



Parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain

Commune de Saint-Aubin-du-Plain

Département des Deux-Sèvres (79)

Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE)

Pièce 6-A : Étude de dangers



**AEPE
Gingko**

Atelier d'écologie paysagère
& environnementale

7, rue de la Vilaine
Saint-Mathurin-sur-Loire
49 250 LOIRE-AUTHION

02 41 68 06 95
www.aepe-gingko.fr
contacts@aepe-gingko.fr

Version initiale : Octobre 2020

Version consolidée : Mai 2021

PIECES DU DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

L'architecture retenue pour les pièces du dossier de demande d'autorisation environnementale est la suivante :

- Pièce 1 : CERFA
- Pièce 2 : Sommaire inversé
- Pièce 3 : Note de présentation non technique
- Pièce 4 : Description de la demande d'autorisation environnementale
- Pièce 5-A : Étude d'impact
- Pièce 5-B : Résumé non technique de l'étude d'impact
- Pièce 5-C : Cahier de photomontages
- **Pièce 6-A : Étude de dangers**
- Pièce 6-B : Résumé non technique de l'étude de dangers
- Pièce 7 : Plan de situation et plans d'ensemble

Cette pièce constitue l'étude de dangers des installations du projet de parc éolien.

SOMMAIRE GENERAL

I. PREAMBULE	5
I.1. LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE DE DANGERS	5
I.2. LE CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	5
I.3. LA NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES	6
I.4. LA DEMARCHE GENERALE DE L'ÉTUDE DE DANGERS	6
II. LES INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION	7
II.1. LES RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS	7
II.1.1. Le demandeur	7
II.1.2. Le maître d'ouvrage	7
II.1.3. Le rédacteur du dossier de demande d'autorisation environnementale	7
II.2. LA LOCALISATION DU PROJET	8
II.3. LA DEFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE	9
III. LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	10
III.1. L'ENVIRONNEMENT HUMAIN	10
III.1.1. Les zones urbanisées	10
III.1.2. Les établissements recevant du public (ERP)	10
III.1.3. Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)	10
III.1.4. Les autres activités	11
III.2. L'ENVIRONNEMENT NATUREL	12
III.2.1. Le contexte climatique	12
III.2.2. Les risques naturels	14
III.3. L'ENVIRONNEMENT MATERIEL	17
III.3.1. Les voies de communication	17
III.3.2. Les réseaux publics et privés	18
III.4. LA SYNTHÈSE DES ENJEUX	19
IV. LA DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	20
IV.1. LES CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	20
IV.1.1. Les caractéristiques générales d'un parc éolien	20
IV.1.2. Les éléments constitutifs d'un aérogénérateur	20
IV.1.3. La composition de l'installation	21
IV.2. LE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	25
IV.2.1. Le principe de fonctionnement de l'éolienne	25
IV.2.2. La sécurité de l'installation	26
IV.2.3. Les opérations de maintenance de l'installation	28
IV.2.4. Le stockage et les flux de produits dangereux	28
IV.2.5. Le fonctionnement des réseaux de l'installation	28
V. L'IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	30
V.1. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	30
V.2. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX DECHETS	30
V.3. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	30
V.4. LA REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE	31
V.4.1. Les principales actions préventives	31
V.4.2. L'utilisation des meilleures techniques disponibles	31
VI. L'ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	32
VI.1. L'INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	32
VI.2. L'INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL	32
VI.3. LA SYNTHÈSE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	34
VI.3.1. L'analyse de l'évolution des accidents en France	34
VI.3.2. L'analyse des typologies d'accidents les plus fréquents	34

VI.3.3. Les accidents/Incidents survenus en Nouvelle-Aquitaine	34
VI.4. LES LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE	34
VII. L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	35
VII.1. L'OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	35
VII.2. LE RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES	35
VII.3. LE RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	35
VII.3.1. Les agressions externes liées aux activités humaines	35
VII.3.2. Les agressions externes liées aux phénomènes naturels	36
VII.4. LES SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE GNERIQUE DES RISQUES	37
VII.5. LES EFFETS DOMINOS	39
VII.6. LA MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	39
VII.7. LA CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	43
VIII. L'ÉTUDE DETAILLEE DES RISQUES	44
VIII.1. RAPPEL DES DEFINITIONS	44
VIII.1.1. La cinétique	44
VIII.1.2. L'intensité	45
VIII.1.3. La gravité	45
VIII.1.4. La probabilité	46
VIII.2. LA CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS	46
VIII.2.1. L'effondrement d'une éolienne	47
VIII.2.2. La chute de glace	50
VIII.2.3. La chute d'éléments d'une éolienne	52
VIII.2.4. La projection de pales ou de fragments de pales	54
VIII.2.5. La projection de glace	57
VIII.3. LA SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DETAILLEE DES RISQUES	59
VIII.3.1. Le tableau de synthèse des scénarios étudiés	59
VIII.3.2. L'acceptabilité des risques	60
VIII.3.3. La cartographie de synthèse des risques	61
VIII.4. LES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES	64
VIII.4.1. La maîtrise du risque lié à la chute de glace	64
VIII.4.2. La maîtrise du risque de projection de pales ou de fragments de pales	65
VIII.5. LES MOYENS DE SECOURS ET D'INTERVENTION	65
VIII.5.1. Les moyens internes	65
VIII.5.2. Les moyens externes	65
VIII.5.3. Le traitement de l'alerte	65
IX. LA CONCLUSION DE L'ÉTUDE DE DANGERS	66
X. LES ANNEXES	67

LISTE DES CARTES

CARTE 1 : LOCALISATION DU PROJET	8
CARTE 2 : PERIMETRE DE L'AIRES D'ÉTUDE DE DANGERS	9
CARTE 3 : ENVIRONNEMENT HUMAIN DE L'AIRES D'ÉTUDE DE DANGERS.....	11
CARTE 4 : ZONAGE SISMIQUE EN VIGUEUR EN FRANCE METROPOLE.....	15
CARTE 5 : ENVIRONNEMENT NATUREL DE L'AIRES D'ÉTUDE DE DANGERS	17
CARTE 6 : ENVIRONNEMENT MATERIEL DE L'AIRES D'ÉTUDE DE DANGERS.....	18
CARTE 7 : TYPES DE TERRAIN DE L'AIRES D'ÉTUDE DE DANGERS.....	19
CARTE 8 : PLAN DETAILLE DES INSTALLATIONS SUR SCAN 25	23
CARTE 9 : PLAN DETAILLE DES INSTALLATIONS SUR PHOTO-AERIENNE.....	24
CARTE 10 : ZONE D'EFFET DU RISQUE D'EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE.....	47
CARTE 11 : ZONE D'EFFET DU RISQUE DE CHUTE DE GLACE	50
CARTE 12 : ZONE D'EFFET DU RISQUE DE CHUTE D'ELEMENTS	52
CARTE 13 : ZONE D'EFFET DU RISQUE DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES	54
CARTE 14 : ZONE D'EFFET DU RISQUE DE PROJECTION DE GLACE.....	57
CARTE 15 : SYNTHESE DES RISQUES EVALUES.....	61
CARTE 16 : SYNTHESE DES ZONES D'EFFET DES RISQUES ETUDIES.....	62
CARTE 17 : ZONES D'EFFETS DES RISQUES ETUDIES POUR L'EOLIENNE E1	63
CARTE 18 : ZONES D'EFFETS DES RISQUES ETUDIES POUR L'EOLIENNE E2	63
CARTE 19 : ZONES D'EFFETS DES RISQUES ETUDIES POUR L'EOLIENNE E3	64

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LA DEMARCHE GENERALE DE L'ÉTUDE DE DANGERS (SOURCE : GUIDE TECHNIQUE – ELABORATION DE L'ÉTUDE DE DANGERS DANS LE CADRE DES PARCS EOLIENS – 2012)	6
FIGURE 2 : MOYENNES DES TEMPERATURES MENSUELLES EN °C ENTRE 1990 ET 2018 (SOURCE : METEO-CLIMAT)	12
FIGURE 3 : MOYENNES DES PRECIPITATIONS MENSUELLES ENTRE 1990 ET 2018 (SOURCE : METEO-CLIMAT)	12
FIGURE 4 : MOYENNES D'ENSOLEILLEMENT MENSUEL ENTRE 1990 ET 2018 (SOURCE : METEO-CLIMAT)	12
FIGURE 5 : POTENTIEL EOLIEN EN FRANCE METROPOLITAINE (SOURCE : ADEME - 2013)	13
FIGURE 6 : LA ROSE DES VENTS AU NIVEAU DE SAINT-AUBIN-DU-PLAIN (SOURCE : METEOBLUE)	14
FIGURE 7 : LE SCHEMA SIMPLIFIE D'UN AEROGENERATEUR.....	20
FIGURE 8 : L'ILLUSTRATION DES EMPRISES AU SOL D'UNE EOLIENNE.....	21
FIGURE 9 : LES DIMENSIONS MAXIMALES DU GABARIT D'EOLIENNE ENVISAGE	21
FIGURE 10 : LE SCHEMA DE RACCORDEMENT ELECTRIQUE D'UN PARC EOLIEN	29
FIGURE 11 : LES CAUSES PREMIERES DES ACCIDENTS D'AEROGENERATEURS EN FRANCE (SOURCE : FEE)	32
FIGURE 12 : LES CAUSES DES ACCIDENTS D'AEROGENERATEURS DANS LE MONDE (SOURCE : FEE).....	33
FIGURE 13 : LES CAUSES PREMIERES DES ACCIDENTS D'AEROGENERATEURS DANS LE MONDE (SOURCE : FEE)	33
FIGURE 14 : L'ÉVOLUTION DU NOMBRE D'INCIDENTS ANNUELS EN FRANCE ET NOMBRE D'EOLIENNES INSTALLEES (SOURCE : FEE)	34
FIGURE 15 : UN EXEMPLE DE PANNEAU DE PREVENTION DES RISQUES SUR UN PARC EOLIEN	64

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LA NOMENCLATURE ICPE D'UN PARC EOLIEN	6
TABLEAU 2 : DONNEES DEMOGRAPHIQUES DES COMMUNES AUTOUR DU PERIMETRE D'ÉTUDE DE DANGERS (INSEE)	10
TABLEAU 3 : LA DISTANCE DES EOLIENNES AUX HABITATIONS LES PLUS PROCHES	10
TABLEAU 4 : LES ICPE A PROXIMITE DE L'AIRES D'ÉTUDE DE DANGERS	11
TABLEAU 5 : MOYENNES MENSUELLES DES JOURS DE GELEE RECENSES ENTRE 1990 ET 2018 (SOURCE : METEO-CLIMAT)	13
TABLEAU 6 : LES ARRETES DE RECONNAISSANCE DE CATASTROPHE NATURELLE.....	14
TABLEAU 7 : LES COORDONNEES GPS ET COTES NGF DES EOLIENNES ET DU POSTE DE LIVRAISON	21
TABLEAU 8 : LES DIMENSIONS ENVISAGEES DES AMENAGEMENTS DU PARC EOLIEN	22
TABLEAU 9 : LES FONCTIONS ET CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS DE L'INSTALLATION	25
TABLEAU 10 : DECHETS PRODUITS LORS DE L'EXPLOITATION	30
TABLEAU 11 : LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	31
TABLEAU 12 : LES AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES	36
TABLEAU 13 : LES AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS.....	36
TABLEAU 14 : LES SCENARIOS GENERIQUES D'ACCIDENTS POSSIBLES (SOURCE : GUIDE TECHNIQUE – ELABORATION DE L'ÉTUDE DE DANGERS DANS LE CADRE DES PARCS EOLIENS – 2012)	37
TABLEAU 15 : LES FONCTIONS DE SECURITE DE L'INSTALLATION	40
TABLEAU 16 : LES CATEGORIES DE SCENARIOS EXCLUS	44
TABLEAU 17 : LES NIVEAUX DE GRAVITE	45
TABLEAU 18 : LES NIVEAUX DE PROBABILITE.....	46
TABLEAU 19 : DIMENSIONS MAXIMALES PRISES EN COMPTE	46
TABLEAU 20 : L'ÉVALUATION DE L'INTENSITE POUR LE RISQUE D'EFFONDREMENT DES EOLIENNES	47
TABLEAU 21 : NOMBRE DE PERSONNES CONCERNEES PAR LA ZONE D'EFFET DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE.....	48
TABLEAU 22 : L'ÉVALUATION DE LA GRAVITE DU RISQUE D'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE	48
TABLEAU 23 : CALCUL DE LA PROBABILITE DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE	48
TABLEAU 24 : ACCEPTABILITE DU RISQUE D'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE	49
TABLEAU 25 : L'ÉVALUATION DE L'INTENSITE DU RISQUE DE CHUTE DE GLACE	50
TABLEAU 26 : NOMBRE DE PERSONNES CONCERNEES PAR LA ZONE D'EFFET DE CHUTE DE GLACE.....	51
TABLEAU 27 : L'ÉVALUATION DE LA GRAVITE DU RISQUE DE CHUTE DE GLACE.....	51
TABLEAU 28 : ACCEPTABILITE DU RISQUE DE CHUTE DE GLACE.....	51
TABLEAU 29 : L'ÉVALUATION DE L'INTENSITE DU RISQUE DE CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE	52
TABLEAU 30 : NOMBRE DE PERSONNES CONCERNEES PAR LA ZONE D'EFFET DE CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE.....	53
TABLEAU 31 : L'ÉVALUATION DE LA GRAVITE DU RISQUE DE CHUTE D'ELEMENTS D'UNE EOLIENNE.....	53
TABLEAU 32 : ACCEPTABILITE DU RISQUE DE CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE	53
TABLEAU 33 : L'ÉVALUATION DE L'INTENSITE DU RISQUE DE PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE	54
TABLEAU 34 : NOMBRE DE PERSONNES CONCERNEES PAR LA ZONE D'EFFET DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENT DE PALES	55
TABLEAU 35 : L'ÉVALUATION DE LA GRAVITE DU RISQUE DE PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE	55
TABLEAU 36 : L'ÉVALUATION DE LA GRAVITE DU RISQUE DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENT DE PALES.....	56
TABLEAU 37 : ACCEPTABILITE DU RISQUE DE PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE	56
TABLEAU 38 : L'ÉVALUATION DE L'INTENSITE DU RISQUE DE PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE POUR LES EOLIENNES	57
TABLEAU 39 : NOMBRE DE PERSONNES CONCERNEES PAR LA ZONE D'EFFET DE PROJECTION DE GLACE	58
TABLEAU 40 : L'ÉVALUATION DE LA GRAVITE DU RISQUE DE PROJECTION DE GLACE	58
TABLEAU 41 : ACCEPTABILITE DU RISQUE DE PROJECTION DE GLACE	59
TABLEAU 42 : LA SYNTHESE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES ETUDIES.....	59
TABLEAU 43 : MATRICE D'ACCEPTABILITE DES RISQUES (SOURCE : GUIDE TECHNIQUE – ELABORATION DE L'ÉTUDE DE DANGERS DANS LE CADRE DES PARCS EOLIENS – 2012)	60
TABLEAU 44 : SYNTHESE DE L'ACCEPTABILITE DES RISQUES	60
TABLEAU 45 : LES MESURES DE MAITRISE DU RISQUE DE CHUTE DE GLACE	64

I. PREAMBULE

I.1. LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société Parc Eolien de Saint-Aubin-du-Plain SAS pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du projet de parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain situé sur la commune de Saint-Aubin-du-Plain.

Elle vise à s'assurer que le parc éolien est technologiquement réalisable et analyse les causes des risques qu'ils soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les trois éoliennes du parc de Saint-Aubin-du-Plain. 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 Saint-Aubin-du-Plain, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

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

- Améliorer la réflexion sur la sécurité à l'intérieur de l'entreprise afin de réduire les risques et optimiser la politique de prévention ;
- Favoriser le dialogue technique avec les autorités d'inspection pour la prise en compte des parades techniques et organisationnelles dans l'arrêté d'autorisation ;
- Informer le public dans la meilleure transparence possible en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques.

Ce document a été réalisé à partir du modèle d'étude de dangers spécifique aux installations éoliennes validé par la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) en mai 2012.

I.2. LE CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du code de l'environnement relative aux installations classées.

L'article D181-15-2 du code de l'environnement définit le contenu du dossier de demande d'autorisation environnementale. Parmi ces éléments à fournir dans le cadre de l'autorisation environnementale, l'article L181-25 définit l'étude de dangers :

« Le demandeur fournit une étude de dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation. En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite. Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents. »

D'une manière générale, d'après <http://www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr>, toute étude de dangers doit s'appuyer sur une description suffisante des installations, de leur voisinage et de leur zone d'implantation.

Elle doit présenter les mesures organisationnelles et techniques de maîtrise des risques et expliciter, s'ils sont pertinents, un certain nombre de points clés fondés sur une démarche d'analyse des risques :

- Identification et caractérisation des potentiels de dangers ;
- Description de l'environnement et du voisinage ;
- Réduction des potentiels de dangers ;
- Présentation de l'organisation de la sécurité ;
- Estimation des conséquences de la concrétisation des dangers ;
- Accidents et incidents survenus (accidentologie) ;
- Évaluation préliminaire des risques ;
- Étude détaillée de réduction des risques ;
- Quantification et hiérarchisation des différents scénarios en termes de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection ;
- Évolutions et mesures d'amélioration proposées par l'exploitant ;
- Résumé non technique de l'étude de dangers – Représentation cartographique.

Plus précisément, l'article D181-15-2, définit le contenu de l'étude de dangers selon le principe de proportionnalité :

« III. L'étude de dangers justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

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

« Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8, le pétitionnaire doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.

« L'étude comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité et la cinétique des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie agrégée par type d'effet des zones de risques significatifs.

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

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

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.

I.3. LA NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

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

Tableau 1 : La nomenclature ICPE d'un parc éolien

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

Le parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain 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

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

pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

I.4. LA DEMARCHE GENERALE DE L'ETUDE DE DANGERS

Le graphique ci-dessous synthétise les différentes étapes et les objectifs de l'étude de dangers :

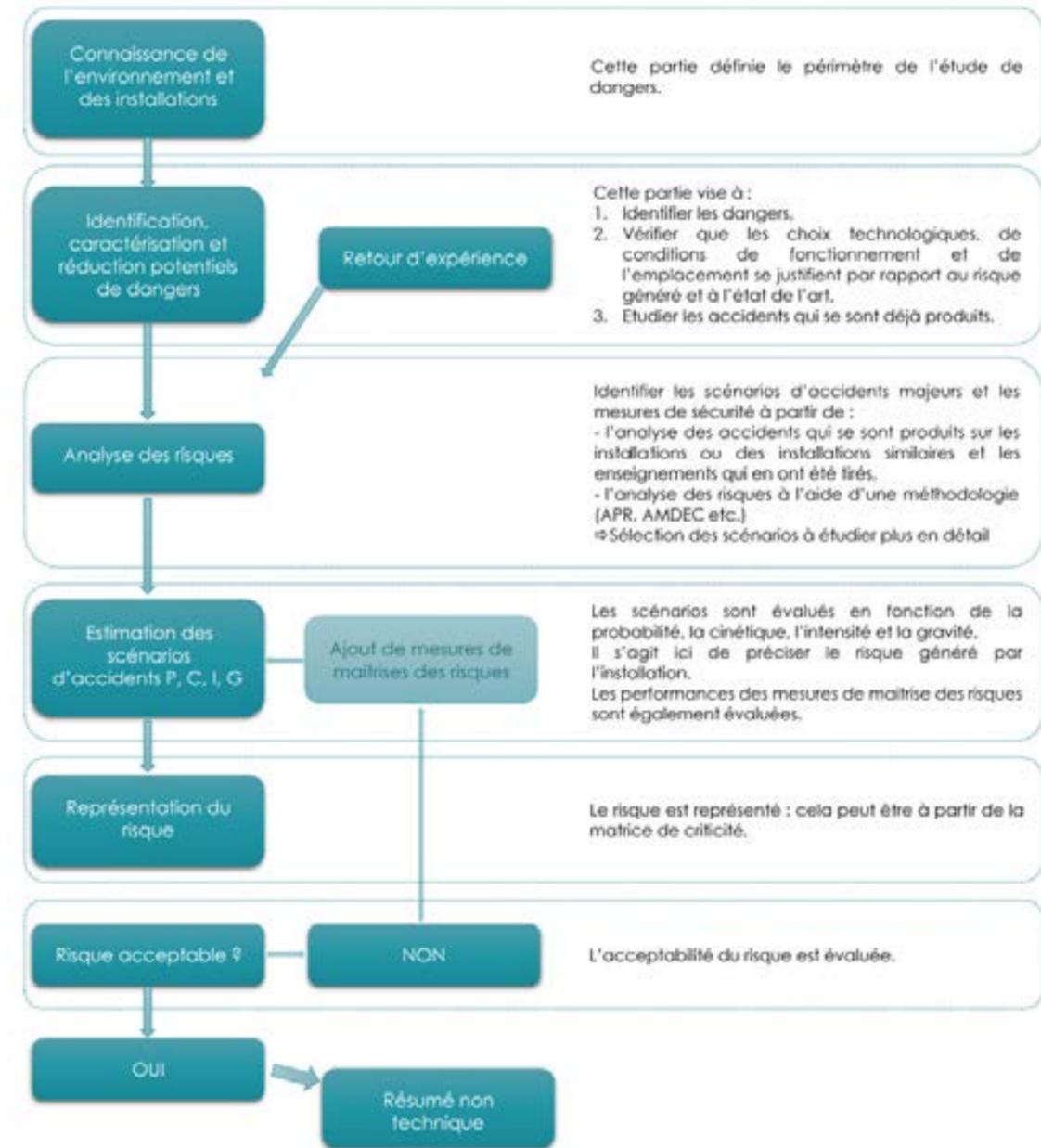


Figure 1 : La démarche générale de l'étude de dangers (Source : Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens – 2012)

² Rayon d'affichage en kilomètres.

