 40 m du pied du mat.	Tempête (vents à 160 km/h).	Base de données ARIA	-
Chute d'une pale d'éolienne	07/03/2016	Calanhel	Côtes d'Armor (22)				Une des pales d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. Le mât est endommagé dans sa partie haute.	La pale est déplacée, en dehors de la zone de culture. Les gros débris composés de matériaux composites et d'éléments mécaniques métalliques, projetés sur 50 m, sont regroupés pour expertise.	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile dans une éolienne	28/05/2016	Janville-en-Beauce	Eure-et-Loir (28)				Ecoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne (récupéré avant d'avoir atteint le sol).	Défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de l'éolienne.	Base de données ARIA	-
Feu dans une éolienne	10/08/2016	Hescamp	Somme (80)				Feu dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor. Un technicien maîtrise l'incendie avant l'arrivée des pompiers. Il est légèrement intoxiqué par les fumées.	Une défaillance électrique serait à l'origine du départ de feu.	Base de données ARIA	-
Feu dans une éolienne	18/08/2016	Dargies	Oise (60)				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'aérogénérateur, à 80 m de haut.	Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie. L'armoire électrique ou le pupitre de commande en serait le point de départ.	Base de données ARIA	-
Electrisation d'un employé dans une éolienne	14/09/2016	Les Grandes-Chapelles	Aube (10)				Employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne. Les pompiers spécialisés dans les interventions en hauteur évacuent la victime consciente.	Aucun élément n'est présent sur le site de l'ARIA.	Base de données ARIA	Peu d'éléments
Fissure sur une pale d'éolienne	11/01/2017	Le Quesnoy	Nord (59)				Une fissure de 6,5 m de long est constatée sur une pale d'une éolienne.	Le dommage est situé sur l'habillage de la pale et n'affecte pas la partie structurelle.	Base de données ARIA	-
Rupture des pales d'une éolienne	12/01/2017	Tuchan	Aude (11)	6	2002		3 pales d'une éolienne chutent au sol. L'exploitant collecte les morceaux de fibre de carbone répartis autour du mat de 40 m de l'éolienne. Des impacts sur le mat sont visibles. L'éolienne était à l'arrêt pour maintenance suite à la casse totale de son arbre lent	Endommagement du roulement avant sur lequel l'arbre est posé. Cette défaillance aurait induit une contrainte importante en flexion sur la partie arrière, à l'entrée dans le multiplicateur, provoquant sa rupture.	Base de données ARIA	-



							quelques jours auparavant. Cette rupture a eu pour conséquence le désaccouplement du rotor avec le multiplicateur, donc de rendre inopérant le frein mécanique			
Chute d'une pale d'une éolienne	18/01/2017	Nurlu	Somme (80)				Une pale d'éolienne est au sol et s'est brisée en plusieurs morceaux mais son armature est toujours en place. L'essentiel des débris se situe à moins de 90 m du mât. Les débris les plus lourds sont à moins de 27 m.	Selon la presse, la tempête survenue quelques jours auparavant pourrait être à l'origine de la chute.	Base de données ARIA	-
Rupture des pales d'une éolienne	27/02/2017	Lavallée	Meuse (55)	2MW	2011		Lors d'un orage, la pointe d'une pale d'éolienne se rompt. L'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne. Les débris sont ramassés et traités	Une rafale de vent extrême ayant été mesurée dans les secondes précédant la rupture, cette origine est privilégiée pour expliquer la casse de la pale.	Base de données ARIA	-
Chute d'un élément d'une pale d'éolienne	27/02/2017	Trayes	Deux-Sèvres (79)				Mise à l'arrêt d'une éolienne et incohérence entre les vitesses de rotation du rotor et de l'arbre de la génératrice électrique. Le lendemain matin, l'exploitant constate sur place que les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m.	Défaut de fabrication	Base de données ARIA	Défaillance construction
Feu dans la nacelle d'une éolienne	06/06/2017	Allonnes	Eure-et-Loir (28)				Feu dans la nacelle d'une éolienne. L'incendie s'éteint seul, à la fin de la combustion de la nacelle. La nacelle et le rotor sont totalement calcinés. Une partie des pales ainsi que le haut du mât ont été touchés par l'incendie. Des éléments sont tombés au sol. Des coulures d'hydrocarbures sont constatées sur le mât. Les dégâts sont de nature à compromettre la stabilité mécanique du mât, de la nacelle, des pales et du rotor de l'éolienne.	L'exploitant indique qu'un défaut des condensateurs du boîtier électrique, situé dans la nacelle, pourrait être à l'origine du sinistre.	Base de données ARIA	-
Chute de pale d'éolienne due à la foudre	08/06/2017	Aussac-Vadalle	Charente (16)				Durant la nuit lors d'un orage, une partie d'une pale d'une éolienne chute au sol. Le lendemain matin, l'exploitant collecte les débris tombés dans une zone de 50 à 100 m du mât.	Impact de foudre est à l'origine de sa rupture (rupture du bord de fuit, puis une déchirure du fragment).	Base de données ARIA	-



Chute d'une pale d'éolienne	24/06/2017	Conchy-sur-Canche	Pas-de-Calais (62)				Pale d'une éolienne se brise au niveau de sa jonction avec le rotor dans un parc éolien. La pale chute à la verticale, au pied du mat. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m.	Le vent était faible au moment de l'événement.	Base de données ARIA	Peu d'éléments
Chute d'un aérofrein d'une éolienne	17/07/2017	Fécamp	Seine-Maritime (76)				Aérofrein se détache d'une pale d'éolienne. Le lendemain matin, un agent de maintenance découvre l'équipement au pied du mât de 49 m. La clôture du site est endommagée.	Desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en seraient à l'origine.	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile sur une éolienne	24/07/2017	Mauron	Morbihan (56)				Une fuite d'huile sur une éolienne. Le rejet, estimé à 5 l, s'est écoulé le long du mât et quelques gouttes sont tombées au sol. Seule une zone de pollution de 2 m ² sur 10 cm de profondeur est identifiée au pied du mât.	La rupture d'un flexible du circuit hydraulique de l'aérogénérateur en est à l'origine.	Base de données ARIA	-
Bris d'une pale d'éolienne	04/08/2017	Priez	Aisne (02)				Pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol. Les débris sont retrouvés par l'exploitant au pied du mât le matin.	Le parc vient d'être construit et entre dans sa phase de mise en service.	Base de données ARIA	Peu d'éléments
Chute du carénage d'une éolienne	08/11/2017	Roman	Eure (27)				Le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne tombe au sol. Cette pièce mesure 2 m de diamètre et pèse plusieurs dizaines de kg.	Défaut d'assemblage des boulonnages. La procédure n'aurait pas été respectée lors du montage des turbines.	Base de données ARIA	-
Chute d'une éolienne lors d'une tempête	01/01/2018	Bouin	Vendée (85)		2003	Non	Le mât d'une éolienne de 60 m de haut se brise en 2. Les 55 m supérieurs de l'éolienne chutent au sol. Des débris s'éparpillent sur une surface assez importante. Le rotor est enfoncé dans le sol.	Erreur humaine d'interprétation des données à distance provoquant une accélération du rotor et usure anormale des blocs de frein du système d'orientation des pales, non détectés lors des contrôles annuels.	Base de données ARIA	Erreur humaine
Chute d'une pale d'éolienne	04/01/2018	Nixeville-Blercourt	Meuse (55)	2			Extrémité d'une pale d'une éolienne se rompt. Un morceau de 20 m chute au sol. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m. U	Le vent est en cause sur cet incident.	Base de données ARIA	-
Chute de l'aérofrein d'une pale d'éolienne	06/02/2018	Conilhac-Corbières	Aude (11)				Chute d'un aérofrein d'une pale d'éolienne. La zone est sécurisée, les débris ramassés.	Défaut sur l'électronique de puissance, l'éolienne est passée en arrêt automatique par sollicitation du freinage aérodynamique. Lors de l'ouverture de l'aérofrein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute. Un accident similaire est survenu sur ce parc 2 ans auparavant (ARIA 47675).	Base de données ARIA	-



Défaillance mécanique d'une éolienne	08/03/2018	Villers-Grelot	Doubs (25)	14 éoliennes		Déclenchement de l'alarme de suivi des vibrations de composants mobiles d'une éolienne. Une dent de l'arbre rapide, situé entre le multiplicateur et la génératrice, est cassée.	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 de données ARIA	-
Incendies criminels dans un parc éolien	01/06/2018	Marsannes	Drôme (26)			Feu au pied d'une éolienne. L'incendie se propage jusqu'à sa nacelle. Des morceaux incandescents chutent au sol. La nacelle est entièrement brûlée ainsi que la base des pales mais celles-ci restent en place. Une deuxième éolienne fait également l'objet d'un départ de feu, mais celui-ci est resté confiné à sa base.	Origine criminelle : les portes d'accès aux éoliennes impliquées ont été fracturées et du combustible est découvert.	Base de données ARIA	-
Incendie d'éolienne	05/06/2018	Aumelas	Hérault (34)			Feu dans la nacelle d'une éolienne. Des éléments de l'éolienne en feu chutent au sol. Les flammes se propagent en partie basse de l'aérogénérateur. La nacelle de l'aérogénérateur est presque totalement détruite. La végétation est brûlée sur 50m². Les débris sont ramassés.	Selon la presse, un dysfonctionnement électrique serait à l'origine de l'incendie.	Base de données ARIA	-
Chute des extrémités de deux pales d'une éolienne	04/07/2018	Port-la-Nouvelle	Aude (11)			Avarie constatée sur 2 des pales d'une éolienne : leurs extrémités se sont disloquées. Des éléments sont projetés à 150 m du mât après s'être décrochées.	Incidence en cause : avarie sur deux pales.	Base de données ARIA	-
Incendie d'éolienne propagé à la végétation	28/09/2018	Sauveterre	Tarn (81)			Feu au niveau de la nacelle d'une éolienne. Des éléments enflammés chutent au sol. L'incendie se propage à la végétation voisine. La nacelle, les pales et des armoires de commande en pied de mât sont détruits. L'incendie impacte également 2,5 ha de végétation.	La présence de 2 foyers et de traces d'effraction sur la porte d'accès amène les secours à conclure à un acte de malveillance.	Base de données ARIA	Malveillance
Fuite d'huile hydraulique sur une éolienne	17/10/2018	Flers-sur-Noye	Somme (80)			Fuite d'huile hydraulique depuis la nacelle d'une éolienne. 150 l d'huiles sont récupérés. 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 m². Une partie des cultures est perdue.	La mauvaise réalisation d'une activité de maintenance annuelle préventive, la veille de l'événement, en est à l'origine.	Base de données ARIA	-
Effondrement d'une éolienne	06/11/2018	Guigneville	Loiret (45)	2*3MW		Une éolienne, de 140 m de haut en bout de pale, s'effondre. Le mat s'est arraché de sa base en béton. Les filetages des boulons de fixation du mât sont arasés et les écrous sont arrachés. Des fissures circulaires sont présentes au niveau de la base en béton.	Il est conclu qu'une survitesse de rotation des pales de l'éolienne a conduit à une surcharge de contraintes sur la structure, provoquant son effondrement.	Base de données ARIA	-