II. LES INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION

II.1. LES RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

II.1.1. LE DEMANDEUR

Le projet éolien de Saint-Aubin-du-Plain a été développé par la société WKN France, spécialisée dans la conception de parcs éoliens.

Le demandeur (et maître d'ouvrage du projet) est une société de projet dénommée Parc Eolien de Saint-Aubin-du-Plain SAS créée spécifiquement pour la construction et l'exploitation de l'installation.

<u>Société :</u>	Parc Eolien de Saint-Aubin-du-Plain SAS
<u>Dénomination/raison sociale</u>	Parc Eolien de Saint-Aubin-du-Plain SAS
<u>Forme juridique</u>	Société par actions simplifiée à associé unique
<u>Numéro SIRET</u>	84097463800024
<u>Siège social :</u>	10 RUE CHARLES BRUNELLIERE 44100 NANTES
<u>Qualité du signataire de la demande</u>	Serge GALAUP - Directeur Général
<u>Capital social :</u>	100 €
<u>RCS :</u>	Nantes
<u>Téléphone :</u>	02 40 58 73 17
<u>Nature de l'activité :</u>	Exploitation d'une ou plusieurs éoliennes, la production et la vente d'électricité, la participation de la société, par tous moyens, directement ou indirectement dans toutes les opérations pouvant se rattacher à son objet.

II.1.2. LE MAÎTRE D'OUVRAGE

WKN France

Jérôme Penhouet - Chef de projets

10 rue Charles Brunellière

44 100 NANTES



II.1.3. LE REDACTEUR DU DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

AEPE-GINGKO

Elie VERDAGE - Chargé d'études en environnement

7, rue de la Vilaine

Saint Mathurin-sur-Loire

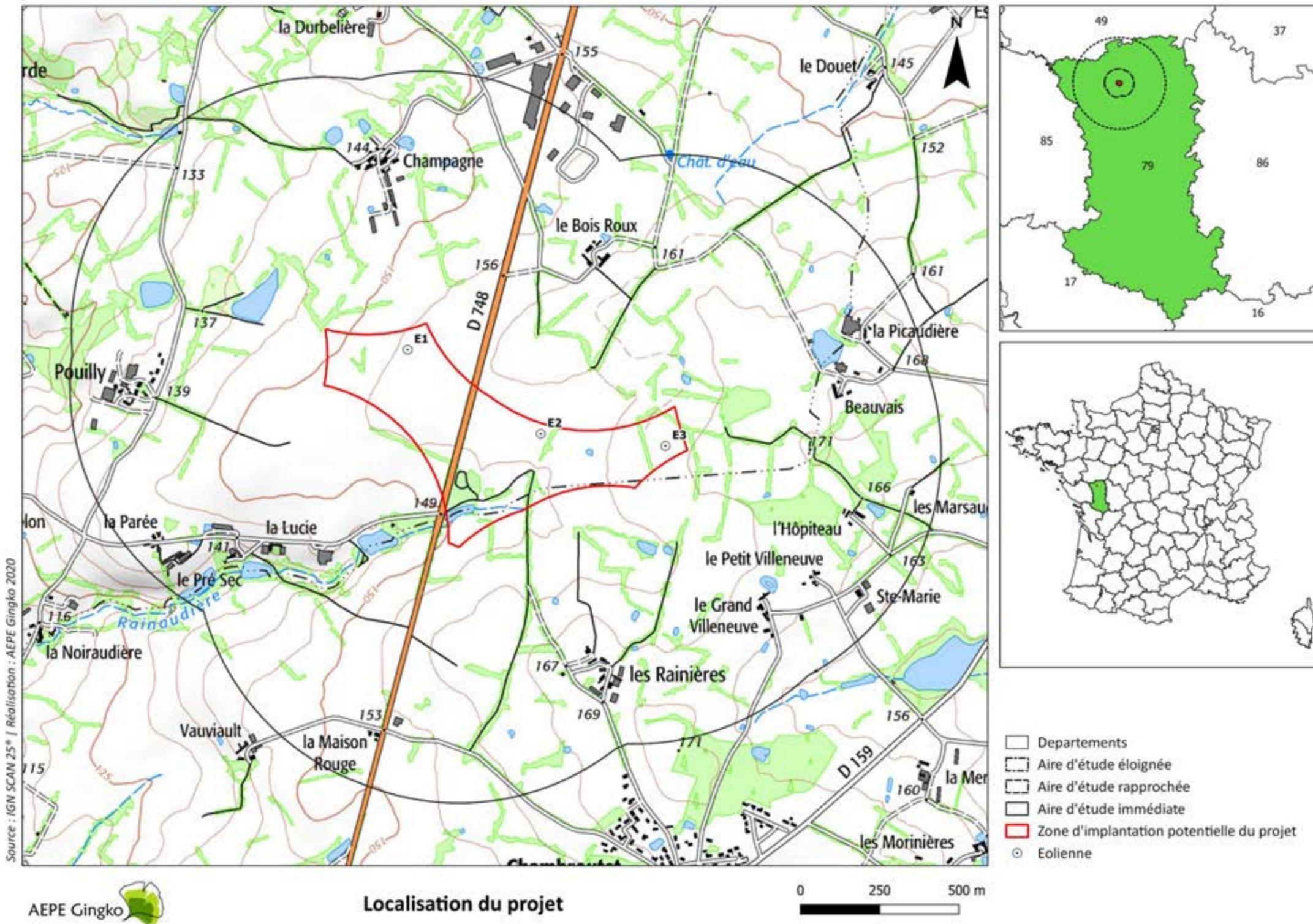
49 250 LOIRE AUTHION

Tél : 02 41 68 06 95



II.2. LA LOCALISATION DU PROJET

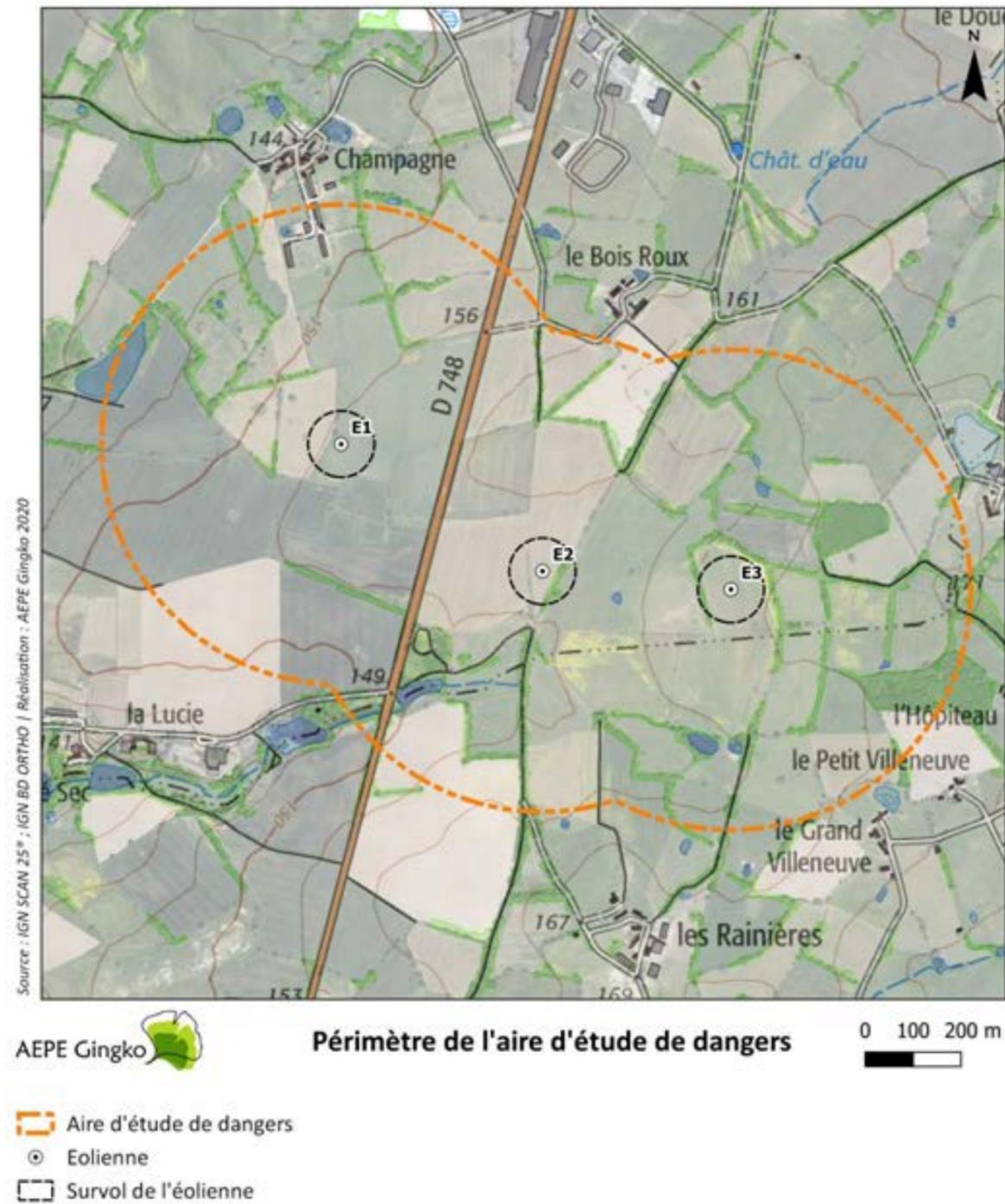
Les installations du projet éolien de Saint-Aubin-du-Plain sont localisées sur la commune de Saint-Aubin-du-Plain dans le département des Deux-Sèvres (79).



Carte 1 : Localisation du projet

II.3. LA DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

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



Carte 2 : Périmètre de l'aire d'étude de dangers

III. LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

III.1. L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

III.1.1. LES ZONES URBANISEES

L'aire d'étude de dangers s'inscrit essentiellement sur la commune de Saint-Aubin-du-Plain, et pour partie sur la commune de Bressuire.

Tableau 2 : Données démographiques des communes autour du périmètre d'étude de dangers (INSEE)

Commune	Population		Densité en 2015 (hab/km ²)	Évolution de la population entre 2010 et 2015
	2015	2010		
Bressuire	19 411	18 615	107,5	+0,8%
Saint-Aubin-du-Plain	558	550	39,7	+0,3%

La densité d'habitants de ces communes est très différente. La commune de Bressuire possède une densité d'habitant 2,7 fois supérieure à celle de Saint-Aubin-du-Plain. Cette différence peut s'expliquer par le rôle de pôle rural qu'occupe la commune de Bressuire, avec notamment un bourg plus urbanisé que celui de Saint-Aubin-du-Plain. Toutefois, la densité de ces communes reste inférieure à celle du territoire métropolitain français qui était de 118 hab./km² en 2015.

À proximité de l'aire d'étude de dangers, le bâti est organisé principalement sous forme de hameaux et de fermes. Une zone d'activité est également recensée au nord. Les bourgs les plus proches sont ceux de Chambroutet et Saint-Aubin-du-Plain, chacun situé à plus de 500 m de l'aire d'étude de dangers. Les zones d'habitations les plus proches sont les hameaux de Champagne et le Bois Roux au nord (Saint-Aubin-du-Plain), ainsi que ceux de Beauvais, le Petit Villeneuve et le Grand Villeneuve à l'est-sud-est (Bressuire).

Une recherche des habitations et bâtiments présents autour du projet a été effectuée de manière précise dans un rayon de 600 m autour des éoliennes (Cf : Carte 3). Ce rayon de recherche est supérieur à celui de l'aire d'étude de dangers (500 m) afin de prendre en compte les habitations les plus proches du projet. Sont donc recensés le « bâti dur » qui concerne, entre autres, les habitations et le « bâti léger » qui correspond à une structure légère, non attachées au sol par l'intermédiaire de fondations, ou à un bâtiment ou partie de bâtiment ouvert sur au moins un côté (Source : IGN).

Aucun bâtiment à usage d'habitation, industriel ou commercial n'est recensé au sein de l'aire d'étude de dangers. Plusieurs bâtiments sont toutefois recensés à moins de 500 m des éoliennes. Bien qu'ils soient classés comme « durs » ces bâtiments sont liés à l'activité agricole (hangars) et n'ont pas pour vocation à être habités. Ils ne sont donc pas pris en compte.

Tableau 3 : La distance des éoliennes aux habitations les plus proches

Éolienne la plus proche	Habitation la plus proche	Commune	Distance des habitations au centre du mât de l'éolienne la plus proche
E1	Champagne	Saint-Aubin-du-Plain	575 m
E2	Le Bois Roux	Saint-Aubin-du-Plain	563 m
E3	Le Grand Villeneuve	Bressuire	561 m

Les éoliennes seront situées à plus de 500 m de toute habitation et zone destinée à l'habitation.

La commune de Bressuire est régie par un Plan Local d'Urbanisme (PLU) approuvé le 04 novembre 2010 et révisé le 6 juin 2018. Bien que l'aire d'étude de dangers soit localisée en zone Agricole (A), aucune éolienne n'est implantée sur cette commune. Un Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) à l'échelle de la communauté d'agglomération du Bocage Bressuirais a été validé par le Conseil Communautaire le 17 décembre 2019. Le PLUi, après approbation, aura pour finalité, de remplacer les documents d'urbanisme en vigueur sur les communes de l'agglomération du Bocage Bressuirais. En attendant cette approbation, les documents d'urbanisme communaux sont toujours applicables.

L'occupation du sol sur la commune de Saint-Aubin-du-Plain est régie par une Carte Communale (CC) approuvée le 8 novembre 2011. Les éoliennes sont localisées sur un secteur non ouvert à la construction où les constructions et les installations nécessaires à des équipements collectifs sont autorisées. Les éoliennes étant considérées comme des équipements collectifs, elles sont admises sur la zone inconstructible de la commune de Saint-Aubin-du-Plain.

L'éloignement des éoliennes à plus de 500 m des zones urbanisables ou à urbaniser à destination d'habitation est respecté.

III.1.2. LES ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est recensé dans l'aire d'étude de dangers.

III.1.3. LES INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE)

Aucun établissement SEVESO ni installation nucléaire de base (INB) n'est présent dans les limites de l'aire d'étude de danger.

Plusieurs ICPE sont recensées sur les communes de Bressuire et Saint-Aubin-du-Plain. La plus proche est située à environ 530 m au nord de l'aire d'étude de dangers, soit à plus d'un kilomètre des éoliennes. Il s'agit d'un magasin de matériels de motoculture.

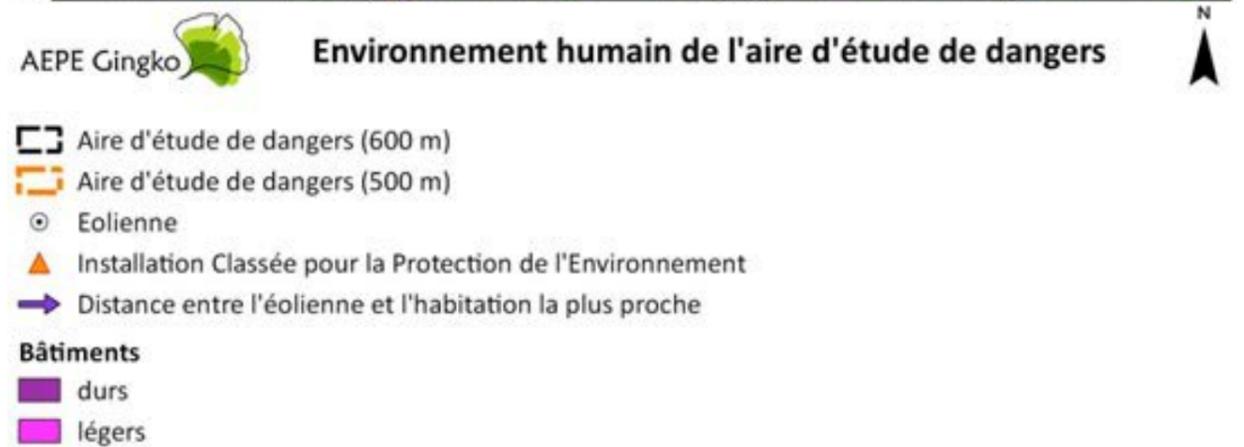
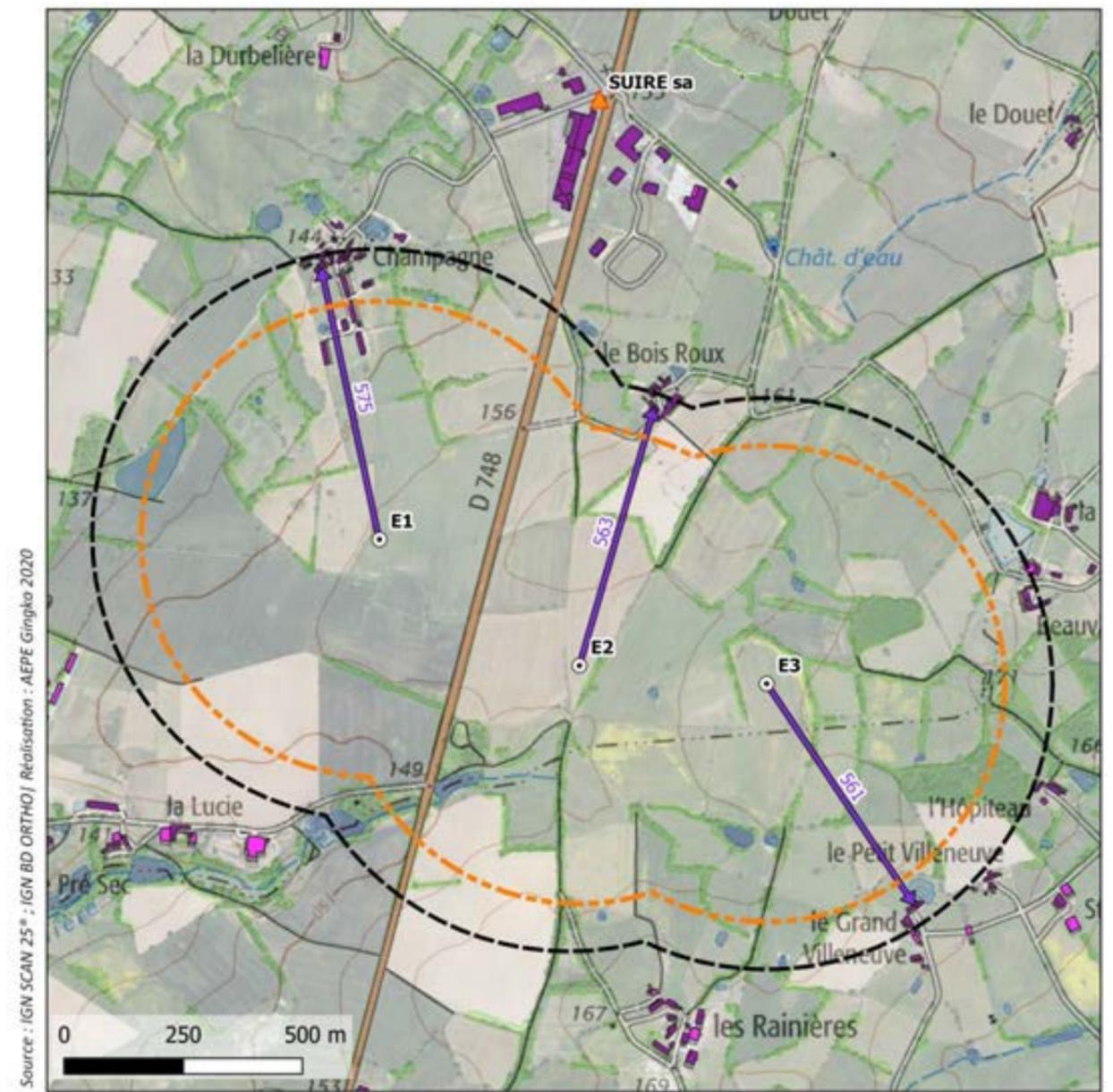
À cette distance, aucun risque industriel ne peut être envisagé au regard du type d'installation identifié.

Tableau 4 : Les ICPE à proximité de l'aire d'étude de dangers

Nom	Rubrique	Activité	Adresse	Distance à l'éolienne la plus proche
SUIRE sa	211	Gaz combustibles liquéfiés (dépôts)	Zone d'activité le Bois Roux	1,03 km (E1)
	2 560	Métaux et alliages (travail mécanique des)		
	2 565	Métaux et matières plastiques (traitement des)		
	2 940	Vernis, peinture, colle, ... (application, cuisson, séchage)		
	2 111	Volailles, gibier à plume (élevage, vente, etc.)		

III.1.4. LES AUTRES ACTIVITES

Hormis l'agriculture, l'aire d'étude de dangers n'accueille aucune autre activité qu'elle soit commerciale, ou industrielle.



Carte 3 : Environnement humain de l'aire d'étude de dangers

III.2. L'ENVIRONNEMENT NATUREL

III.2.1. LE CONTEXTE CLIMATIQUE

Les données présentées ci-après sont issues de données de la station météorologique de Niort (Source : Météo-Climat). Cette station se situe à 64 km au sud de l'aire d'étude de dangers.

III.2.1.1. LES TEMPERATURES

Les températures sont relativement douces tout au long de l'année. La moyenne annuelle est de l'ordre de 12,8°C. L'hiver est assez peu marqué (5°,9C en janvier) et l'été est doux (20,4°C pour le mois d'août). L'effet régulateur thermique de l'océan atlantique est donc assez présent malgré l'éloignement de la façade maritime.

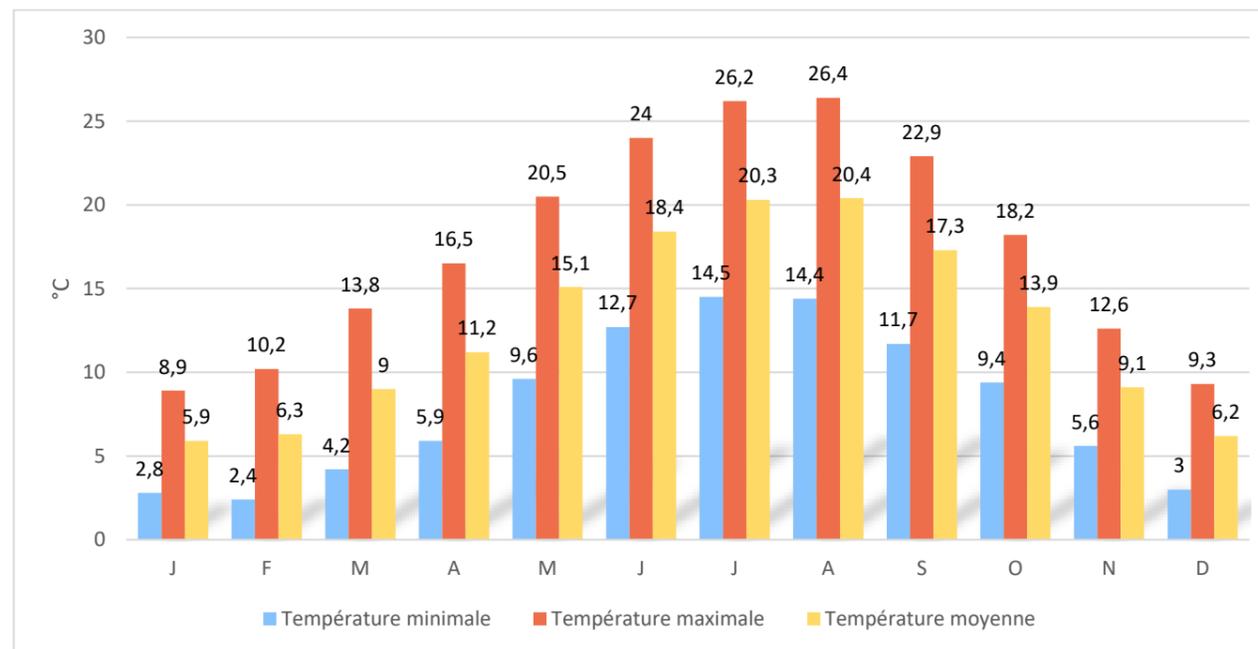


Figure 2 : Moyennes des températures mensuelles en °C entre 1990 et 2018 (Source : Météo-Climat)

III.2.1.2. LES PRECIPITATIONS

Le site d'étude est localisé dans la partie ouest du territoire métropolitain français, secteur soumis à un climat océanique relativement marqué. Le département des Deux-Sèvres connaît une pluviométrie haute. La pluviosité est de l'ordre de 835,8 mm par an. Les précipitations les plus élevées se manifestent d'octobre à janvier avec un pic léger au mois de décembre. Les mois de juin à septembre sont les mois les plus secs.

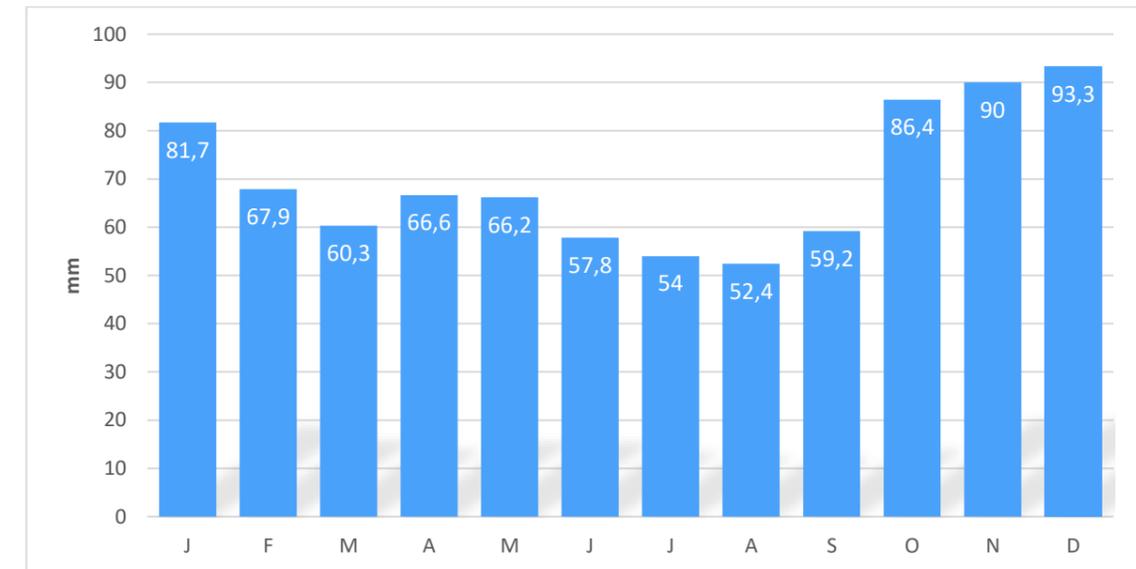


Figure 3 : Moyennes des précipitations mensuelles entre 1990 et 2018 (Source : Météo-Climat)

III.2.1.3. L'ENSOLEILLEMENT

La durée annuelle d'ensoleillement varie en France métropolitaine entre 1 500 et 2 900 h. Le site d'étude dispose d'un ensoleillement moyen de 1 993 h par an ce qui le place dans la fourchette moyenne à l'échelle du territoire français. Par ailleurs, l'ensoleillement est concentré sur la période de mai à septembre avec une moyenne mensuelle de 230 h, soit environ 7 h à 8 h de soleil par jour. A contrario les mois d'hiver sont très peu ensoleillés : moins de 80 h de soleil en moyenne pour les mois de décembre et janvier, soit environ 2 h à 3 h de soleil par jour.

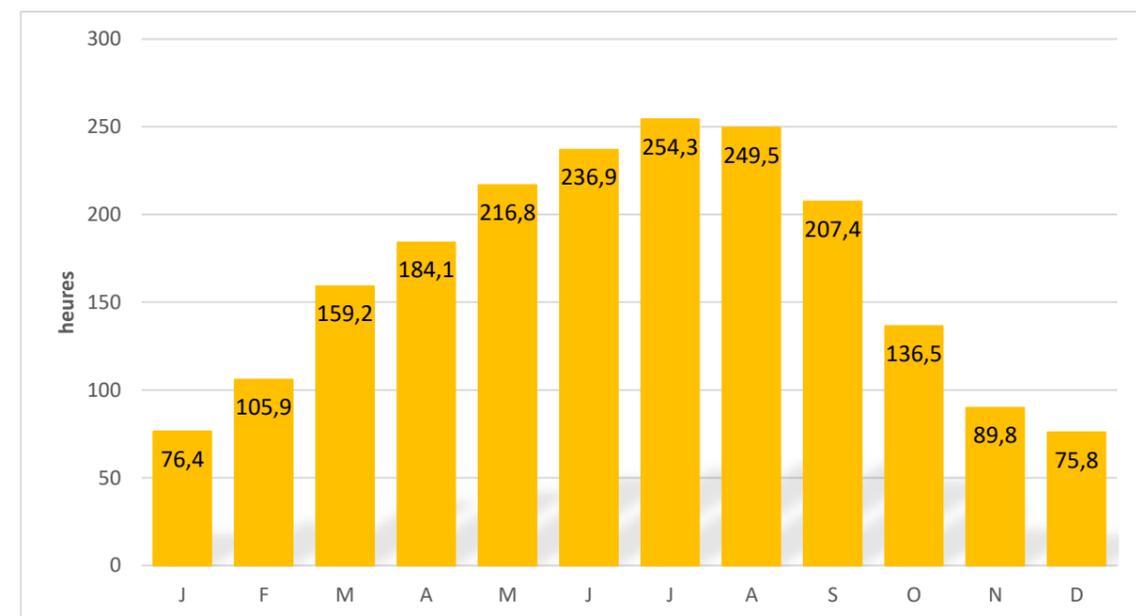


Figure 4 : Moyennes d'ensoleillement mensuel entre 1990 et 2018 (Source : Météo-Climat)

III.2.1.4. LES JOURS DE GEL

Le climat océanique de l'aire d'étude de dangers induit un nombre de jours de gel relativement limité dans l'année. Les fortes gelées (température inférieure à -5°C) sont recensées environ 4 jours par an en moyenne. Elles se concentrent particulièrement sur les mois de décembre, janvier et février. Les températures de grand froid (inférieure à -10°C) sont quant à elles anecdotiques (moins d'1 jour par an).

Tableau 5 : Moyennes mensuelles des jours de gelée recensés entre 1990 et 2018 (Source : Météo-Climat)

Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Gelée (Tn<=0°C)	8,69	8,79	4,55	1,38	0,03	0	0	0	0	0,52	3,59	9	36,55
Forte Gelée (Tn<=-5°C)	1,38	1,14	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0,24	0,97	3,9
Grand Froid (Tn<=-10°C)	0	0,14	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,21

III.2.1.5. LES ORAGES

Le département des Deux-Sèvres présente une densité de foudroiement limitée au regard des données disponibles à l'échelle du territoire français avec un moyenne de l'ordre de 1,3 impacts de foudre au sol par km² et par an (Source : Météorage).

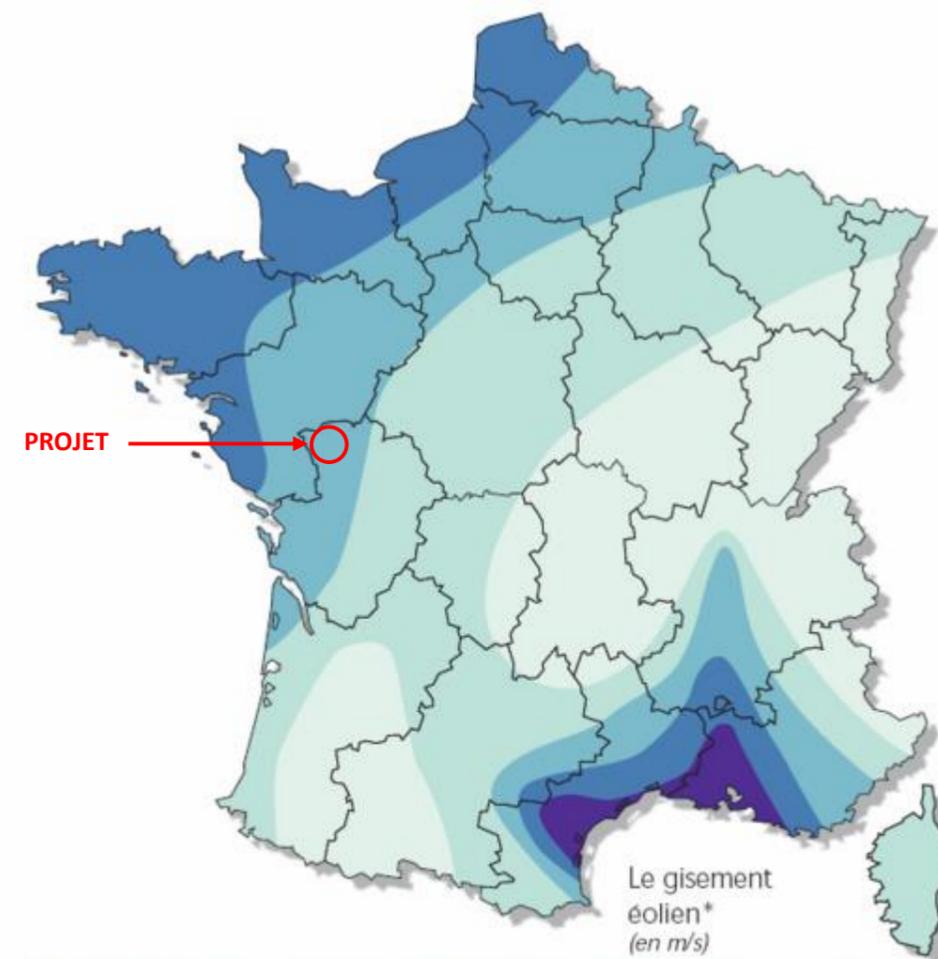
III.2.1.6. LES VENTS

La France bénéficie d'un potentiel éolien remarquable. Elle possède en effet le deuxième potentiel éolien en Europe, après celui du Royaume-Uni. Ce potentiel est estimé à 66 TWh sur terre et 90 TWh en mer (Source : Ministère de la Transition écologique et solidaire).

Selon l'atlas éolien de l'ADEME, la façade ouest du territoire français présente de manière générale des vents de secteur ouest relativement constants et importants. Le département des Deux-Sèvres est notamment situé en zone 3 (Cf. Figure 12).

De plus, le Schéma Régional Eolien de l'ancienne région Poitou-Charentes indique une vitesse moyenne du vent de l'ordre de 6,5 m/s à 100 m d'altitude au niveau de l'aire d'étude de dangers.

Enfin, la rose des vents en page suivante présente le nombre d'heures par an durant lequel le vent souffle dans la direction indiquée au niveau de la commune de Saint-Aubin-du-Plain. Ainsi l'orientation principale du vent sur l'aire d'étude de dangers est essentiellement sud-ouest/nord-est.



Bocage dense, bois, banlieue	Rase campagne, obstacles épars	Prairies plates, quelques buissons	Lacs, mer	Crêtes*, collines**	
<3,5	<4,5	<5,0	<5,5	<7,0	Zone 1
3,5 - 4,5	4,5 - 5,5	5,0 - 6,0	5,5 - 7,0	7,0 - 8,5	Zone 2
4,5 - 5,0	5,5 - 6,5	6,0 - 7,0	7,0 - 8,0	8,5 - 10,0	Zone 3
5,0 - 6,0	6,5 - 7,5	7,0 - 8,5	8,0 - 9,0	10,0 - 11,5	Zone 4
>6,0	>7,5	>8,5	>9,0	>11,5	Zone 5

* Vitesse du vent à 50 mètres au-dessus du sol en fonction de la topographie

** Les zones montagneuses nécessitent une étude de gisement spécifique

Figure 5 : Potentiel éolien en France Métropolitaine (Source : ADEME - 2013)

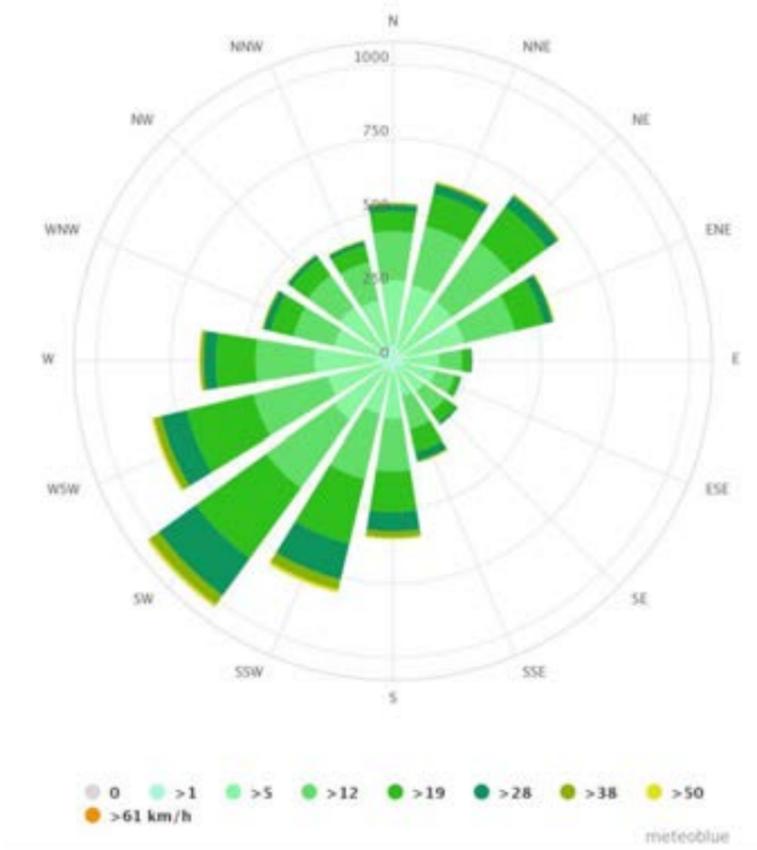


Figure 6 : La rose des vents au niveau de Saint-Aubin-du-Plain (Source : Meteoblue)

III.2.2. LES RISQUES NATURELS

III.2.2.1. LES ARRETES DE RECONNAISSANCE DE CATASTROPHE NATURELLE

Plusieurs catastrophes naturelles ont fait l'objet d'un arrêté de reconnaissance sur les communes de Bressuire et Saint-Aubin-du-Plain.

Tableau 6 : Les arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle

Type de catastrophe	Début	Fin	Arrêté du	Communes
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	Bressuire
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	27/02/2010	01/03/2010	01/03/2010	Bressuire
Inondations et coulées de boue	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	Bressuire
Inondations et coulées de boue	07/04/1983	09/04/1983	16/05/1983	Bressuire
Inondations et coulées de boue	17/01/1995	31/01/1995	06/02/1995	Bressuire
Inondations et coulées de boue	15/08/1997	16/08/1997	12/03/1998	Bressuire

Type de catastrophe	Début	Fin	Arrêté du	Communes
Inondations et coulées de boue	05/06/2018	06/06/2018	23/07/2018	Bressuire
Inondations et coulées de boue	11/06/2018	11/06/2018	23/07/2018	Bressuire
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/05/1989	31/12/1990	12/08/1991	Bressuire
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	1/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	Bressuire
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1991	31/10/1996	12/03/1998	Bressuire
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/11/1996	31/08/1998	23/02/1999	Bressuire
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	Bressuire
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2005	30/09/2005	20/02/2008	Bressuire
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2005	30/09/2005	18/04/2008	Bressuire
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2006	31/03/2006	18/04/2008	Bressuire
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	Bressuire
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	Bressuire
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2017	21/12/2017	18/09/2018	Bressuire
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	Saint-Aubin-du-Plain
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	27/02/2010	01/03/2010	01/03/2010	Saint-Aubin-du-Plain
Inondations et coulées de boue	07/04/1983	09/04/1983	16/05/1983	Saint-Aubin-du-Plain
Inondations et coulées de boue	15/08/1997	16/08/1997	12/03/1998	Saint-Aubin-du-Plain

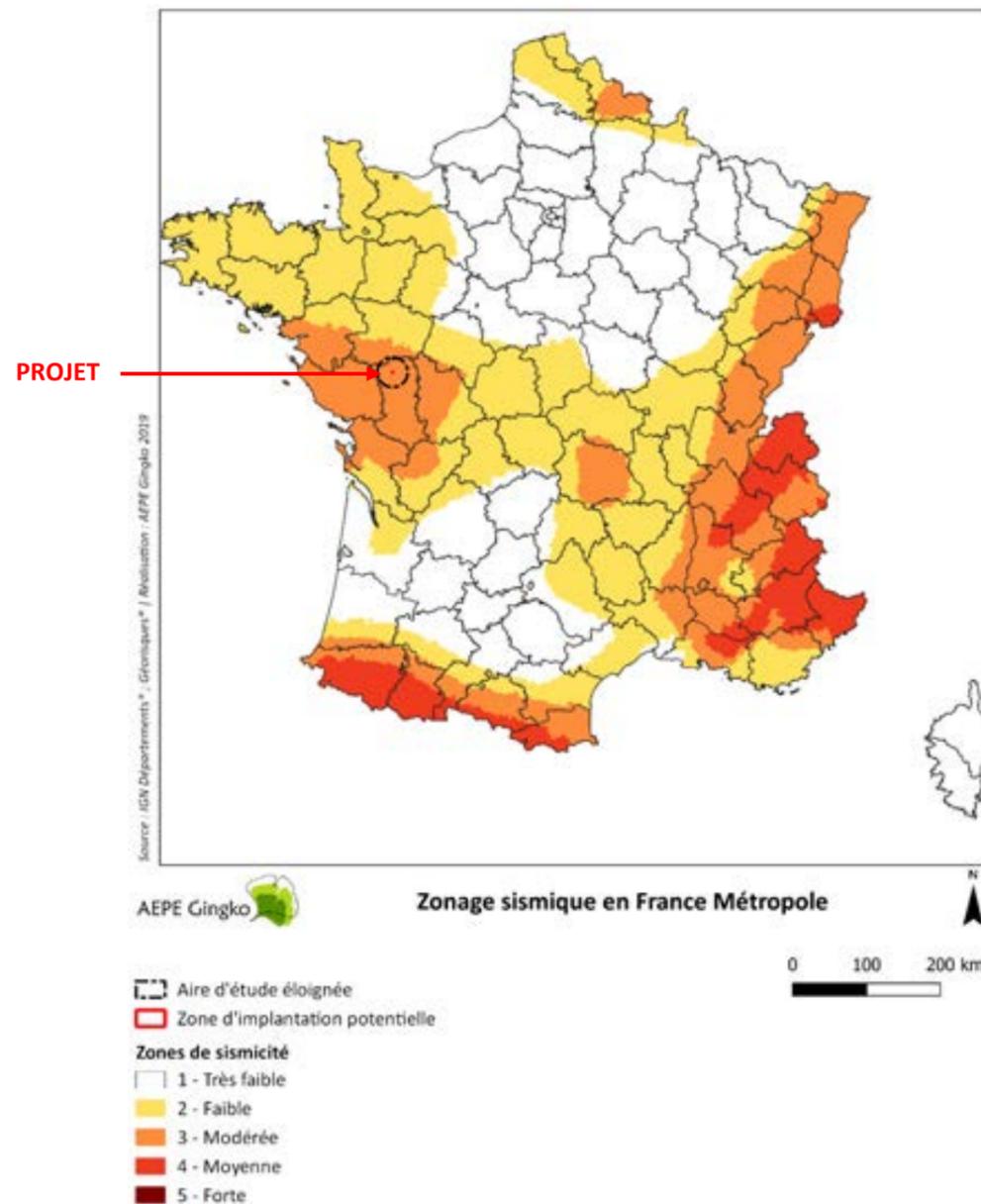
Ces arrêtés concernent essentiellement des catastrophes de type inondation, coulée de boue et mouvement de terrain. Les inondations et coulées de boue sont concentrées dans les vallées et vallons. La partie sud de l'aire

d'étude de dangers est concernée par le vallon du ruisseau la Rainaudière. Seule cette zone peut potentiellement présenter un risque.