Chute de trois aérofreins dans un parc éolien	18/11/2018	Conilhac-Corbières	Aude (11)				Les 3 aérofreins en extrémité des pales d'une éolienne chutent au sol, au pied du mât. Les débris, contenus dans un rayon de 150 m au pied du mât, sont ramassés et stockés avant traitement et recyclage en filaire agréée.	L'éolienne s'est arrêtée à la suite de l'ouverture de la chaîne de sécurité. La rupture des parties en fibre de verre ainsi que de l'axe en carbone de fixation de l'aérofrein est constatée. Un accident similaire est survenu sur ce parc au début 2018 (ARIA 51122).	Base de données ARIA	-
Chute d'une pale d'éolienne	19/11/2018	Ollezy	Aisne (02)				Rupture d'une pale d'une éolienne. Un morceau de 40 m est au sol dans un champ voisin, à environ 60 m. Un morceau de 18 m de long reste fixé au rotor.	Constat d'un défaut de fabrication de deux pales suite à des analyses constructeur.	Base de données ARIA	Défaut fabrication
Incendie sur une éolienne	03/01/2019	La Limouzinière	Loire-Atlantique (44)				Un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne de 78 m de haut. De nombreux débris enflammés tombent au sol. Un feu se déclare au pied de l'aérogénérateur. L'exploitant met en place un kit anti-pollution pour contenir les coulures d'huile le long du mât. Ces huiles s'enflamment au niveau du sol. La nacelle de l'éolienne est détruite ainsi que la base des 3 pales. Des traces d'huile hydraulique sont présentes jusqu'à 100m du pied du mât.	Une avarie sur la génératrice de l'éolienne semble être à l'origine de l'incendie.	Base de données ARIA	-
Chute d'un bout de pale d'éolienne	17/01/2019	Bambiderstroff	Moselle (57)	6 éoliennes			Rupture d'une pale d'éolienne. Deux morceaux, l'un de 5 m (coque) et l'autre de 28 m (fibre de verre), chutent au sol. Celui de 28 m est projeté à 100 m de l'éolienne.	Selon les premiers éléments d'analyse, un défaut d'adhérence dû à un manque de matière entre la coque en fibre de verre et le cœur de la pale serait à l'origine de cette rupture.	Base de données ARIA	-
Incendies criminels dans un parc éolien	20/01/2019	Roussas	Drôme (26)				Départ de feu sur 2 éoliennes. Les éoliennes sont lourdement endommagées.	D'après la presse, il s'agit d'un acte criminel. Un accident similaire était survenu en juin 2018, dans un parc éolien proche appartenant au même exploitant (ARIA 51675).	Base de données ARIA	Acte malveillant
Rupture du mât d'une éolienne	23/01/2019	Boutavent	Somme (80)				Une coupure du réseau public de distribution d'électricité provoque l'arrêt d'un parc éolien comptant 2 éoliennes. L'une s'arrête conformément aux procédures de sécurité, tandis que l'autre entre en survitesse. La survitesse durant 40 minutes entraîne le délaminage d'une pale (cisaillement longitudinal dans l'épaisseur). Le balourd en résultant plie en 2 du mât de 66 m. Des débris sont projetés dans un rayon de 300 m.	Défaut de contrôle des batteries permettant le relai d'alimentation des moteurs.	Base de données ARIA	-



Chute d'une pale d'éolienne	30/01/2019	Roquetaillade-et-Conilhac	Aude (11)				Rupture d'une pale d'éolienne se rompt et chute au sol. Plusieurs vis provenant du moyeu à roulement de la pale sont retrouvées au sol.	Le mat est intact, ainsi que les fondations. Certaines des vis retrouvées au sol présentent des ruptures franches, des éléments distinctifs de fatigue et des traces de corrosion. Cette corrosion pourrait avoir été engendrée par une précharge insuffisante lors du serrage.	Base de données ARIA	-
Fissurations sur des roulements de pales d'éoliennes	12/02/2019	Autechoux	Doubs (25)				Fissuration constatée sur une bague extérieure de roulement de pale d'une éolienne d'un parc éolien de même technologie hors de France : 6 évènements identiques sur le parc	Défaut d'alésage qui sous contrainte a conduit à une fissuration par fatigue de la bague au niveau d'une zone d'amorçage propice constituée par les trous d'introduction des billes dans les roulements.	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile sur une éolienne	23/03/2019	Argentonnay	Deux-Sèvres (79)				Fuite d'huile depuis le multiplicateur au niveau de la nacelle d'une éolienne. L'exploitant stocke l'huile absorbée dans des bidons sur rétention dans l'attente d'une prise en charge pour évacuation. L'intérieur de la nacelle et le mat sont nettoyés. La terre végétale entourant le socle du mat et potentiellement polluée par l'huile est retirée.	La rupture d'un composant tournant du multiplicateur est à l'origine de l'incident.	Base de données ARIA	-
Eolienne touchée par la foudre	02/04/2019	Equancourt	Somme (80)				La foudre touche une des 12 éoliennes d'un parc éolien. Un élu constate une trace noire sur une des pales de la machine.	L'impact de foudre a endommagé le revêtement de la pale, proche de la base, sur 5 000 cm².	Base de données ARIA	-
Electrisation lors de la maintenance d'une éolienne	15/04/2019	Chailly-sur-Armançon	Côte-d'Or (21)				Un sous-traitant est électrisé par un courant de 20 000 V dans une éolienne. La victime, légèrement blessée, est transportée à l'hôpital.	Aucun élément n'est présent sur le site de l'ARIA.	Base de données ARIA	Peu d'éléments
Incendie sur une éolienne	18/06/2019	Quesnoy-sur-Airaines	Somme (80)				Départ de feu sur une éolienne. Le lendemain, des pièces déposées au pied de l'éolienne à la suite de l'incendie sont dérobées.	D'après la presse, un court-circuit sur un condensateur est à l'origine du sinistre.	Base de données ARIA	-
Feu de moteur d'éolienne	25/06/2019	Ambon	Morbihan (56)	2008	10,02*6		Un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne lors d'une opération de maintenance. Les macroéléments de plastique et de fibre de verre issus de la coque de la nacelle sont collectés. Les terres ayant reçues des débris calcinés sont évacuées.	L'opération de maintenance intervient à la suite d'une remontée d'alarme concernant le blocage des freins d'orientation de la nacelle. Les techniciens tentent d'utiliser le mode manuel pour débloquer les freins, sans y parvenir. Ils suspectent la panne d'une carte d'acquisition des signaux de commande manuelle du système d'orientation. Ils remplacent cette carte ce qui n'est pas concluant. Ils suspectent alors un relais de l'armoire hydraulique et le remplace par un relais identique de l'armoire de commande. Cette	Base de données ARIA	-



								action de remplacement et vérification n'est spécifiée dans une aucune procédure. Lorsque les techniciens remettent sous tension le système, des arcs électriques avec un bruit élevé sur le convertisseur et de fortes vibrations au niveau du rotor apparaissent.		
Chute d'un bout de pale d'une éolienne	27/06/2019	Charly-sur-Marne	Aisne (02)				2 techniciens constatent qu'une pale d'une autre 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.	Après expertise de la pale, il est constaté un contact inadéquat de la coque côté extrados et des bords avec l'adhésif du longeron.	Base de données ARIA	-
Impact de foudre sur une pale d'éolienne	03/07/2019	Sigean	Aude (11)				Alarme vibration provoquée par un impact de foudre. Un impact sur le milieu de la pale et une ouverture du bout de pale sur 2 m sont constatés.	Impact de foudre.	Base de données ARIA	-
Chute d'aérofreins en bout de pale d'une éolienne	04/09/2019	Escales	Aude (11)				Arrêt d'urgence d'une éolienne sans cause identifiée. Cet arrêt est anormalement brutal si bien que 2 aérofreins se détachent d'une des pales de l'éolienne. L'un est retrouvé à 5 m du pied de l'éolienne, l'autre à 65 m. Le rotor de l'éolienne incriminée est bloqué mécaniquement. Les débris ramassés sont traités.	Défaillance technique vraisemblablement en cause.	Base de données ARIA	-
Mortalité d'espèce menacée sur un parc éolien	27/09/2019	Chazeuil	Côte d'Or (21)				Lors d'un suivi environnemental, découverte d'un cadavre de Milan Royal, espèce protégée et vulnérable, probablement causé par heurt d'une pale d'éolienne du parc.	L'impact avait été identifié comme moyen et ponctuel, ne nécessitant pas la mise en place de mesure d'évitement ou de réduction spécifique.	Base de données ARIA	
Mortalité d'espèce menacée sur un parc éolien	23/10/2019	Sacquenay	Côte d'Or (21)				Lors d'un suivi environnemental, découverte d'un cadavre de Milan Royal, espèce protégée et vulnérable, probablement causé par heurt d'une pale d'éolienne du parc.	L'impact avait été identifié comme moyen et ponctuel, ne nécessitant pas la mise en place de mesure d'évitement ou de réduction spécifique.	Base de données ARIA	
Mortalité d'espèce menacée sur un parc éolien	29/10/2019	Sacquenay	Côte d'Or (21)				Lors d'un suivi environnemental, découverte d'un cadavre de Milan Royal, espèce protégée et vulnérable, probablement causé par heurt d'une pale d'éolienne du parc.	L'impact avait été identifié comme moyen et ponctuel, ne nécessitant pas la mise en place de mesure d'évitement ou de réduction spécifique.	Base de données ARIA	