Les mouvements de terrain sont liés à la sécheresse et à la réhydratation des sols. Ce type de risque est en corrélation avec la teneur en argiles du sol. L'aléa retrait-gonflement d'argiles au niveau du projet est classé comme nul à faible.

III.2.2.2. LA SISMICITE

La commune de Saint-Aubin-du-Plain est localisée dans une zone de sismicité 3 (modérée).



Carte 4 : Zonage sismique en vigueur en France Métropole

L'arrêté du 15 septembre 2014 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 définit chaque catégorie de bâtiment. Parmi les modifications de cet arrêté, on peut noter que seuls « les bâtiments des centres de production collective d'énergie répondant au moins à l'un des trois critères suivants, quelle que soit leur capacité d'accueil feront l'objet d'une attestation :

- la production électrique est supérieure au seuil de 40 MW électrique ;
- la production thermique est supérieure au seuil de 20 MW thermique ;
- le débit d'injection dans le réseau de gaz est supérieur à 2 000 Nm³/h. »

Le parc éolien ne dépasse pas une puissance électrique de 40 MW, il ne sera pas nécessaire d'insérer dans le dossier de demande d'autorisation environnementale, un document établi par un contrôleur technique, attestant qu'il a fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte, au stade de la conception, des règles parasismiques et paracycloniques anciennement prévues par l'article L. 563-1 du code de l'environnement (article A431-10 et 431-16 du code de l'urbanisme). De même, il ne sera pas obligatoire d'établir une attestation à joindre à la déclaration d'achèvement des travaux (article 462-4 du code de l'urbanisme).

Les centres de production eux-mêmes, c'est-à-dire éoliennes, ne sont pas soumis à l'arrêté du 22 octobre 2010, qui ne concerne que les bâtiments. Les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 12 mètres sont soumises au contrôle technique obligatoire en vertu de l'article R 111-38 du code de la construction et de l'habitation. C'est dans ce cadre que l'ensemble des contrôles relatifs aux aléas techniques susceptibles d'être rencontrés dans la réalisation des ouvrages est effectué.

III.2.2.3. LES RISQUES D'INONDATION

Une inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque inondation est la conséquence de deux composantes :

- l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement ou apparaître par résurgence (remontée),
- l'homme qui s'installe dans la zone inondable pour y implanter toutes sortes de constructions, d'équipements et d'activités.

L'aire d'étude de dangers est éloignée d'au moins 1 km du cours d'eau permanent le plus proche, le Dolo. Seul le ruisseau temporaire de la Rainaudière est recensé au sud-ouest de cette aire.

D'après le site <http://www.georisques.gouv.fr>, les communes de Bressuire et Saint-Aubin-du-Plain ne sont pas exposées à un Territoire à Risque important d'Inondation (TRI). Un atlas des zones inondables a été publié sur le bassin des affluents du Thouet. Il permet de définir les zones susceptibles d'être concernées par le risque d'inondation aux abords de l'Argent, l'Argenton, le Dolo, la Madoire et le Thouaret. La zone inondable définie dans cet atlas est distante de plus d'1 km de l'aire d'étude de dangers. À cette distance, aucun risque ne peut être identifié dans le cadre du projet. De même, aucun plan de prévention du risque d'inondation (PPRI) n'est recensé sur l'aire d'étude de dangers ou à ses abords immédiats.

III.2.2.4. LE RISQUE DE RUPTURE DE BARRAGE

Le décret n° 2015-526 du 12 mai 2015 réglemente les ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions (notamment les digues) afin de garantir leur efficacité et leur sûreté, tant en ce qui concerne le parc d'ouvrages existants que les nouveaux ouvrages à construire.

D'après le dossier départemental des risques majeurs, deux barrages de classe A sont répertoriés dans le département des Deux-Sèvres. Aucun barrage de classe B n'est recensé.

Le barrage de la Touche Poupart se situe sur le cours d'eau le Chambon, affluent de la Sèvre Niortaise. Le barrage du Puy Terrier se situe sur le cours d'eau le Cébron, affluent du Thouet. Selon le dossier départemental des risques majeurs, les communes de Bressuire et Saint-Aubin-du-Plain ne sont pas concernées par le risque de rupture de barrage.

III.2.2.5. LES RISQUES LIÉS AUX CAVITÉS

D'après le site <http://www.georisques.gouv.fr>, 2 cavités sont recensées sur les communes concernées par l'aire d'étude de dangers. Ces cavités sont toutefois localisées à 6,9 et 9 km de cette aire et ne présentent donc pas d'enjeu.

III.2.2.6. LES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN

Un mouvement de terrain est un déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol. Il est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques ou des sols. Il est dû à des processus lents de dissolution ou d'érosion favorisés par l'action de l'eau et de l'homme.

D'après le site <http://www.georisques.gouv.fr>, et le dossier départemental des risques majeurs des Deux-Sèvres, les communes de Bressuire et Saint-Aubin-du-Plain ne font pas l'objet de risque de mouvement de terrain recensé. Aucun enjeu particulier propre à ce risque n'est donc identifié.

III.2.2.7. LES RISQUES LIÉS AUX FEUX DE FORÊT ET DE CULTURES

La question de feu de forêt lorsqu'un feu concerne une surface minimale de 0,5 hectare d'un seul tenant et qu'une partie au moins des étages arbustifs et/ou arborés (parties hautes) est détruite (Définition nationale donnée par <https://www.gouvernement.fr/risques>). En plus des forêts au sens strict, les incendies concernent des formations subforestières de petite taille : le maquis, la garrigue, et les landes. Généralement, la période de l'année la plus propice aux feux de forêt est l'été, car aux effets conjugués de la sécheresse et d'une faible teneur en eau des sols, viennent s'ajouter les travaux en forêt.

Selon l'article L. 133-1 du Code Forestier, l'ancienne région Poitou-Charentes, et donc le Département des Deux-Sèvres, fait partie des territoires où les bois et forêts sont particulièrement exposés au risque d'incendie. Toutefois, les feux de forêts sont rares dans ce département. Depuis 1990, les Deux-Sèvres ont connu seulement 8 feux de forêt supérieurs à 20 hectares (Service Départemental d'Incendie et de Secours 79).

L'aire d'étude de dangers n'est pas localisée à proximité de boisements. Seuls quelques arbres isolés et haies sont recensés à proximité du projet. Le risque lié aux feux de forêt est donc défini comme faible pour le projet.

III.2.2.8. L'ALÉA RETRAIT/GONFLEMENT D'ARGILE

Les données et cartes éditées par le BRGM ont pour but de délimiter toutes les zones qui sont a priori sujettes au phénomène de retrait-gonflement d'argiles et de hiérarchiser ces zones selon un degré d'aléa croissant. Selon le BRGM et <http://www.georisques.gouv.fr>, les zones où l'aléa retrait-gonflement est qualifié de fort, sont celles où la probabilité de survenance d'un sinistre sera la plus élevée et où l'intensité des phénomènes attendus est la plus forte. Dans les zones où l'aléa est qualifié de faible, la survenance de sinistres est possible en cas de sécheresse importante mais ces désordres ne toucheront qu'une faible proportion des bâtiments (en priorité ceux qui présentent des défauts de construction ou un contexte local défavorable, avec par exemple des arbres proches ou une hétérogénéité du sous-sol). Les zones d'aléa moyen correspondent à des zones intermédiaires entre ces deux situations extrêmes. Quant aux zones où l'aléa est estimé a priori nul, il s'agit des secteurs où les cartes géologiques actuelles n'indiquent pas la présence de terrain argileux en surface.

D'après la carte d'aléa retrait et gonflement des argiles (échelle de validité : 1/50 000ème), les aléas sur l'aire d'étude de dangers sont considérés comme nuls à faibles. Seule l'extrémité Est de la zone du projet est concernée par un risque faible lié à l'aléa argiles. Cela n'impose pas de précautions particulières pour la conception d'ouvrages éoliens. Les enjeux liés à ce risque sont donc faibles.

III.2.2.9. LE RISQUE DE REMONTÉES DE NAPPES

Outre les inondations liées aux eaux superficielles, un territoire peut être soumis à des remontées de nappes localisées dans les sédiments ou dans le socle. Si les nappes sont pleines, des remontées d'eau sont susceptibles d'affecter les terres et de provoquer des inondations.

L'aire d'étude de dangers se localise sur un socle granitique peu perméable. Elle n'est donc pas concernée par le risque de remontée de nappes sédimentaires mais plutôt par celui de remontée de nappes de socle.

Le site www.georisques.gouv.fr permet de localiser les secteurs potentiellement concernés par le risque de remontée de nappes. Le risque est représenté en 3 classes :

- « zones potentiellement sujettes aux débordements de nappes » : lorsque la différence entre la cote altimétrique du MNT et la cote du niveau maximal interpolée est négative ;
- « zones potentiellement sujettes aux inondations de cave » : lorsque la différence entre la cote altimétrique du MNT et la cote du niveau maximal interpolée est comprise entre 0 et 5 m ;
- « pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave » : lorsque la différence entre la cote altimétrique du MNT et la cote du niveau maximal interpolée est supérieure à 5 m.

Selon le site www.georisques.gouv.fr, seuls les points bas situés sur l'aire d'étude de dangers sont potentiellement sujets aux inondations de caves. Aucune zone potentiellement sujette aux débordements de nappes n'est recensée.

Un enjeu lié au risque de remontée de nappes existe donc sur l'aire d'étude de dangers, au niveau du vallon accueillant le ruisseau de la Rainaudière. S'agissant de zones potentiellement sujettes aux inondations de cave, l'enjeu peut être qualifié de faible à modéré.

aéronautique réhibitoire liée à la proximité immédiate d'un aérodrome civil, à la circulation aérienne ou à la protection d'appareils de radionavigation ».

III.3.2. LES RESEAUX PUBLICS ET PRIVES

De la consultation des principaux services gestionnaires d'infrastructures ou de servitudes, il apparaît que l'aire d'étude de dangers est concernée par des ouvrages et réseaux qui induisent pour certains des contraintes et servitudes.

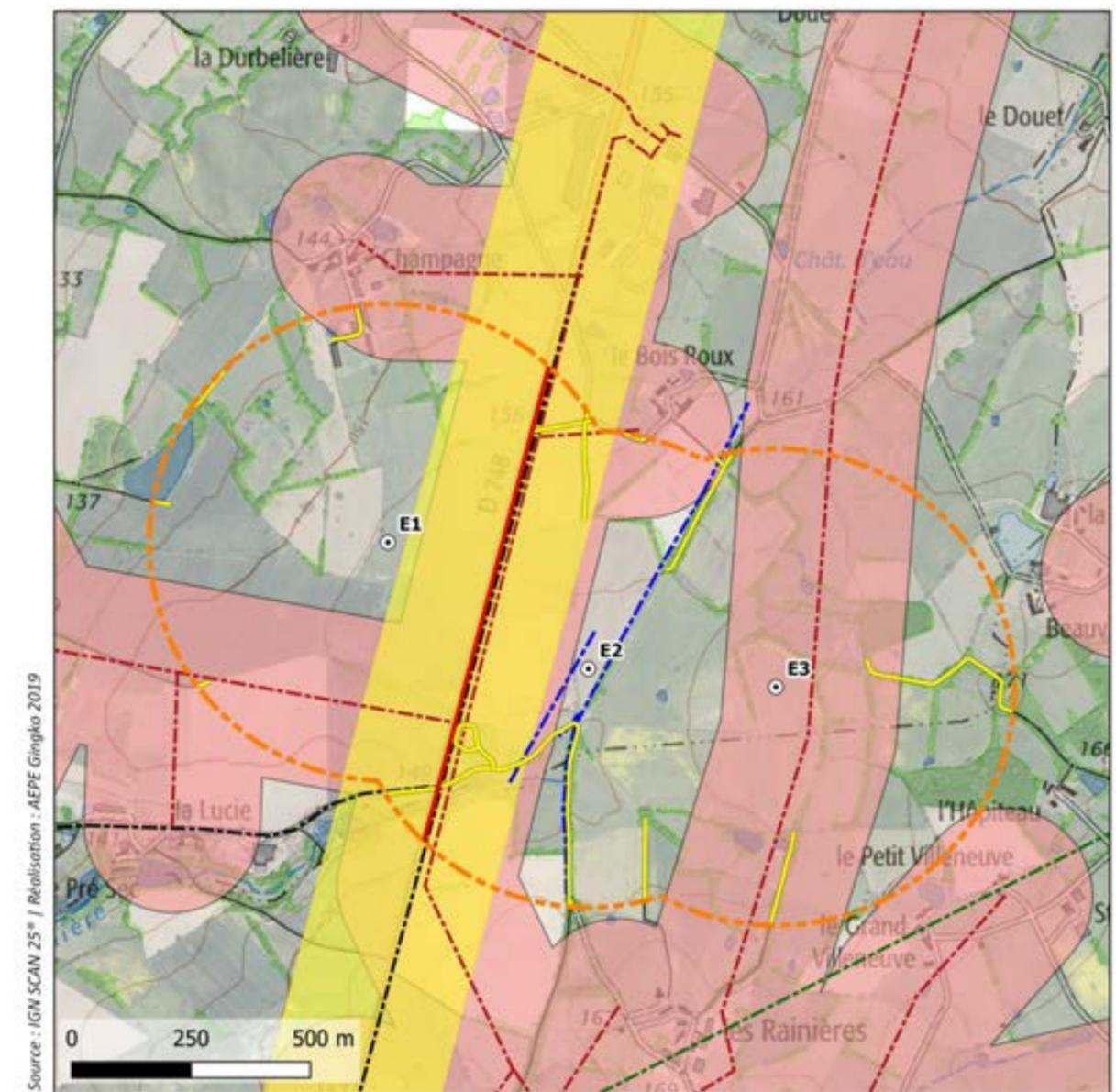
Le règlement de voirie départementale des Deux-Sèvres indique « À proximité du réseau routier départemental, une distance minimale équivalente à une fois la hauteur totale de l'ensemble (mât + pale) devra séparer l'éolienne de la limite du domaine public. ». Par conséquent, un recul d'une hauteur totale de l'éolienne est à respecter vis-à-vis de la D748 qui traverse l'aire d'étude de dangers.

Plusieurs lignes électriques HTA sont également recensées au sein de l'aire d'étude de dangers. Le gestionnaire GÉRÉDIS DEUX SEVRES a été consulté le 10 octobre 2018 afin de prendre connaissance d'éventuelles servitudes concernant son réseau (Cf. Annexe pièce n°5-A Etude d'impact). En réponse, GÉRÉDIS DEUX SEVRES demande à ce qu'une distance minimum égale à la hauteur totale de l'éolienne, pale comprise, augmentée d'une distance de 5 m soit respectée. L'éolienne E3 est notamment implantée à une distance inférieure au recul demandé. Il est toutefois précisé qu'un enfouissement des réseaux permettrait de limiter cette contrainte car aucune distance de sécurité est exigée vis-à-vis d'un réseau souterrain. En concertation avec GÉRÉDIS DEUX SEVRES, il a été choisi d'enfouir la ligne électrique HTA concernée.

Par retour de consultation, des canalisations d'eau potable gérée par VEOLIA pour le compte du Syndicat du Val de Loire (SVL) ont été localisées au niveau de l'éolienne E2. Par courrier du 26 juin 2020 (Cf. Pièce n°5-A : Etude d'impact), le SVL atteste que les réseaux d'eau potable implantés au niveau de la parcelle 349 à Saint-Aubin-du-Plain ne gênent pas la réalisation du projet d'éolienne.

Un unique faisceau hertzien est recensé aux abords de l'aire d'étude de dangers. Il s'agit d'un faisceau non concerné par des servitudes d'utilité publique et localisé, pour sa partie la plus proche, à 90 m au sud-est de l'aire d'étude de dangers.

Enfin, un réseau de télécommunication d'Orange longe la D748 et traverse l'aire d'étude de dangers. Ce réseau n'engendre aucune contrainte ou servitude. Il devra simplement être prise en compte lors de la phase travaux afin qu'aucun dommage ne lui soit fait.



Carte 6 : Environnement matériel de l'aire d'étude de dangers

III.4. LA SYNTHÈSE DES ENJEUX

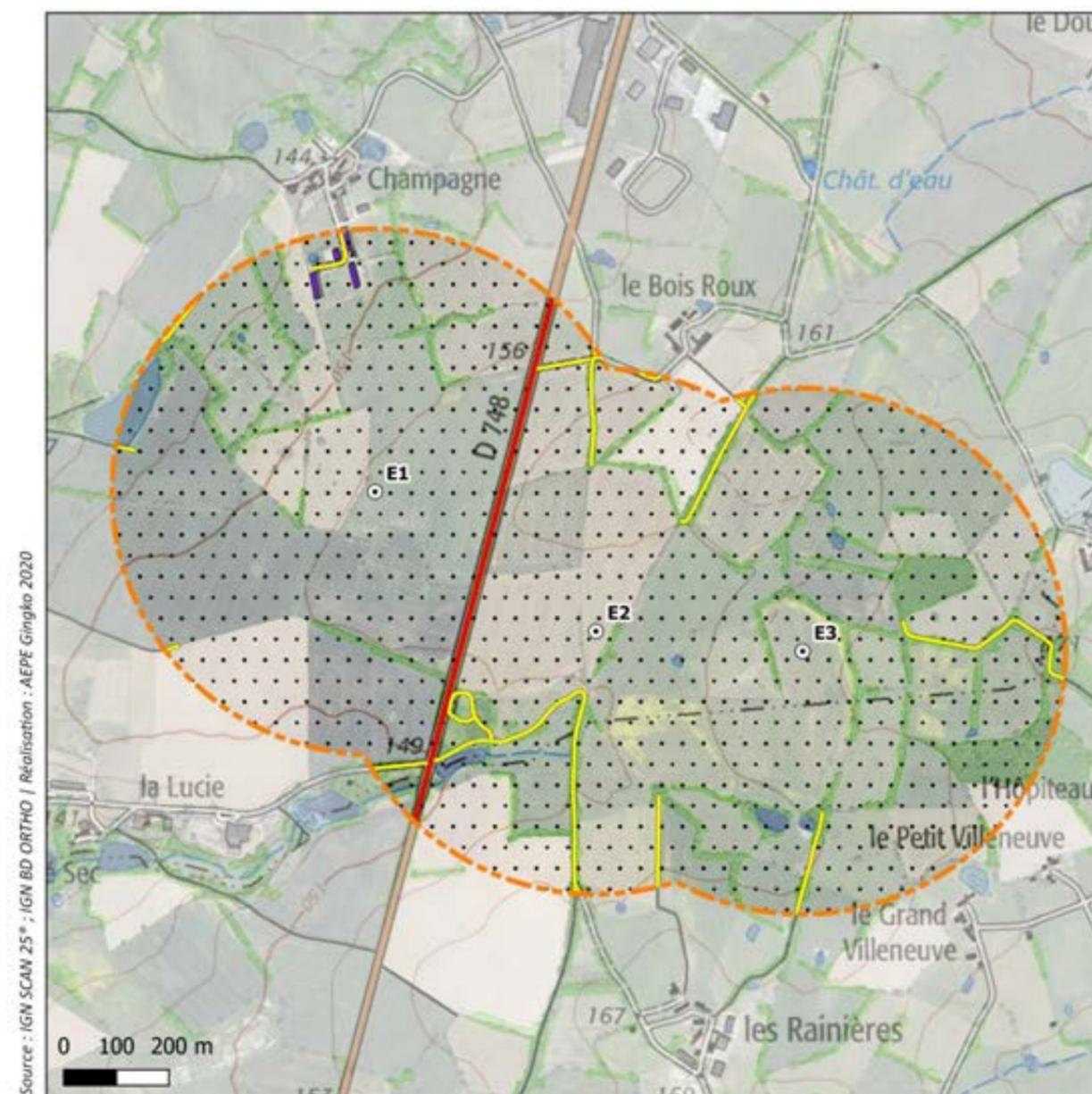
Plusieurs enjeux ont été recensés au sein de l'aire d'étude de dangers :

- Milieu humain : Aucune habitation n'est située à l'intérieure de l'aire d'étude de dangers. Seuls quelques bâtiments à usage agricole y sont recensés, sans enjeux.
- Milieu naturel : L'éolienne E2 est implantée sur une zone potentiellement sujette aux inondations de caves. L'éolienne E3 est implantée sur une zone où l'aléa retrait-gonflement d'argiles est faible.
- Milieu matériel : L'aire d'étude de dangers est traversée par la D748 qui est un axe structurant. Plusieurs axes non structurants sous forme de liaisons locales sont également recensés. Un recul d'une hauteur totale d'éolienne est demandé de part et d'autre de la D748. Un même recul, augmenté de 5 m, est demandé pour les lignes électriques aériennes HTA. Enfin, plusieurs autres réseaux sont recensés au sein de l'aire d'étude de dangers (téléphone, eau potable) mais n'impliquent aucune servitude si ce n'est une prise en compte lors de la phase travaux.