Chute du capot de la nacelle d'une éolienne	28/11/2019	Hangest-en-Santerre	Somme (80)				Dans un parc éolien, le capot se situant à l'extrémité de la nacelle d'une éolienne se décroche et tombe au sol.	Aucun élément précisé sur le site de l'ARIA.	Base de données ARIA	Peu d'éléments
Perte de contrôle d'une éolienne lors d'une mise en service	06/12/2019	Avelanges	Côte d'Or (21)				Une éolienne commence à tourner malgré l'absence de raccordement électrique.	La mise en mouvement non contrôlée est due à une erreur de positionnement des angles des pales la veille de l'accident à 18 h et à la présence de vent violent.	Base de données ARIA	-
Chute d'une partie de la pale d'une éolienne	09/12/2019	La Forêt-de-Tesse	Charente (16)				Chute d'un bout de pale de 7 m d'une éolienne. La pale s'est brisée en 3 morceaux principaux (2 points de rupture à 16,5 m et 47 m de la racine de la pale). Des débris solides (fibres de verre, fibres de carbone, PVC) sont projetés sur 2 parcelles agricoles aux alentours. Un morceau de 30 m initialement resté accroché à la racine de la pale tombe 48 h plus tard suite aux forts vents.	L'exploitant recherche les causes de cette rupture sachant qu'aucun emballement du rotor n'a été détecté dans les secondes qui ont précédé l'incident. Le lot de fabrication de la pale sinistrée est identifié par le constructeur. Présence de vents violents.	Base de données ARIA	-
Fumée blanche au niveau d'une éolienne	16/12/2019	Poinville	Eure-et-Loir (28)				Feu sans flamme se déclare sur une éolienne : de la fumée blanche est constatée. Seules les gaines protectrices des câbles de puissance ont brûlé sur 10 m de long.	L'expert en assurance suppose une combustion sans flamme et estime la température atteinte en nacelle en dessous de 100 °C. L'exploitant inspecte toutes les autres éoliennes du même type.	Base de données ARIA	-
Incendie sur une éolienne	17/12/2019	Ambonville	Haute-Marne (52)				Feu en partie basse d'une éolienne. Les pompiers interviennent à l'aide d'un extincteur à poudre.	L'origine du départ de feu serait liée à une défaillance électrique	Base de données ARIA	-
Chute d'un joint de pale d'une éolienne	22/01/2020	Sainte-Seine-l'Abbaye	Côte d'Or (21)				Au cours d'une patrouille de routine, un gendarme trouve un joint de pale au pied d'une éolienne. L'incident est sans conséquence, le joint permet principalement de diminuer les turbulences au niveau du rotor.	L'événement est causé par une défaillance du collier de serrage sous dimensionné par rapport aux contraintes dans le temps. L'exploitant précise que l'événement peut être lié aux conditions de vent élevées lors de la rupture.	Base de données ARIA	-
Rupture d'une pale d'éolienne lors du passage d'une tempête	09/02/2020	Beaurevoir	Aisne (02)				Dans la nuit, une pale d'une éolienne située dans un parc composé de 5 machines se brise lors du passage de la tempête Ciara. Des débris de pâles en fibre de verre sont projetés dans les champs jusqu'à plusieurs centaines de mètres en raison des vents importants au moment de la rupture. Certains débris traversent une route départementale. Une société spécialisée collecte les différents fragments, estimés à 800 kg, pour les envoyer en filière de	Les conditions météorologiques durant le week-end sont à l'origine de la rupture de la pale (tempête Ciara).	Base de données ARIA	-