Au regard de l'annexe 1 (méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne), une typologie des terrains présents au sein de l'aire d'étude de dangers a pu être réalisée. Cette démarche permet d'identifier et de quantifier les personnes et les biens à protéger sur l'aire d'étude.

Plusieurs types de zones peuvent ainsi être définies :

- Les parcelles agricoles et forestières correspondent à des « terrains non aménagés et très peu fréquentés » (1 personne pour 100 ha) ;
- Les bâtiments agricoles correspondent à des « zones d'activités » (nombre de salariés ou nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes) ;
- Les voies de circulation non structurantes (dont chemins agricoles) correspondent à des « terrains aménagés mais peu fréquentés » (1 personne pour 10 ha) ;
- La D748, avec un trafic moyen journalier de 3 441 véhicules correspond à une voie de circulation automobiles (0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour).



AEPE Gingko 

Types de terrains de l'aire d'étude de dangers

-  Aire d'étude de dangers
-  Éolienne
- Terrains**
-  Axe structurant
-  Aménagés mais peu fréquentés (voies non structurantes, chemins agricoles, ...)
-  Non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, friches, ...)
-  Zones d'activités (bâtiments agricoles)

Carte 7 : Types de terrain de l'aire d'étude de dangers

IV. LA 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, au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

IV.1. LES CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

L'activité principale du parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent.

IV.1.1. LES 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.

IV.1.2. LES 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.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - le système de freinage mécanique ;
 - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
 - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
 - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

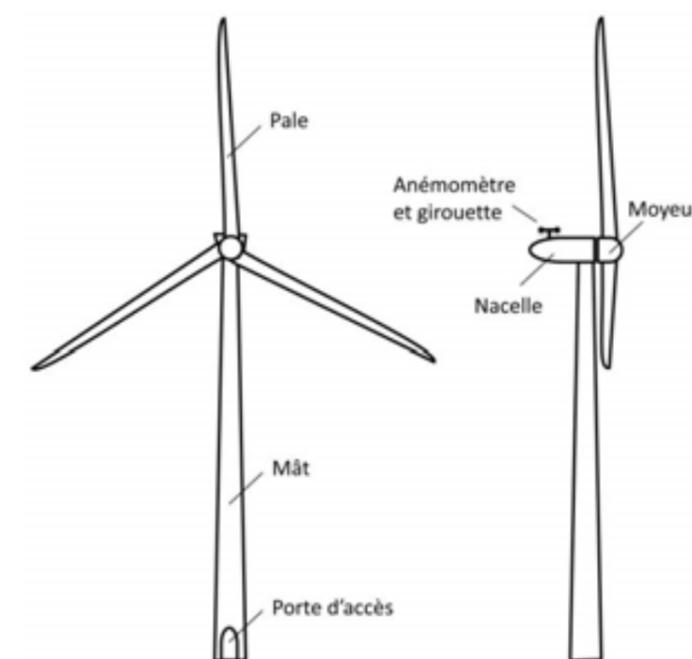


Figure 7 : Le schéma simplifié d'un aérogénérateur

IV.1.2.1. L'EMPRISE AU SOL

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

- **La surface de chantier** est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
- **La fondation de l'éolienne** est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.

- **La zone de surplomb ou de survol** correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât.
- **La plateforme** correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.

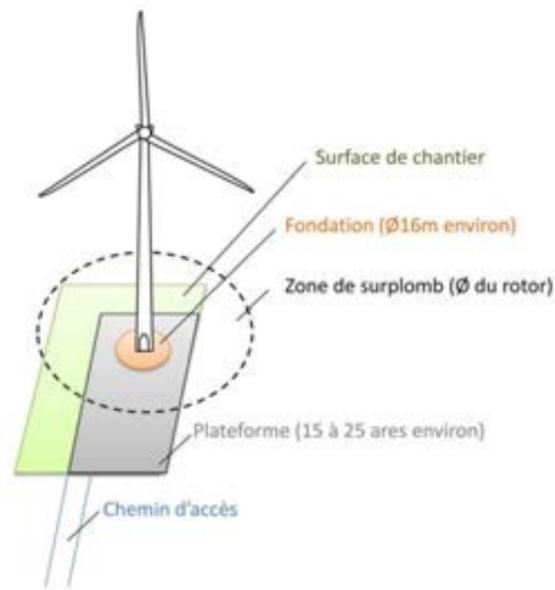


Figure 8 : L'illustration des emprises au sol d'une éolienne

IV.1.2.2. LES 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 construction du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

- Si possible, l'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants ;
- Si non, 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).

IV.1.3. LA COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain est composé de 3 éoliennes et d'un poste de livraison. Le choix du type d'éolienne s'est orienté vers un gabarit de grand diamètre pour valoriser au mieux le gisement éolien du site tout en prenant en considération les enjeux acoustiques, environnementaux, paysagers et patrimoniaux. Le gabarit présenté dans la suite de l'étude correspond aux dimensions maximisante des éoliennes du gabarit sélectionné.

Ainsi, chaque aérogénérateur aura une hauteur de moyeu de 110 m (soit une hauteur de mât de 105,33 m au sens de la réglementation ICPE) et un diamètre de rotor de 138 m, soit une hauteur totale en bout de pale de 180 m.

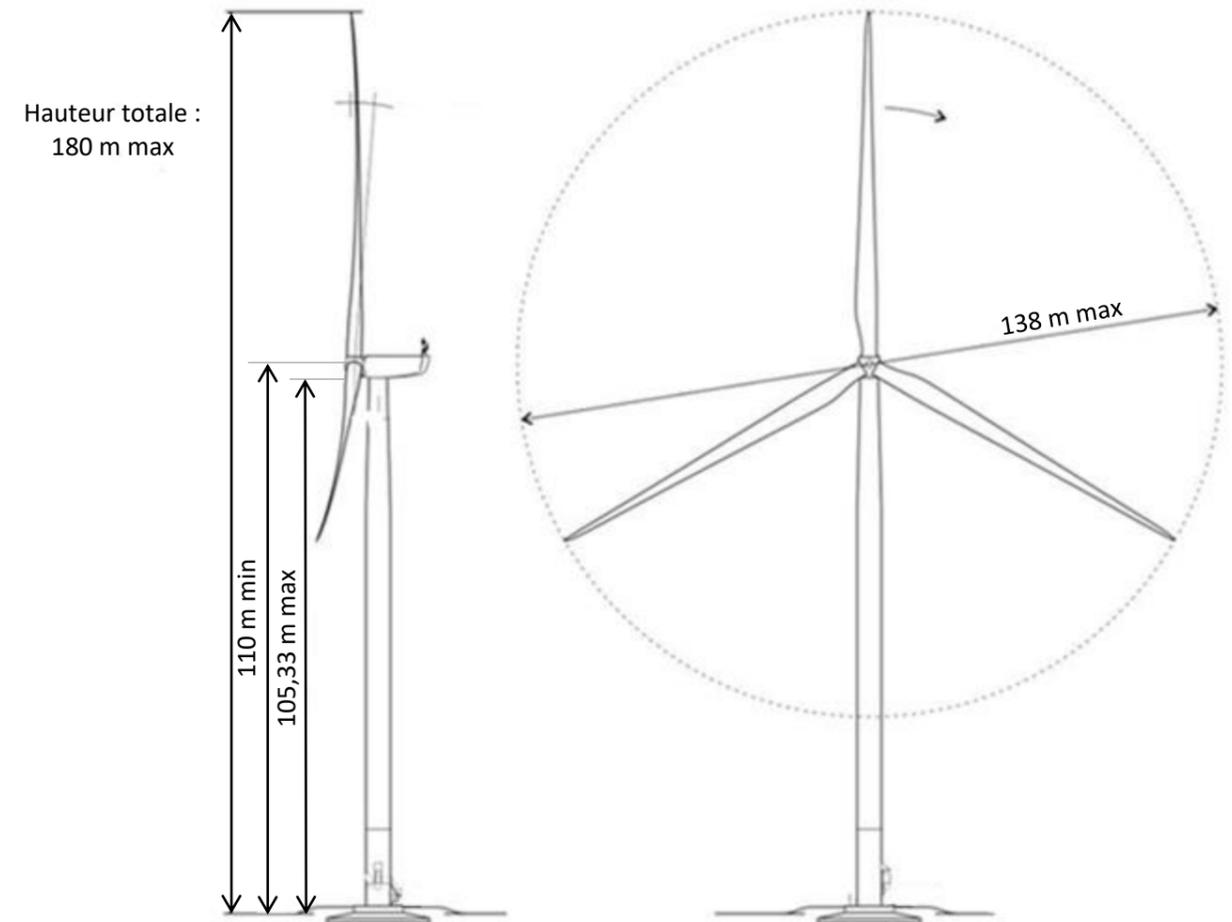


Figure 9 : Les dimensions maximales du gabarit d'éolienne envisagé

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs.

Tableau 7 : Les coordonnées GPS et côtes NGF des éoliennes et du poste de livraison

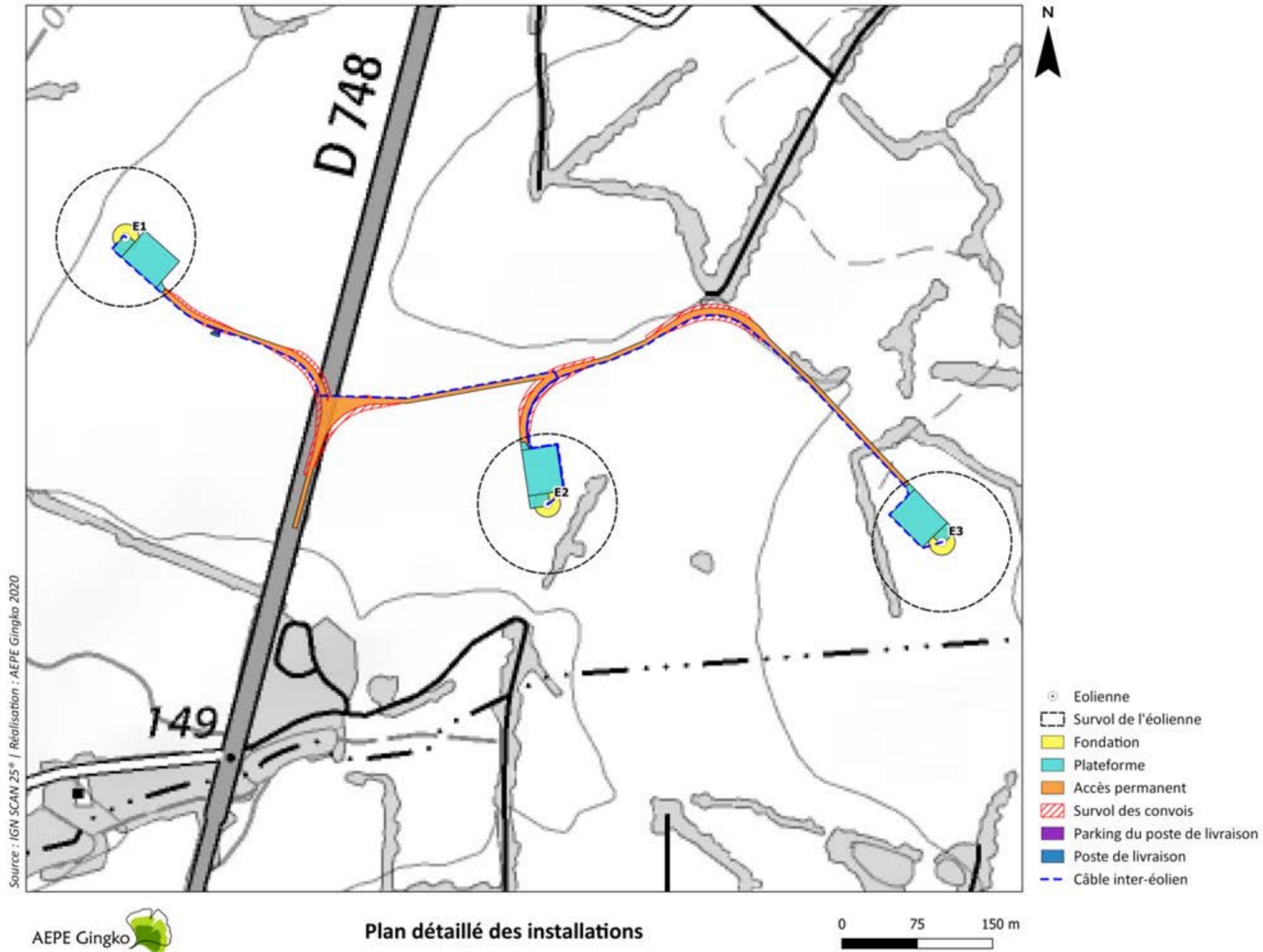
Éolienne	Coordonnées Projection Lambert 93		Coordonnées WGS 84		Côte au sol NGF	Côte maximum des installations NGF
	X (m)	Y (m)	Lat	Long		
E1	435 793	6 651 406	0°28'20.63" O	46°54'37.97" N	156,1 m	336,1 m
E2	436 213	6 651 141	0°28'0.23" O	46°54'29.99" N	156,5 m	336,5 m
E3	436 606	6 651 103	0°27'41.58" O	46°54'29.32" N	164 m	344 m
Poste de livraison	435 883	6 651 309	0°28'16.17" O	46°54'34.98" N	158,4 m	161 m

Les éoliennes seront accompagnées des aménagements décrits dans le tableau suivant.

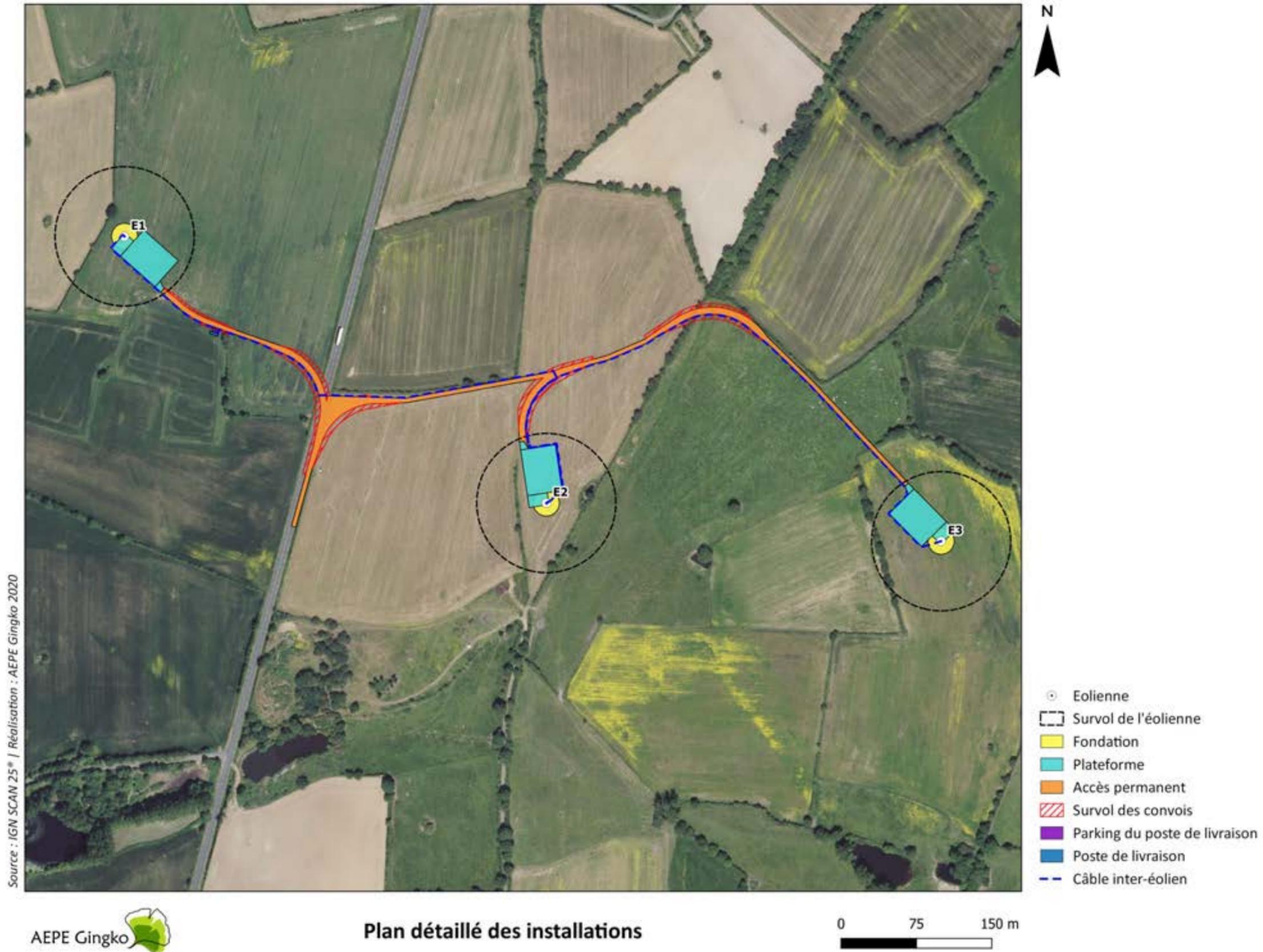
Tableau 8 : Les dimensions envisagées des aménagements du parc éolien

Aménagements	Dimensions envisagées
Fondation des éoliennes	La dimension et le procédé utilisé pour le coulage des fondations seront précisés suite à l'étude géotechnique intervenant en amont de la construction des éoliennes
Plateforme	Surface plane de 1 904 m ² réalisée en empierrement ou par la mise en œuvre d'un traitement de sol à la chaux
Poste de livraison et parkings	Surface de 23,4 m ² pour le PDL et 25m ² environ pour le parking
Chemins d'accès	Largeur utile de la chaussée de 4,5 m La création d'un chemin d'accès nécessite généralement une couche d'empierrement en matériaux granulaires ou par la mise en œuvre d'un traitement de sol à la chaux

Des aménagements temporaires auront lieu durant la phase de chantier afin de permettre l'assemblage et le montage de l'éolienne : aires de stockage. Ces aménagements ne nécessitent pas d'apport de matériaux extérieurs et consistent en un simple décapage de la terre végétale afin de s'assurer une surface plane. Suite au montage des éoliennes, les volumes de terre végétale décaissée seront remis en place.



Carte 8 : Plan détaillé des installations sur Scan 25



Carte 9 : Plan détaillé des installations sur photo-aérienne

IV.2. LE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

IV.2.1. LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ÉOLIENNE

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 (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.

Les tensions électriques de l'installation seront les suivantes :

- Nacelle : 660 V
- Transformateur au pied de l'éolienne : 660 V en entrée et 20 000 V en sortie
- Câbles inter-éoliennes et éoliennes-postes de livraison : 20 000 V
- Poste de livraison : 20 000 V
- Câbles poste de livraison-poste source : 20 000 V

Tableau 9 : Les fonctions et caractéristiques des éléments de l'installation

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Environ 530 m ²
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	110 m dans le cas maximisant
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	Tension de 660 V
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	138 m max
Transformateur	Élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Situé à l'intérieur du mât. Tension de 20 kV à la sortie.
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	23,4 m ²

IV.2.1.1. LE MAT

Le choix du mât dans le cadre de l'étude de dangers s'est porté sur une hauteur de 105,33 m (110 m au moyeu) afin de correspondre au gabarit maximisant. Il est positionné sur une fondation qui sera adaptée aux conditions de sol du site.

IV.2.1.2. LE ROTOR

Le rotor de l'éolienne est équipé de trois pales en polyester renforcé de fibres de verre, qui jouent un rôle important dans le rendement de l'éolienne et dans son comportement sonore.

À l'extérieur, les pales du rotor sont protégées des intempéries par un revêtement de surface. Ce revêtement à base de polyuréthane est robuste et très résistant à l'abrasion, aux facteurs chimiques et aux rayons du soleil.

Les pales de l'éolienne sont conçues pour fonctionner à angle et à vitesse variables. Le réglage d'angle individuel de chaque pale du rotor est assuré par trois systèmes indépendants et commandés par microprocesseurs. L'angle de chaque pale est surveillé en continu par une mesure d'angle des pales, et les trois angles sont synchronisés entre eux. Ce principe permet d'ajuster rapidement et avec précision l'angle des pales aux conditions du vent (ce qui limite la vitesse du rotor et la force engendrée par le vent). La puissance fournie par l'éolienne est ainsi limitée exactement à la puissance nominale, même pour des courtes durées.

L'inclinaison des pales du rotor en position dite de drapeau stoppe le rotor sans que le l'arbre d'entraînement ne subisse les effets occasionnés par un frein mécanique.

IV.2.1.3. LA NACELLE

L'éolienne possèdera un dispositif de mesure mixte installé sur le dessus de la nacelle, composé :

- d'une girouette, qui relève la direction du vent ;
- et d'un anémomètre, qui mesure la vitesse.