							traitement dédiée. Un traitement des sols est aussi envisagé pour s'assurer de l'absence totale de résidus.			
Endommagement d'une nacelle d'éolienne lors d'une tempête	09/02/2020	Wancourt	Pas-de-Calais (62)				Le lendemain du passage de la tempête Ciara, des dommages sont visibles au niveau de l'aileron de la nacelle d'une éolienne.	Passage de la tempête Ciara vraisemblablement en cause.	Base de données ARIA	-
Rupture d'une pale sur une éolienne	26/02/2020	Theil-Barbier	Charente (16)	12 éoliennes			Rupture d'une pale d'éolienne. L'éolienne s'arrête en sécurité et le reste des machines du parc sont mises à l'arrêt à distance par l'exploitant.	L'hypothèse de rupture est liée à un défaut interne de la pale.	Base de données ARIA	-
Incendie sur une éolienne	29/02/2020	Boisbergues	Somme (80)				Feu au niveau du moteur d'une éolienne. Le feu reste sur le mât sans atteindre les pâles. L'éolienne est hors-service.	L'incendie est probablement dû à une fuite d'huile.	Base de données ARIA	-
Incendie d'une nacelle d'une éolienne	24/03/2020	Flavin	Aveyron (12)	4 éoliennes			Feu au niveau de la nacelle d'une éolienne. Des coulures d'huiles sont visibles sur la partie supérieure du mât mais aucune pollution du sol n'est constatée.	L'incendie est limité à la nacelle et au rotor.	Base de données ARIA	-
Arrêt d'éoliennes à la suite de décès d'oiseaux	30/03/2020	Poiseul-la-Ville-et-Laperrière	Côte d'Or (21)				Un parc éolien est mis à l'arrêt à la suite de la découverte de 2 cadavres de Milan royal (rapace diurne, espèce strictement protégée, sensible à l'éolien par collision) au pied de 2 éoliennes.	Le parc est arrêté de 10 h à 17 h jusqu'à la fin de la période migratoire (fin mai) et jusqu'à la mise en place de solutions adaptées pour éviter les collisions. Le suivi environnemental est prolongé de 2 mois.	Base de données ARIA	-
Dégradation aggravée de la structure d'une éolienne	31/03/2020	Lehaucourt	Aisne (02)				Constat d'une fissure sur la pale d'une éolienne. Mise à l'arrêt de l'éolienne concernée.	Défaut de collage au moment de la fabrication de la pale. Les intempéries ont aggravé cette dégradation.	Base de données ARIA	-
Ecoulement d'huile hydraulique le long d'une éolienne	10/04/2020	Ruffiac	Morbihan (56)				Constat d'une fuite d'huile hydraulique au niveau de la nacelle d'une éolienne : 40 l d'huile s'écoulent le long du mât jusqu'au massif de fondation. Les zones affectées sont la dalle béton et les sols à proximité.	L'origine de la fuite est un défaut au niveau de l'accumulateur de l'éolienne.	Base de données ARIA	-
Incendie d'une éolienne au sol pour démantèlement	20/04/2020	Le Vauclin	Martinique (972)				Feu sur le générateur d'une éolienne déposée au sol en vue de son démantèlement (parc de 4 éoliennes, en arrêt depuis le 2 ^{ème} trimestre 2020)	Un court-circuit dû à un manitou (famille des marsupiaux) serait à l'origine de l'incendie. Un animal est retrouvé mort dans le tableau électrique du transformateur d'une autre éolienne.	Base de données ARIA	-
Pliure d'une éolienne	30/04/2020	Plouarzel	Finistère (29)				Une pale de 20 m de long d'une éolienne présente une pliure. De forts craquements sont audibles à 300 m de l'éolienne. Une partie de 1,5 m chute au sol.	Le système de surveillance de l'éolienne n'a pas détecté les chocs de la pale sur le mât, ni de déséquilibre dans la rotation des pâles.	Base de données ARIA	-



Fuite de gaz suite à travaux d'un tiers	19/05/2020	Saron-sur-Aube	Marne (51)				Lors de travaux, une traneuse mécanique accroche une conduite de 100 mm et de pression 42 bar sur le réseau de transport de gaz naturel. La canalisation se rompt, sans inflammation. Un sifflement s'entend à 500 m. La fuite se situe à proximité d'un parc éolien.	Une erreur de marquage/piquetage par le gestionnaire du réseau gaz serait à l'origine de l'événement	Base de données ARIA	Erreur humaine
Fuite d'huile hydraulique sur une éolienne	07/06/2020	Lehaucourt	Aisne (02)				Une fuite d'huile hydraulique se produit au niveau de la boîte de vitesse située dans la nacelle d'une éolienne. La turbine s'arrête en sécurité à la suite de la détection de la fuite dans la machine. Le fond de la nacelle n'est pas pourvu de rétention, l'huile s'écoule le long du mât.	La fuite est due à la rupture d'un flexible de lubrification hydraulique pour refroidissement de la boîte de vitesse. L'exploitant conclut à une fragilité dans la structure même du flexible.	Base de données ARIA	-
Chute au sol d'une pale complète d'éolienne	27/06/2020	Plémet	Côtes d'Armor (22)				Une pale de 10 t se détache du rotor d'une éolienne. Des débris de pale (plastique, résine, carbone, fibre de verre, bois, composite...) sont retrouvés au sol dans un rayon de 40 m. Une partie des cultures (maïs) du champ attenant est endommagée.	Une perte d'adhérence entre les inserts métalliques de liaison du pied de la pale au moyeu du rotor a conduit à la chute de la pale. Incidence prématurée causée par l'accumulation de phénomènes de charge : vents violents, rafales, turbulences, changement de mode de production dû au bridage acoustique.	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile sur une éolienne	01/09/2020	Bouchy-Saint-Genest	Marne (51)				Lors d'une visite de site, un opérateur constate une fuite d'huile sur l'une des éoliennes.	L'exploitant estime la quantité ayant fui à 20 l. La fuite proviendrait d'un flexible allant d'un accumulateur à un collecteur de deux pales	Base de données ARIA	-
Bris de pale	15/11/2020	Bignan	Morbihan (56)	2	2009	Oui	Une partie de la pale d'une éolienne s'est brisée et est tombée au sol	Vent violent	https://actu.fr/bretagne/bignan_56017/a-bignan-l-eolienne-perd-une-de-sesailles-37504029.html	-
Fuite d'huile sur une éolienne	11/12/2020	Charmont-en-Beauce	Loiret (45)				Une fuite d'huile se produit au niveau de la nacelle d'une éolienne. L'huile ruisselle le long du mât. Les intervenants montent dans la nacelle, identifient la vanne en cause et la ferment. L'éolienne est réapprovisionnée en huile puis remise en production.	La fuite d'huile provient de la vanne de prélèvement d'huile restée ouverte pendant plusieurs heures. Au cours d'une intervention dans la nacelle, la manipulation d'objets aurait provoqué l'ouverture involontaire de cette vanne.	Base de données ARIA	-
Rupture d'une pale d'éolienne	12/01/2021	Saint-Georges-sur-Arnon	Indre (36)				Une pale d'une éolienne se disloque partiellement. Une équipe d'intervention constate l'arrachement de fibres de verre sur le bord de fuite de l'une des 3 pâles de la machine.	Erreur de programmation du logiciel de commande des convertisseurs.	Base de données ARIA	Erreur humaine