Le système d'orientation de la nacelle permettra la rotation de l'éolienne et ainsi l'orienter face au vent. Les moteurs équipés de roues dentées (« moteurs d'orientation » ou moteurs de « Yaw » s'engageront dans la couronne pour faire tourner la nacelle et l'orienter en fonction du vent.

Le poids de la nacelle est absorbé par le mât, par l'intermédiaire du palier d'orientation.

La commande d'orientation de l'éolienne commence à fonctionner même lorsque la vitesse du vent est faible. Même à l'arrêt, en raison, par exemple, d'une trop grande vitesse du vent, l'éolienne est tournée face au vent.

Le processus d'orientation est déterminé par le décompte des rotations du moteur d'inclinaison. Si le système de commande détecte des anomalies dans la commande d'orientation ou le vrillage des câbles, il déclenche une procédure d'arrêt.

IV.2.1.4. LE GENERATEUR (DANS LA NACELLE)

La nacelle est le cœur de l'éolienne. Sous l'habillage aérodynamique, elle contient :

- une plateforme de travail et de montage,
- un générateur,
- un moyeu.

Le générateur de l'éolienne sera entraîné par le rotor (donc par les pales du rotor) et permettra la production d'électricité.

IV.2.1.5. L'UNITE D'ALIMENTATION AU RESEAU

L'énergie produite par les éoliennes sera redirigée vers un poste de livraison qui est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Le câblage des éoliennes jusqu'au poste de livraison correspondra au réseau électrique interne. Il se fera en souterrain en longeant les routes à proximité ou en plein champs conformément au plan d'implantation. Les tranchées nécessaires seront de 1 m de profondeur. En parallèle avec la pose des câbles, il sera mis en place un réseau de fibre optique afin de permettre la surveillance et le contrôle du parc éolien.

IV.2.1.6. L'ARRET DE L'EOLIENNE

L'éolienne pourra être arrêtée manuellement (interrupteur Marche/Arrêt) ou en actionnant le bouton d'arrêt d'urgence. Le système de commande arrêtera l'éolienne en cas de dérangement, ou encore si les conditions de vent sont défavorables.

L'ARRET AUTOMATIQUE

En mode automatique, les éoliennes seront freinées de façon aérodynamique par la seule inclinaison des pales. Les pales du rotor inclinées réduisent les forces aérodynamiques, freinant ainsi ce dernier. Les dispositifs d'inclinaison des pales (Pitch) pourront décrocher les pales du vent en l'espace de quelques secondes seulement en les mettant en position drapeau.

L'éolienne s'arrêtera également automatiquement en cas de défaillance, et lors de certains événements. Certaines défaillances entraînent une coupure rapide par les alimentations de secours des pales, d'autres pannes conduisent à un arrêt normal de l'éolienne. Selon le type de défaillance, l'éolienne pourra redémarrer automatiquement.

Lorsqu'un capteur de sécurité signalera un défaut ou qu'un interrupteur correspondant se déclenchera, l'éolienne sera immédiatement stoppée.

Lors d'un freinage d'urgence du rotor, en cas d'incendie par exemple, un frein rotor électromécanique sera utilisé en plus. Un arrêt du rotor depuis sa puissance nominale s'effectue en 10 à 15 secondes.

L'ARRET MANUEL

L'éolienne pourra être arrêtée à l'aide de l'interrupteur Marche/Arrêt (armoire de commande). Le système de commande tournera alors les pales du rotor pour les décrocher du vent et l'éolienne ralentira puis s'arrêtera.

L'ARRET MANUEL D'URGENCE

Si nécessaire, l'éolienne pourra être stoppée immédiatement, en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence (armoire de commande). Ce bouton déclenchera un freinage d'urgence sur le rotor, avec une inclinaison rapide par l'intermédiaire des unités de réglage des pales et de freinage d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique sera actionné simultanément. L'alimentation électrique de tous les composants restera assurée.

IV.2.2. LA SECURITE DE L'INSTALLATION

Le dossier étant réalisé sur un gabarit d'éolienne et non un modèle d'éolienne fixe, sont présentées ci-après les règles de sécurité utilisées par le constructeur Nordex. Ces règles sont semblables à celles des autres constructeurs.

IV.2.2.1. LES REGLES DE CONCEPTION ET LE SYSTEME QUALITE NORDEX

La société Nordex, fournissant les machines et en assurant la maintenance, est certifiée ISO 9001. Le système de management de la qualité et tous les processus de production sont conformes à la norme ISO 9001.

Les aérogénérateurs qui seront installés sur le parc éolien feront l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux

normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et Normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes, et notamment :

- la norme IEC61400-1 / NF EN 61400-1 Juin 2006 intitulée « Exigence de conception », qui spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes. Elle a pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie prévue. Elle concerne tous les sous-systèmes des éoliennes tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien. La norme IEC 61400-1 spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes.
- la norme IEC61400-22 / NF EN 61400-22 Avril 2011 intitulée « essais de conformité et certification », qui définit les règles et procédures d'un système de certification des éoliennes comprenant la certification de type et la certification des projets d'éoliennes installées sur terre ou en mer. Ce système spécifie les règles relatives aux procédures et à la gestion de mise en œuvre de l'évaluation de la conformité d'une éolienne et des parcs éoliens, avec les normes spécifiques et autres exigences techniques en matière de sécurité, de fiabilité, de performance, d'essais et d'interaction avec les réseaux électriques.
- la norme CEI/TS 61400-23:2001 Avril 2001 intitulée « essais en vraie grandeur des structures des pales » relative aux essais mécaniques et essais de fatigue.

D'autres normes de sécurité sont applicables :

- la génératrice est construite suivant le standard IEC60034 et les équipements mécaniques répondent aux règles fixées par la norme ISO81400-4.
- la protection foudre de l'éolienne répond au standard IEC61400-24 et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 et IEC62305-4.
- la Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004 relative aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques.
- le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 9223.

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

IV.2.2.2. LA CONFORMITE AUX PRESCRIPTIONS DE L'ARRETE MINISTERIEL

L'installation sera conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation ainsi qu'aux principales normes et certifications applicables à l'installation [5]. Cela concernera notamment :

- L'éloignement de 500 m de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 et de 300 m d'une installation nucléaire,

- L'implantation de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens,
- La présence d'une voie d'accès carrossable entretenue permettant l'intervention des services d'incendie et de secours,
- Le respect des normes suivantes : norme NF EN 61 400-1 (version de juin 2006) ou CEI 61 400-1 (version de 2005) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne,
- L'installation conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation,
- Le respect des normes suivantes : norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010), normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009),
- L'installation conforme aux dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables,
- Le balisage de l'installation conformément aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L.6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile,
- Le maintien fermé à clé des accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison, afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements,
- L'affichage visible des prescriptions à observer par les tiers sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le(s) poste(s) de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement,
- La réalisation d'essais d'arrêt permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs,
- L'interdiction d'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables,

La description détaillée des différents systèmes de sécurité de l'installation sera quant à elle effectuée ultérieurement.

IV.2.2.3. LA GESTION A DISTANCE DU FONCTIONNEMENT DES EOLIENNES

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

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

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

De plus, les éoliennes sont équipées d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance depuis un PC équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS. Le logiciel de supervision (SCADA – Supervising Control And Data Acquisition) sera utilisé pour cette supervision à distance.

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

IV.2.2.4. LES METHODES ET MOYENS D'INTERVENTION

En cas de sinistre, les pompiers seront prévenus par le personnel du site ou les riverains directement par le 18. L'appel arrivera au Centre de Traitement des Appels (CTA), qui est capable de mettre en œuvre les moyens nécessaires en relation avec l'importance du sinistre. Cet appel sera ensuite répercuté sur le Centre de Secours disponible et le plus adapté au type du sinistre.

Les voies d'accès existantes et créées pour le parc éolien donnent aux services d'interventions un accès facilité au site du parc éolien.

Les moyens d'intervention une fois l'incident ou accident survenu sont des moyens de récupération des fragments : grues, engins, camions.

En cas d'incendie avancé, les sapeurs-pompiers se concentreront sur le barrage de l'accès au foyer d'incendie. Une zone de sécurité avec un rayon de 500 m autour de l'éolienne devra être respectée.

À la fin de cette étude, le paragraphe VIII.5 Les moyens de secours et d'intervention, page 65, détaille les moyens de secours internes et externes mis en place par le gestionnaire du parc, la localisation des services de secours les plus proches et les moyens de traitement de l'alerte suite à détection d'anomalies au sein de l'installation.

IV.2.3. LES OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

IV.2.3.1. MAINTENANCES PREVENTIVES

Les maintenances préventives, garantes du bon fonctionnement des machines à long terme, se décomposeront en 4 phases et seront effectuées à tour de rôle chaque trimestre qui suivent la mise en service :

- Maintenance visuelle : contrôle visuel de tous les organes principaux, structurels (mâts, échelles, ascenseurs...), électriques (câbles, connexions apparentes...) et mécaniques.
- Maintenance visuelle/graisage : vérification et mise à niveau de tous les organes de graissage (cartouches, pompes à graisse, graisseurs).
- Maintenance visuelle/électrique : contrôle de tous les organes de production et de régulation (génératrices, armoires de puissance, collecteurs tournant) ainsi que de tous les éléments électriques (éclairage, capteurs de sécurité).
- Maintenance visuelle/mécanique : contrôle des boulons de tour, vérification des couples de serrage selon un protocole défini, maintien des câbles et accessoires, moteurs d'orientation, poulies et treuils.

IV.2.3.2. MAINTENANCES CURATIVES

Chaque éolienne sera reliée via une connexion par modem au système central de surveillance à distance. Si une machine signale un problème ou un défaut, l'exploitant sera immédiatement averti par l'intermédiaire du système de surveillance à distance (SCADA). Le message sera automatiquement saisi par le logiciel de planification des interventions et apparaîtra sur l'écran du technicien de service sédentaire. Les équipes sur le terrain pourront accéder à tous les documents et données spécifiques des éoliennes. Chaque opération de maintenance sera ainsi réalisée le plus efficacement et le plus rapidement possible.

IV.2.4. LE STOCKAGE ET LES 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 parc de Saint-Aubin-du-Plain.

IV.2.5. LE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

IV.2.5.1. LES SPECIFICITES TECHNIQUES

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 sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé.

Le parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain ne comportera aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

IV.2.5.2. LE RACCORDEMENT ELECTRIQUE

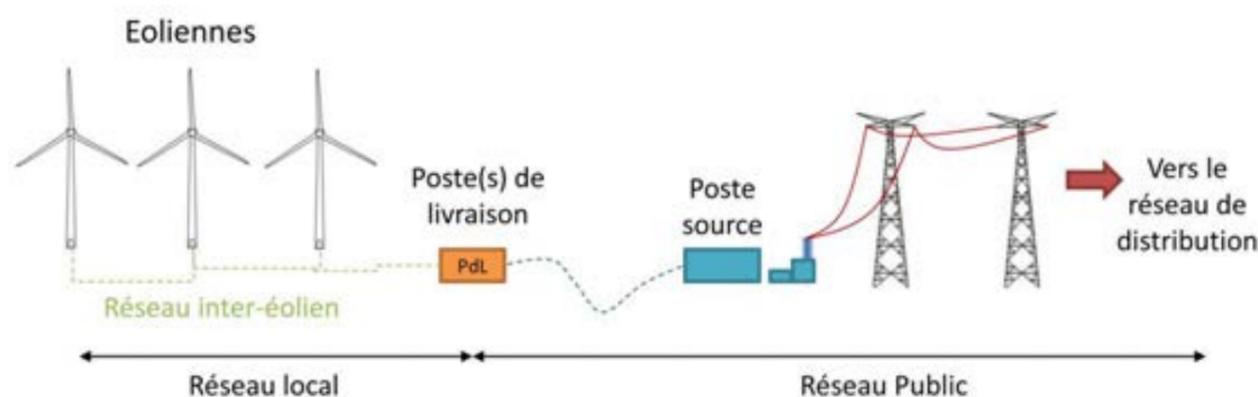


Figure 10 : Le schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

LE RESEAU INTER-EOLIEN

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne³, 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.

Chaque éolienne sera raccordée au poste de livraison par une liaison électrique de tension égale à 20 kV (réseau inter-éolien). Ces câbles ont une section de 95 à 240 mm² et seront enfouis à environ 0,80 m - 1,20 m de profondeur.

Le linéaire de câbles pour le projet de Saint-Aubin-du-Plain est d'environ 1 411 m.

IV.2.5.3. LE 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).

Le poste de livraison pour le projet éolien de Saint-Aubin-du-Plain est situé sur la parcelle D507 de la commune de Saint-Aubin-du-Plain, le long de l'accès reliant la route départementale D748 à l'éolienne E1.

IV.2.5.4. LE RESEAU ELECTRIQUE EXTERNE

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

³ Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

Après l'obtention de l'autorisation environnementale, une demande de raccordement au réseau public de transport d'électricité sera adressée au gestionnaire de ce réseau qui établira une Proposition Technique et Financière (PTF). Cette proposition définira notamment le poste source de raccordement du projet et le tracé du câblage électrique qui permettra ce raccordement.

L'un des postes source pressentis car présentant un faible éloignement au projet est celui en cours de construction à Saint-Aubin-du-Plain, situé à environ 1 km.

V. L'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.

V.1. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain 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 combustible ou inflammable n'est stocké dans les aérogénérateurs ou le poste de livraison.

Le tableau ci-après synthétise les dangers liés aux produits utilisés dans le cadre du fonctionnement de l'installation. Ces dangers dépendent de 3 facteurs :

- la nature du produit lui-même et ses caractéristiques dangereuses, traduites par sa classification au sens de l'arrêté du 20 avril 1994 modifié,
- la quantité de produit stockée ou utilisée,
- les conditions de stockage ou de mise en œuvre.

Les risques associés aux différents produits concernant le site du parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain sont :

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

Étant donné le confinement de ces produits et notamment des huiles, ces potentiels de dangers liés peuvent être considérés comme très faibles.

V.2. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX DECHETS

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne génère pas de déchet, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent. Les produits sortants concernent donc les opérations de maintenance régulières des installations, sous la forme de déchets.

Plusieurs types de déchets seront produits pendant l'exploitation du parc éolien :

Tableau 10 : Déchets produits lors de l'exploitation

Type de déchet	Nature	Quantité estimée	Caractère polluant
Huiles des transformateurs (en l)	Récupération des fuites dans un bac de rétention	-	Quasi nulle
Huiles d'éoliennes (en l)	Huile de vidange tous les 3 ans	-	- Pas de boîte de vitesse à vidanger (modèle à entraînement direct) - entre 1000 et 1500l pour les machines à boîtes de vitesse
Liquide de refroidissement	Eau glycolée	-	Air Cooling System
DEEE	Déchets électroniques et électriques	Selon les pannes	Fort
Pièces métalliques	Métaux	Selon les avaries	Nul
DIB	Ordures ménagères	Très réduit	Nul
Déchets verts	Coupe de haie ou d'arbre	0 mètres linéaires	Nul

Pour chaque catégorie de déchet, les dangers potentiels (explosif, comburant, carburant, extrêmement inflammable, ...) sont mentionnés sur les fiches de données sécurité qui les concernent en tant que produit.

V.3. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain sont de cinq types :

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

- Courts-circuits électriques (aérogénérateur ou poste de livraison).

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant.

Tableau 11 : Les potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

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

V.4.2. L'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 États-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.

V.4. LA REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

V.4.1. LES PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

Afin de réduire à la source les potentiels de dangers, plusieurs mesures ont été prises lors de la conception du projet tant du point de vue de l'emplacement des installations et que des caractéristiques des éoliennes au regard des enjeux potentiels identifiés :

- Conformément à la réglementation, les éoliennes sont distantes de plus de 500 m des habitations riveraines ;
- Aucune installation classée n'est située à moins de 500 m de l'éolienne la plus proche ;
- Les éoliennes sont éloignées des routes à forte circulation (à plus de 200 m) ;
- Les éoliennes retenues respectent les recommandations de l'aviation civile ;
- Les éoliennes retenues sont en dehors des servitudes de l'armée de l'air ;
- Les éoliennes du projet ont été dimensionnées afin de prendre en considération l'ensemble des risques liés à l'installation et son environnement.

VI. L'ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

Il n'existe actuellement aucune base de données officielle recensant l'accidentologie dans la filière éolienne. Néanmoins, il a été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature 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.

VI.1. L'INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Plusieurs sources ont été utilisées pour effectuer ce recensement. Il s'agit à la fois de sources officielles, d'articles de la 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 (<http://www.aria.developpementdurable.gouv.fr/>) ;
- 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 notamment pour les incidents les moins graves.

Dans l'état actuel, la base de données constituée par le groupe de travail du Syndicat des Énergies Renouvelables (SER) 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 32 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2010. Ce chiffre est à mettre en rapport avec les 3 275 éoliennes installées en France fin 2010.

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 2015. Cette synthèse exclut les accidents du travail et les événements qui n'ont pas conduits à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs. L'identification des causes est nécessairement réductrice. Dans ce graphique sont présentés :

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

Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2015

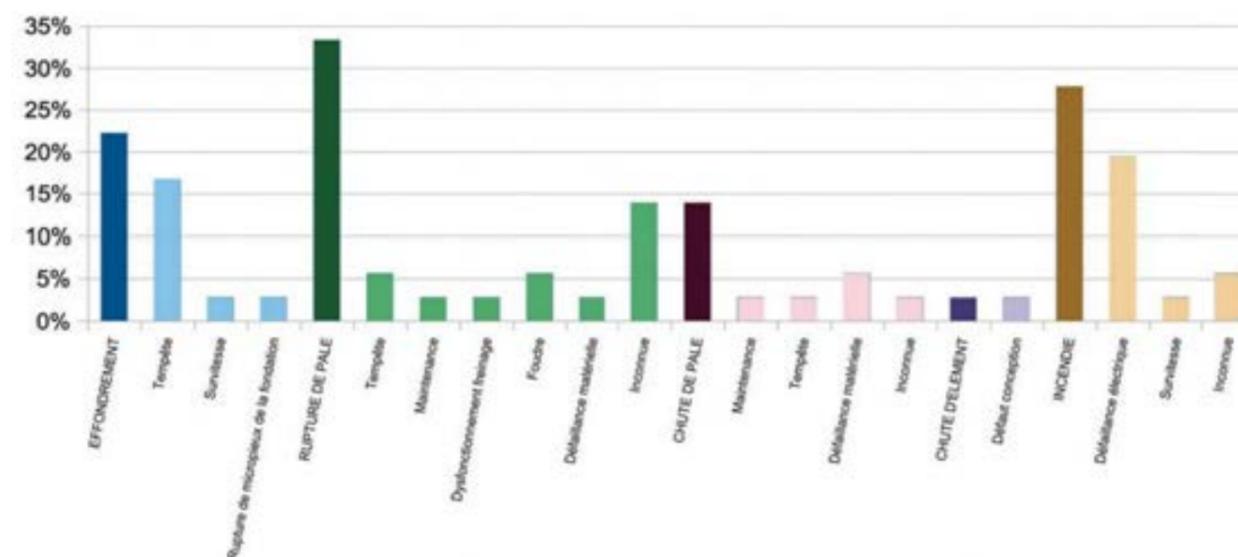


Figure 11 : Les causes premières des accidents d'aérogénérateurs en France (Source : FEE)

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

VI.2. L'INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de 236 accidents dans le monde issus des descriptions de 994 accidents proposés par le CWIF. Sur les 994 accidents, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs », les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc.