Casse d'une pale d'une éolienne	12/02/2021	Priez	Aisne (02)				La pale d'une éolienne se casse.	La casse est due à un défaut de réparation au niveau du bord de fuite (trou). L'exploitant détecte des défauts similaires sur 3 autres pales du parc.	Base de données ARIA	-
Chute d'une pale d'éolienne	13/02/2021	Patay	Loiret (45)				Une pale se détache d'une éolienne dans un parc éolien. 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 pôle, un tiers expert constate un défaut de collage, soit en termes de répartition de la colle, soit en termes de qualité de la colle. Les indices précurseurs de fragilisation n'ont pas été détectés lors de la maintenance de contrôle. Il s'agirait d'une cinétique lente de rupture.	Base de données ARIA	-
Rejet accidentel d'huile hydraulique en mer (offshore)	14/06/2021	Saint-Brieuc	Côtes d'Armor (22)				Rejet accidentel compris entre 200 et 600 l d'huile hydraulique en provenance d'un navire réalisant des travaux de forage dans le cadre d'un projet de parc éolien crée une irisation de surface dans la Manche. La pollution est visible sur 16 km de long et sur 2,8 km de large avant de disparaître le lendemain en raison de la grande faculté de dispersion de l'huile et d'une très faible épaisseur de la nappe.	Problème technique ayant entraîné l'écoulement de fluide hydraulique utilisé dans les systèmes de guidage des foreuses. Ce fluide, spécialement conçu et développé pour les travaux en mer, est biodégradable selon les critères internationaux de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques).	Base de données ARIA	-
Rejet accidentel d'huile hydraulique en mer	28/07/2021	Saint-Brieuc	Côtes d'Armor (22)				Un épanchement de fluide hydraulique est observé sur un navire chargé des forages pour la construction d'un parc éolien en mer. 200 l d'huile se déversent sur le pont du navire dont une partie atteint la mer (estimée à une dizaine de litres selon l'entreprise en charge des travaux).	Un incident technique sur une foreuse lors de sa remontée à bord est à l'origine de l'événement. Le fluide rejeté est spécialement conçu et développé pour les travaux en mer, biodégradable selon les critères internationaux de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques).	Base de données ARIA	-
Déversement d'huile dans un parc éolien	30/08/2021	Moréac	Morbihan (56)				Arrêt d'une éolienne suite à une panne la veille au soir. Le lendemain, des techniciens interviennent sur place pour constater la panne et observe une fuite d'huile en sortie de nacelle sur la tour extérieure. Un lexible est rompu. 40 L d'huile de la boire de vitesse se sont déversés au sol. Diagnostic sol effectué 1 semaine après.	La fuite est due à une rupture de flexible. Renforcement des mesures de contrôles à venir de la part de l'exploitant.	Base de données ARIA	-
Défaut sur un rotor d'éolienne	14/09/2021	Treilles	Aude (11)				La machine est orientée face au vent. L'aérogénérateur est arrêté. Dans l'attente du démontage complet du rotor et en raison d'un risque de déséquilibre susceptible d'entraîner la chute de toute ou partie de l'éolienne, un balisage est mis en place et l'accès est interdit. La boîte de vitesse est sanglée pour	Une défaillance dans le mécanisme du rotor d'une éolienne (boîte de vitesse) provoque un blocage de ce dernier.	Base de données ARIA	-



							éviter qu'elle ne s'ouvre davantage. Le rotor doit être déposé sous 2 mois.			
Choc entre un oiseau migrateur et une pale d'éolienne	21/09/2021	La Roche-sur-Gagne	Drôme (26)				Lors du suivi de la mortalité aviaire sur un parc éolien, le bureau d'études découvre au sol un cadavre de balbuzard pêcheur, espèce protégée, à 30 m d'une éolienne. Il s'agit d'une collision avec l'éolienne lors de la migration automnale de l'espèce. Le constat est un premier cas de mortalité sur ce parc.	Le suivi de la mortalité des oiseaux est reconduit pour confirmer le fait qu'il s'agit d'un accident ponctuel	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile dans une éolienne	12/10/2021	Bétheniville	Marne (51)				Présence de traces d'huiles en nacelle, dans le hub, le long du mât et sur une partie en béton de la fondation. Une perte de 20 L d'huile est enregistrée.	Un joint défectueux sur un distributeur qui a causé la fuite du fluide hydraulique.	Base de données ARIA	-
Fuite d'huile dans un parc éolien	18/10/2021	Montagne-Fayel	Somme (80)				Fuite d'huile constatée par un agriculteur sur une parcelle agricole (petites projections visibles). Quantité estimée à 20 L. Diagnostic sol réalisé, et nettoyage des tours et des pales un mois après.	La fuite est due à des tuyaux poreux dans le hub de l'éolienne. A la suite de l'événement, l'exploitant va effectuer une inspection plus régulière des flexibles hydrauliques.	Base de données ARIA	-
Casse d'une pale d'éolienne	21/10/2021	Auchay-en-Vendée	Vendée (85)				Vers 10 h, le lendemain du passage de la tempête Aurora, les pompiers sont alertés pour une pale de 60 m menaçant de tomber d'une éolienne de 180 m de haut. Une grande partie est pendante toujours solidaire de la tête rotor et des débris ont été projetés entre 100 et 400 m de l'éolienne.	L'exploitant a reçu la veille à 21h07 une notification du capteur acoustique de l'éolienne qui a mis l'éolienne à l'arrêt. Au moment de cet événement, la vitesse de vent maximale mesurée est de 36,3 m/s et la vitesse de vent en moyenne 10 m est de 21,4 m/s. L'éolienne ne pouvant pas être redémarrée à distance, une intervention de l'exploitant était prévue le lendemain. Une analyse est menée sur la pale dégradée afin de connaître les causes de l'accident et de pouvoir remettre en fonctionnement le parc éolien, mis en service 4 mois plus tôt.	Base de données ARIA	-
Chute d'un élément en fibre d'une éolienne	20/10/2021	Coole	(51)				Une partie en fibre du cône de nez d'une éolienne chute dans un parc éolien. Un périmètre de sécurité est mis en place. Le parc éolien est à l'arrêt, en attente d'inspections. Toutes les machines vont être inspectées avant une remise en fonctionnement.	Le cône de nez incriminé est remplacé.	Base de données ARIA	-



Chute d'une pale d'éolienne	03/12/2021	La Souterraine	Creuse (23)				Une éolienne perd une pale qui tombe dans une prairie à environ 60 à 100 m du pied de l'éolienne. Des débris chutent également à proximité de l'éolienne concernée. Le site est mis en sécurité et les 3 autres éoliennes du parc sont arrêtées. La fixation entre la pale et le moyeu central est restée attachée.	À la suite de l'événement des expertises sont menées sur l'ensemble des pales et des investigations complémentaires plus approfondies sont réalisées sur la pale accidentée.		-
Chute d'un aérofrein d'une éolienne	24/12/2021	Fécamp	Seine-Maritime (76)				Chute d'un aérofrein d'une pale d'éolienne. Arrêt immédiat de la machine. L'équipement a chuté à 155 m dans le champ jouxtant l'éolienne. La zone est balisée et l'aérofrein évacué. Perte d'exploitation liée à l'arrêt total du parc estimée à 10 000 €.	Un incident similaire a eu lieu sur cette même machine 4 ans plus tôt (ARIA 50291), en raison de la casse d'une rondelle de maintien. Toutefois, l'origine de l'événement semble différente dans ce cas car la partie hélicoïdale est manquante (la combinaison de la rupture d'un tendeur et l'affaiblissement de l'assemblage collé de l'aérofrein.)	Base de données ARIA	-
Bris de pale	02/04/2022	Saint-Félix-Lauragais	Haute-Garonne	8,35	2009	Oui	Une pale s'est brisée et s'est désagrégée en partie	Volitalia indique « La recherche de la cause exacte de la panne est toujours en cours » Une hypothèse est toutefois privilégiée : « Il pourrait s'agir d'une panne mécanique liée à des conditions météorologiques défavorables. Mais il faut rester très prudent à l'heure actuelle. »	https://actu.fr/occitanie/saint-felixlauragais_31478/eolienne-endommageea-saint-felix-lauragais-l-exploitant-dresseun-etat-des-lieux-de-lasituation_49940929.html	



Annexe 3 : Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques

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

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie 3.4. de la trame type de l'étude de dangers. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes et pourra par conséquent être repris à l'identique dans les études de dangers.

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

SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A 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.

SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE FUITES (F01 A F02)

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

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

Scénario F01

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

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

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances
- Procédure de gestion des situations d'urgence Deux événements peuvent être aggravants :
- Ecoulement de ces produits le long des pales de l'éolienne, surtout si celle-ci est en fonctionnement. Les produits seront alors projetés aux alentours.
- Présence d'une forte pluie qui dispersa rapidement les produits dans le sol.

Scénario F02

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

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

- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

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

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

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

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

SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (P01 A 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'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite au 2.2 de la présente partie C (scénarios incendies).

Scénario P01

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

Scénario P02

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

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

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

Scénarios P03

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

SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'EFFONDREMENT DES EOLIENNES (E01 A E10)

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

- Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant
- Causes externes dues à l'environnement : séisme, ...



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 :

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

- P_{ERC} = probabilité que l’événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ
- $P_{\text{orientation}}$ = probabilité que l’éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d’une défaillance dans la direction d’un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)
- P_{rotation} = probabilité que l’éolienne soit en rotation au moment où l’événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)
- P_{atteinte} = probabilité d’atteinte d’un point donné autour de l’éolienne (sachant que l’éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu’elle est en rotation)
- $P_{\text{présence}}$ = probabilité de présence d’un enjeu donné au point d’impact sachant que l’élément est projeté en ce point donné

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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) vivants ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages »

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;

2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

Réduction du risque : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

- Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité
- Réduction de l'intensité :
- Par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
- Réduction des dangers : la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation
- La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».
- Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence).

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

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

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

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

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

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

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

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