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

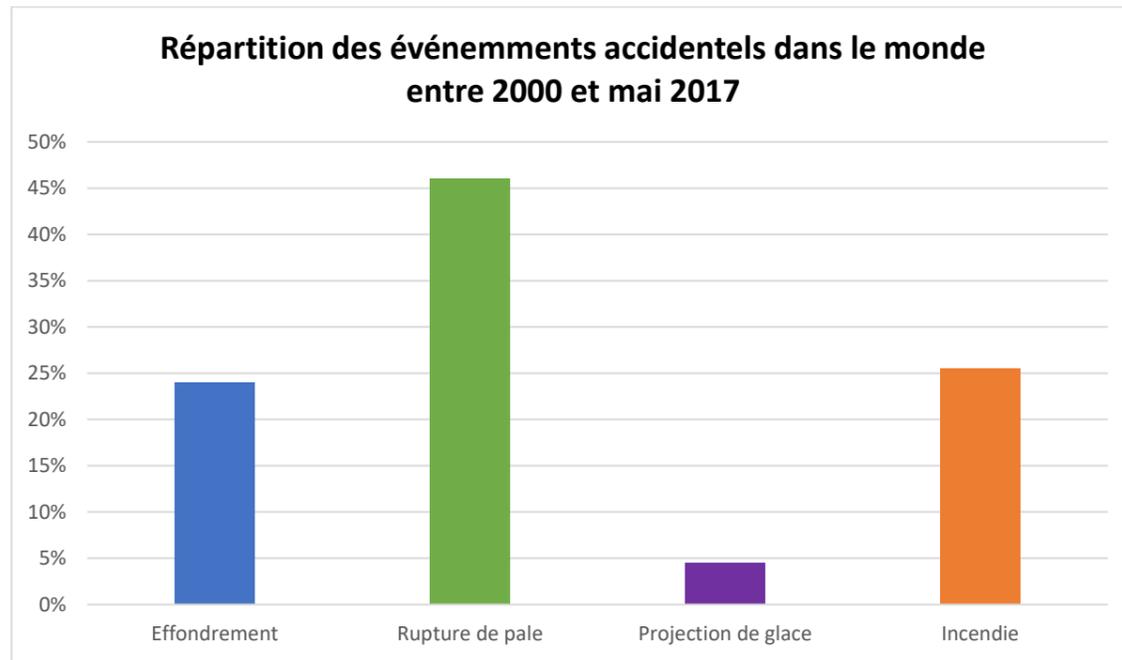


Figure 12 : Les causes des accidents d'aérogénérateurs dans le monde (Source : FEE)

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

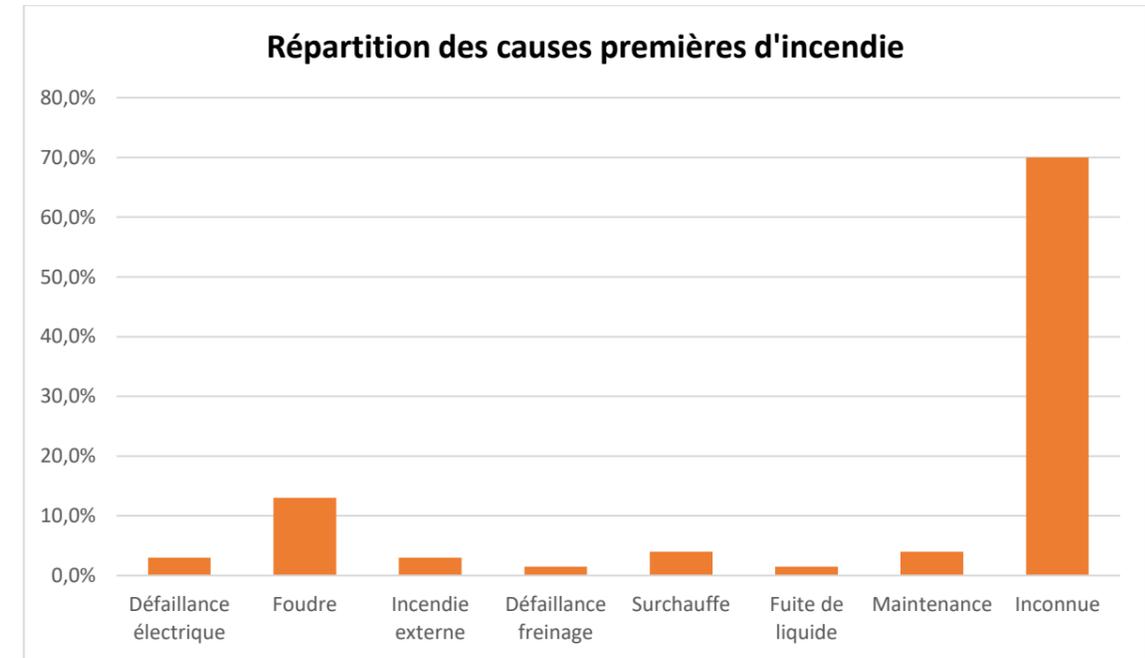
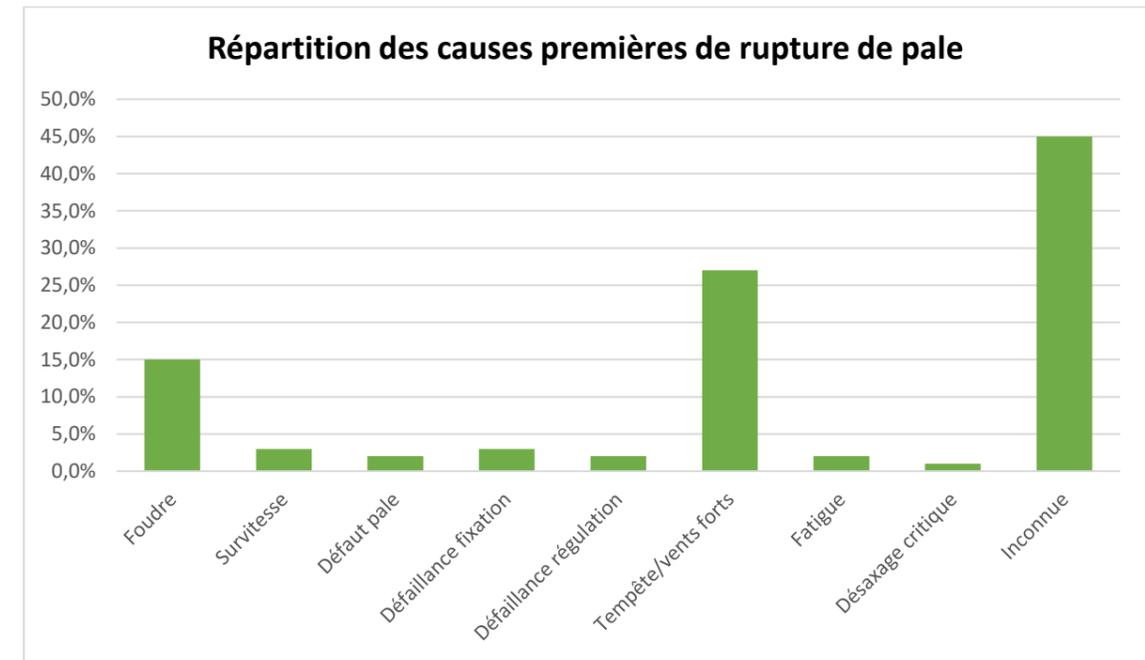
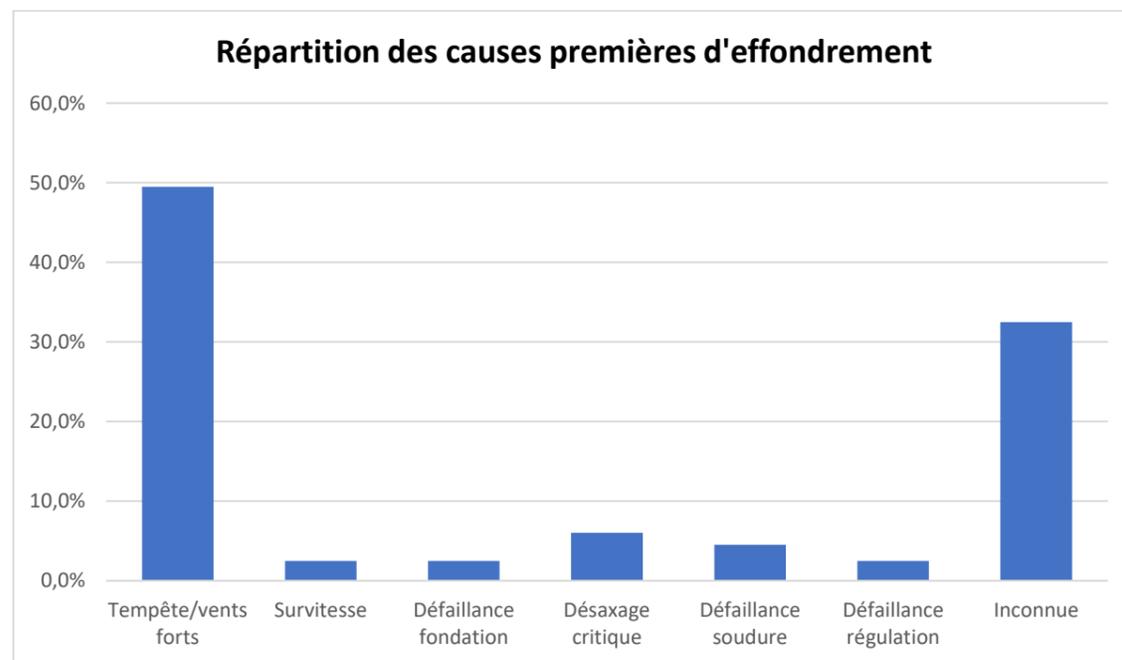


Figure 13 : Les causes premières des accidents d'aérogénérateurs dans le monde (Source : FEE)

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

VI.3. LA SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

VI.3.1. L'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

À 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 que le nombre d'incidents par année 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 faible.

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.

D'après la base de données ARIA, 95 incidents ou accidents sont survenus en France entre 2002 et 2019, soit une moyenne sur cette période d'environ 5 par an. Le détail de ces accidents survenus en France de 2002 à fin 2019 (ARIA) est listé en Annexe 2 - .

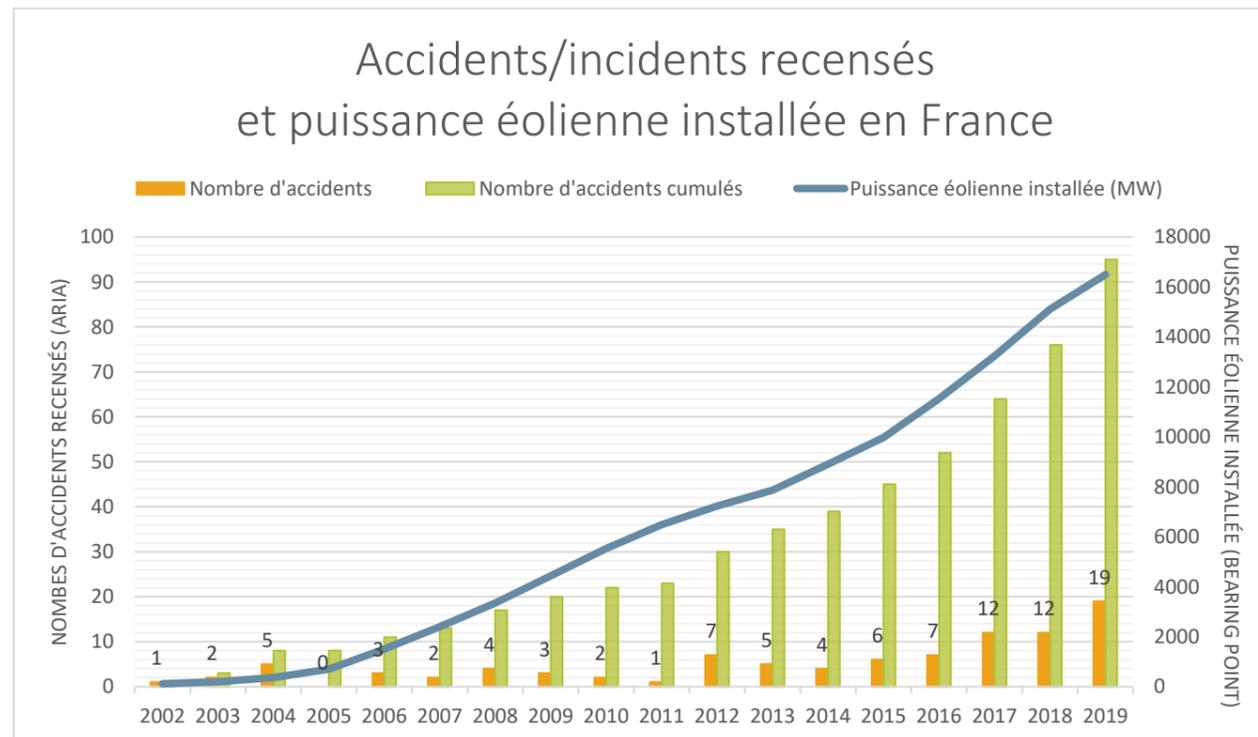


Figure 14 : L'évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (Source : FEE)

VI.3.2. L'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.

VI.3.3. LES ACCIDENTS/INCIDENTS SURVENUS EN NOUVELLE-AQUITAINE

D'après la base de données Aria, 3 incidents ou accidents se sont déroulés sur les parcs éoliens en Nouvelle-Aquitaine de 2002 à 2019 (Cf. Annexe 8 -). Il s'agit d'une chute de pale d'éolienne due à la foudre, d'une chute d'éléments de pale d'éolienne et d'un feu d'éolienne.

Deux incidents ou accidents concernent le département des Deux-Sèvres (79). Il s'agit d'un incendie au niveau d'une armoire électrique dans une éolienne le 06 février 2015, sur la commune de Lusseray, et d'une chute d'un élément d'une pale d'éolienne le 27 février 2017, sur la commune de Trayes.

VI.4. LES 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 comportent des incertitudes importantes.

VII. L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Les outils d'analyse des risques sont nombreux (ex : AMDEC, APR, HAZOP, etc.). La présente étude se base sur l'utilisation de la méthode APR (Analyse Préliminaire des Risques) qui est souple d'utilisation, adaptée et plus facile à mettre en œuvre et à instruire dans le contexte des éoliennes.

VII.1. L'OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

VII.2. LE RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Comme cela est précisé dans la circulaire du 10 mai 2010 [7], les événements suivants sont exclus de l'analyse des risques :

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

D'autre part, plusieurs autres agressions externes qui ont été détaillées dans l'état initial peuvent être exclues de l'analyse préliminaire des risques car les conséquences propres de ces événements, en termes de gravité et d'intensité, sont largement supérieures aux conséquences potentielles de l'accident qu'ils pourraient entraîner sur

les aérogénérateurs. Le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

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

VII.3. LE RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

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

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

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

Les tableaux suivants constituent une synthèse des agressions externes identifiées.

VII.3.1. LES AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines. Il fournit une estimation des distances minimales séparant chaque aérogénérateur de la source de l'agression potentielle.

Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 m (distance à partir de laquelle l'activité considérée ne constitue plus un agresseur potentiel) seront recensées ici, à l'exception de la présence des aérodromes qui sera reportée lorsque ceux-ci sont implantés dans un rayon de 2 km.

Tableau 12 : Les agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Observations	E1	E2	E3
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Énergie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Présence d'une voie de circulation départementale	Aucune voie de circulation		Uniquement liaisons locales
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Énergie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2 km	Absence d'aérodrome dans un rayon de 2 km	Non concerné		
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Ligne THT	Respect d'une hauteur totale de chute + 5 m		
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Énergie cinétique des éléments projetés	500 m	Absence d'aérogénérateurs d'autres parcs	Éoliennes distantes de plus de 400 m les unes des autres		

Aucune installation classée pour l'environnement n'est présente au sein ou en limite de l'aire d'étude de dangers.

La fiche de synthèse sur les accidents et incidents dans les activités d'élevage (source ARIA) permet de caractériser les risques d'agression liés à ce type d'activité. Ainsi sur 2 686 évènements analysés entre 1992 et 2009, ont été recensés :

- 85 % d'incendies ;
- 16 % de rejets de matières dangereuses ou polluantes ;
- 1,2% d'explosions.

Le risque d'incendie est lié à la présence combinée de matières combustibles en quantité (paille ou fourrage) et de sources d'allumage potentielles (installations électriques inadaptées).

Le risque d'explosion, beaucoup plus anecdotique, est quant à lui lié à la présence de cuves de fuel ou de bouteilles de gaz explosant en réaction à une source de chaleur excessive (incendie).

Ces risques ont une portée relativement limitée et la distance d'un kilomètre minimum entre le parc éolien et l'installation classée la plus proche est suffisante pour considérer le risque d'agression comme nul à faible.

Cette activité n'induit donc pas d'évènement redouté, et de danger potentiel, au regard d'une installation éolienne.

Aucune agression externe liée aux activités humaines n'est donc recensée.

VII.3.2. LES AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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

Tableau 13 : Les agressions externes liées aux phénomènes naturels

Agression externe	Intensité
Séisme	Zone de sismicité 3, soit un risque modérée.
Vents et tempête	Sur le site, la vitesse moyenne des vents est de l'ordre de 6,5 m/s pour une hauteur de 100 m. Toutefois des phénomènes de tempêtes peuvent avoir lieu ponctuellement et induire des vents très violents.
Foudre	Le nombre moyen d'impacts de foudre au sol par km ² /an est de 1,3. Les risques de foudroiement sont donc faibles.
Glissement de sols/ affaissement miniers	Aucun risque de ce type n'est répertorié sur l'aire d'étude

Les agressions externes liées à des inondations ou à des incendies de forêt ou de cultures ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont inférieurs aux dommages causés par le phénomène naturel lui-même.

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques car la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée par les éoliennes.

On considère en effet 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.

Aucune agression externe de forte intensité liée aux phénomènes naturels n'est donc recensée.

VII.4. LES SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE GNERIQUE DES RISQUES

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

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

- une description des causes et de leur séquençage (événements initiateurs et événements intermédiaires) ;
- une description des événements redoutés centraux qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident ;
- une description des fonctions de sécurité permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux (cf. VII.6 La mise en place des mesures de sécurité) ;
- une description des phénomènes dangereux dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident ;
- une évaluation qualitative de l'intensité de ces événements.

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

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

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience par le groupe de travail de la FEE (« 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) (Cf. Annexe 3 -).

Tableau 14 : Les scénarios génériques d'accidents possibles (Source : Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens – 2012)

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G0 1	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	1
G0 2	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	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Écoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Écoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de la 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 de la pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage	Projection/chute fragments et chute mât	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
				(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)		
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

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.

VII.5. LES 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 présentés ci-dessus.

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise : « [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...]. Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».

Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est donc 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 m.

Aucune installation classée pour l'environnement (ICPE) n'est recensée dans un périmètre de 100 m autour des éoliennes, aucun effet domino n'est donc attendu.

VII.6. LA MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

La troisième étape de l'analyse préliminaire des risques consiste à identifier les barrières de sécurité installées sur les aérogénérateurs et qui interviennent dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux listés dans le tableau APR et de leurs conséquences.

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées sur les éoliennes.

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, les aspects relatifs aux fonctions de sécurité qui seront détaillés sont donc les suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité. Il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : cette colonne 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 colonne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires, pour permettre à l'inspection de comprendre leur fonctionnement
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »). Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est recommandé de mesurer cette indépendance à travers les questions suivantes :

- Est-ce que la mesure de sécurité décrite a pour unique but d’agir pour la sécurité ? Il s’agit en effet ici de distinguer ces dernières de celles qui ont un rôle dans la sécurité mais aussi dans l’exploitation de l’aérogénérateur.
- Cette mesure est-elle indépendante des autres mesures intervenant sur le scénario ?
- **Temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l’exécution de la fonction de sécurité. Il s’agit ici de vérifier que la mesure de maîtrise des risques agira « à temps » pour prévenir ou pour limiter les accidents majeurs. Dans le cadre d’une étude de dangers éolienne, l’estimation de ce temps de réponse peut être simplifiée et se contenter d’une estimation d’un temps de réponse maximum qui doit être atteint. Néanmoins, et pour rappel, la réglementation impose les temps de réponse suivants :
 - une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d’un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l’alerte aux services d’urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;
 - une seconde mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d’un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d’arrêt d’urgence dans un délai de 60 minutes ;
- **Efficacité** (100% ou 0%) : l’efficacité mesure la capacité d’une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d’utilisation. Il s’agit de vérifier qu’une mesure de sécurité est bien dimensionnée pour remplir la fonction qui lui a été assignée. En cas de doute sur une mesure de maîtrise des risques, une note de calcul de dimensionnement peut être produite.
- **Test (fréquence)** : Il s’agit ici de reporter les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Pour rappel, la réglementation demande qu’à minima un essai d’arrêt, d’arrêt d’urgence et d’arrêt à partir d’une situation de survitesse doivent être réalisés avant la mise en service de l’aérogénérateur. Cette information, si elle est connue au moment de la réalisation de l’étude de dangers, pourra être indiquée pour chacune des fonctions de sécurité. 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)** : Il s’agit ici de fournir 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.

Note 1 : Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l’acronyme « NA » (Non Applicable).

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

Tableau 15 : Les fonctions de sécurité de l’installation

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l’éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l’aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l’arrêt rapide de l’aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Non, les systèmes traditionnels s’appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l’exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d’une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l’article 25 de l’arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l’éolienne		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l’équipement		

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

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

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

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.		

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

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	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 : – 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		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

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

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 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	/		
Maintenance	/		

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.

VII.7. LA CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

À l'issue de l'analyse préliminaire des risques, l'étude de dangers doit préciser quels scénarios sont retenus en vue de l'analyse détaillée des risques.

Dans le cadre de l'APR générique, trois catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité.

Tableau 16 : Les catégories de scénarios exclus

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison	En cas d'incendie du poste de livraison, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton des postes de livraison. Il est également noté que la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 Août 2011 impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)[5]
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent mineurs. Par ailleurs le transformateur est installé en hauteur et une goulotte en acier assure la collecte de toute l'huile du transformateur. Les bacs de rétention d'huile dans les postes et les sous-sols de mâts sont étanches à l'huile.

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

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

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

VIII. L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

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

VIII.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 [6].

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 [7] récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

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

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

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

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

VIII.1.1. 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. La cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

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.

VIII.1.2. L'INTENSITE

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [6]).

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 [6] 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 :

- Supérieur à 5% d'exposition : seuils d'exposition très forte
- Compris entre 1% et 5% d'exposition : seuil d'exposition forte

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

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

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

VIII.1.3. LA GRAVITE

Par analogie aux niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005 [6], 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 17 : Les niveaux de gravité

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
5. Désastreux	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
4. Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
3. Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
2. Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
1. Modéré	Pas de zone de létalité hors établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

Au regard de l'occupation du sol dans le périmètre de l'étude de dangers et des éléments fournis par la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 [7] relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers, il est possible d'estimer une présence humaine de l'ordre de :

- 1 personne par tranche de 100 ha pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (parcelles agricoles) ;
- 1 personne par tranche de 10 ha pour les terrains aménagés mais très peu fréquentés (voies de communications locales et chemins d'exploitation) ;
- 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour, soit 14,5 personnes pour l'ensemble des voies de circulation automobiles ;
- 2 personnes maximum dans les zones d'activités (bâtiments agricoles).

VIII.1.4. LA PROBABILITE

L'annexe I de l'arrêté du 29 Septembre 2005 [6] définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur (Cf. Annexe 4 -

Tableau 18 : Les niveaux de probabilité

Niveau de probabilité	Échelle qualitative	Échelle 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 [6].

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 [6] impose une évaluation des probabilités de départ uniquement.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VIII.2. LA CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

Dans l'ensemble de l'étude, les valeurs utilisées pour les calculs des zones d'effet sont basées sur les dimensions suivantes :

Tableau 19 : Dimensions maximales prises en compte

Élément	Mesure
Hauteur Totale (HT)	180 m
Hauteur du Moyeu (HM)	110 m
Hauteur du mât (H)	105,33 m
Diamètre du rotor (D)	138 m
Longueur de pale = 1/2 rotor (R)	69 m
Largeur de Base de la pale (LB)	2,41 m
Largeur de base du mât (L)	4,3 m
Largeur routes départementales	10 m
Largeur liaisons locales et chemins d'exploitation	4,5 m

VIII.2.1. L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

VIII.2.1.1. LA ZONE D'EFFET DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

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 180 m dans le cas des éoliennes du parc de Saint-Aubin-du-Plain.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (références [3] et [4], voir Annexe 6). Les risques d'atteinte d'une personne ou d'un bien en dehors de cette zone d'effet sont négligeables et ils n'ont jamais été relevés dans l'accidentologie ou la littérature spécialisée.

VIII.2.1.2. L'INTENSITE DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

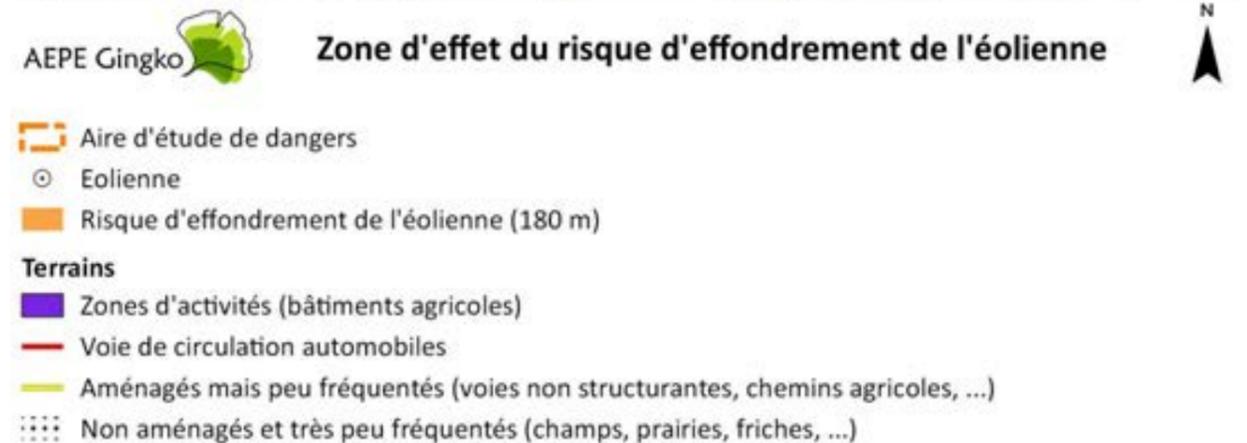
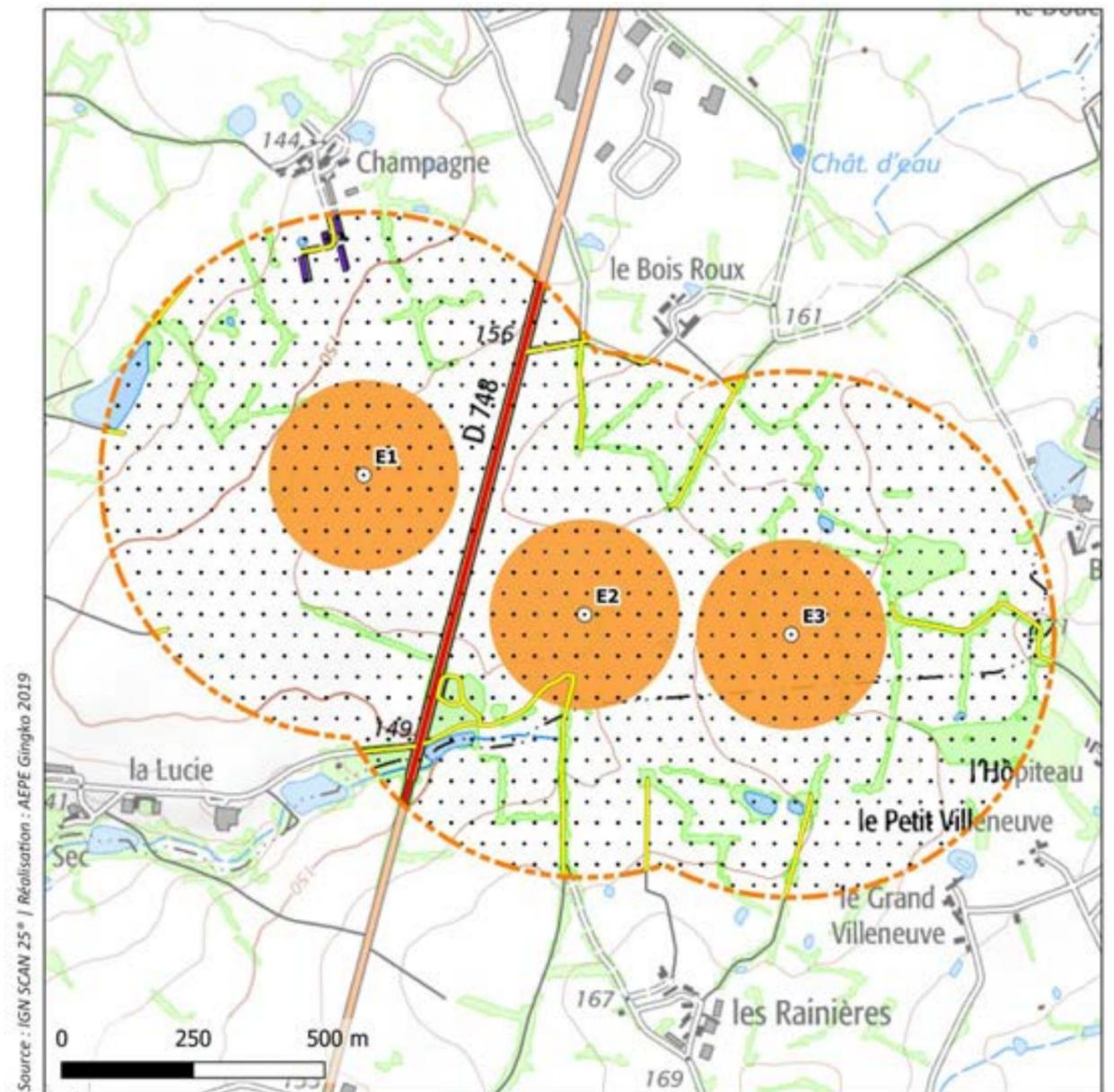
Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale balayée par le rotor et la surface du mât non balayée par le rotor, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain. R est la longueur de pale (R= 69), H la hauteur du mât (H= 105,33 m), L la largeur de la base du mât (L = 4,3 m), LB la largeur de la base de la pale (LB = 2,41 m).

Tableau 20 : L'évaluation de l'intensité pour le risque d'effondrement des éoliennes

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à 180 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = H \times L + 3 \times R \times (LB / 2)$ Soit 702,35 m ²	$Z_E = \pi \times (H + R)^2$ soit 95 476 m ²	$D = Z_I / Z_E$ Soit 0,7%	Exposition modérée

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



Carte 10 : Zone d'effet du risque d'effondrement de l'éolienne

VIII.2.1.3. LA GRAVITE DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 [6], 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.

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne est égale à environ 9,5 ha. Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (parcelles agricoles), la superficie concernée par ce risque est la suivante :

- De 95 476 m² pour l'éolienne E1, soit 9,548 ha ;
- De 94 827 m² pour l'éolienne E2, soit 9,477 ha ;
- De 95 476 m² pour l'éolienne E3, soit 9,548 ha.

Pour ces terrains, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers recommande d'estimer la fréquentation à 1 personne par 100 ha. La fréquentation par éolienne est donc estimée à :

- 0,095 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E1 ;
- 0,095 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E2 ;
- 0,095 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E3.

Pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (liaisons locales et chemins d'exploitation), la superficie concernée par le risque d'effondrement est la suivante :

- 649 m² pour l'éolienne E2, soit 0,071 ha.

Pour ces terrains, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers recommande d'estimer la fréquentation à 1 personne par 10 ha :

- soit 0,006 équivalent personnes permanentes pour E2.

Notons par ailleurs que le projet n'induit aucun survol des routes départementales : la D748 est située à plus de 200 m des éoliennes E1 et E2, et à plus de 600 m de l'éolienne E3.

Le tableau ci-après recense le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque d'effondrement pour chaque éolienne.

Tableau 21 : Nombre de personnes concernées par la zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne

Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)						
Éolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Voies automobiles	Habitations (Garages, hangars)	Zones d'activités (bâtiments agricoles)	Total
E1	0,095	0	0	0	0	0,095
E2	0,095	0,006	0	0	0	0,101
E3	0,095	0	0	0	0	0,095

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine exposée au risque d'effondrement d'une éolienne est nettement inférieure à « une personne » autour des éoliennes E1, E2 et E3.

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

Tableau 22 : L'évaluation de la gravité du risque d'effondrement d'une éolienne

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à 180 m)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,095	Modérée
E2	0,101	Modérée
E3	0,095	Modérée

VIII.2.1.4. LA PROBABILITE DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

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

Tableau 23 : Calcul de la probabilité de l'effondrement d'une 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'expérience⁴, soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 [6] d'une probabilité « C », à savoir : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

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

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

- respect intégral des dispositions de la norme IEC 61 400-1 (fonction de sécurité n°9) ;
- contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (fonction de sécurité n° 9) ;
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage (fonction de sécurité n°4) ;
- 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 (fonction de sécurité n°11).

On note d'ailleurs, dans le retour d'expérience français, qu'un seul effondrement a eu lieu sur l'ensemble des éoliennes mises en service en France après 2005 (Source : ARIA).

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

⁴ 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.

VIII.2.1.5. L'ACCEPTABILITE DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de Saint-Aubin-du-Plain, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Tableau 24 : Acceptabilité du risque d'effondrement d'une éolienne

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à 180 m)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII.2.2. LA CHUTE DE GLACE

VIII.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 [8], une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concernée par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an. Les données issues de la station météorologique de Rostrenen indiquent en moyenne environ 2 jours par an de forte gelée (température inférieure à -5°C)

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.

VIII.2.2.2. LA ZONE D'EFFET DE LA CHUTE DE GLACE

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 Saint-Aubin-du-Plain, la zone d'effet a donc un rayon de 69 m maximum. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

VIII.2.2.1. L'INTENSITÉ DE LA CHUTE DE GLACE

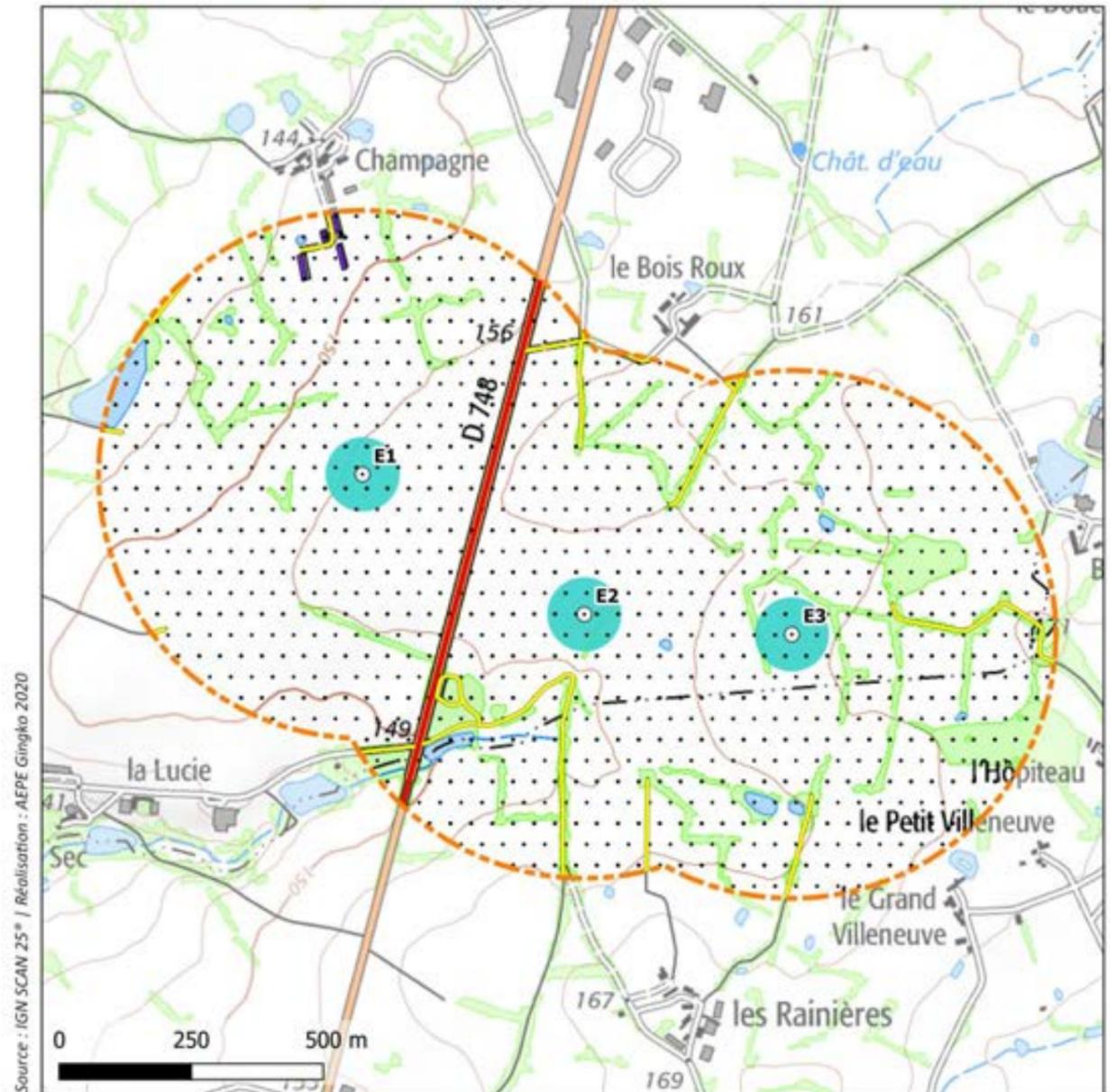
Pour le phénomène de chute de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est la longueur de pale ($R=69\text{ m}$), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG=1\text{ m}^2$).

Tableau 25 : L'évaluation de l'intensité du risque de chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 69 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$ Soit 1 m ²	$Z_E = \pi \times R^2$ Soit 14 957 m ²	$D = Z_I / Z_E$ Soit 0,007 % (< 1 %)	Exposition modérée

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



AEPE Gingko **Zone d'effet du risque de chute de glace**

- Aire d'étude de dangers
- Eolienne
- Risque de chute de glace (69 m)
- Terrains**
- Zones d'activités (bâtiments agricoles)
- Voie de circulation automobiles
- Aménagés mais peu fréquentés (voies non structurantes, chemins agricoles, ...)
- Non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, friches, ...)

Carte 11 : Zone d'effet du risque de chute de glace

VIII.2.2.2. LA GRAVITE DE LA CHUTE DE GLACE

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 [6], 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.

La zone d'effet concerne uniquement des terrains non aménagés et très peu fréquentés, de l'ordre de 1,50 ha par éolienne.

La zone d'effet est nettement inférieure à 100 ha par éolienne, il est donc possible d'estimer que la présence humaine est « inférieure à 1 personne ».

Le tableau ci-après recense le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque de chute de glace pour chaque éolienne.

Tableau 26 : Nombre de personnes concernées par la zone d'effet de chute de glace

Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)						
Éolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Voies automobiles	Habitations (Garages, hangars)	Zones d'activités (bâtiments agricoles)	Total
E1	0,015	0	0	0	0	0,015
E2	0,0,15	0	0	0	0	0,015
E3	0,015	0	0	0	0	0,015

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine exposée au risque de chute de glace est inférieure à « une personne » autour des éoliennes E1, E2 et E3.

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 27 : L'évaluation de la gravité du risque de chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 69 m)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,015	Modérée
E2	0,015	Modérée
E3	0,015	Modérée

VIII.2.2.3. LA PROBABILITE DE LA CHUTE DE GLACE

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

VIII.2.2.4. L'ACCEPTABILITE DE LA CHUTE DE GLACE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de Saint-Aubin-du-Plain, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Tableau 28 : Acceptabilité du risque de chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 69 m)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène (fonction de sécurité n°2). Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

VIII.2.3. LA CHUTE D'ÉLÉMENTS D'UNE ÉOLIENNE

VIII.2.3.1. LA ZONE D'EFFET DE LA CHUTE D'ÉLÉMENTS D'UNE ÉOLIENNE

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

Le risque de chute d'éléments est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor (69 m).

VIII.2.3.2. L'INTENSITÉ DE LA CHUTE D'ÉLÉMENTS D'UNE ÉOLIENNE

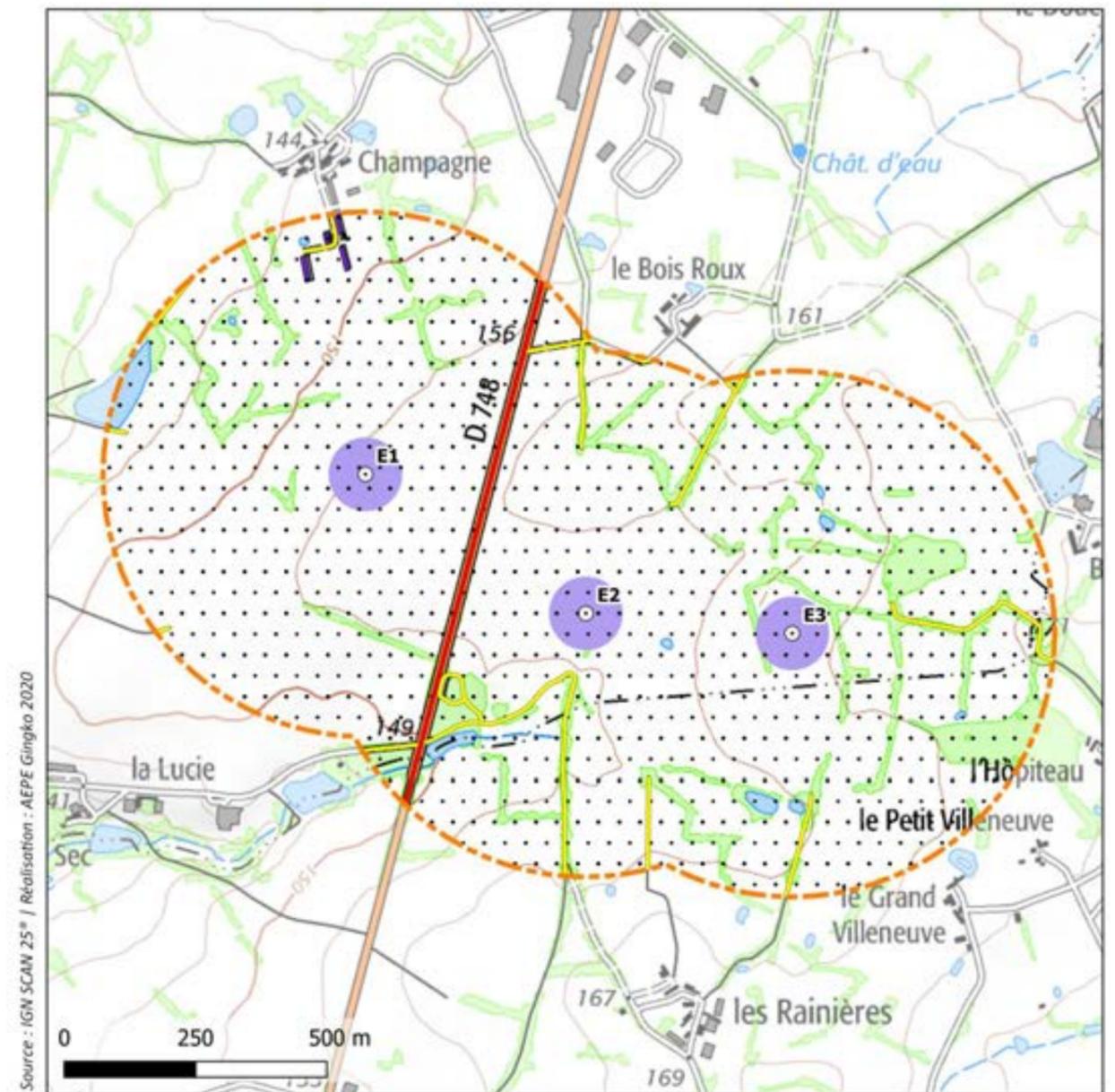
Pour le phénomène de chute d'éléments, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière se détachant de l'éolienne) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

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 Saint-Aubin-du-Plain. D est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_e la zone d'effet, R la longueur de pale (R = 69 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB= 2,41 m).

Tableau 29 : L'évaluation de l'intensité du risque de chute d'éléments de l'éolienne

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à 69 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R \times LB / 2$ Soit 83 m ²	$Z_e = \pi \times R^2$ Soit 14 957 m ²	$D = Z_i / Z_e$ Soit 0,55% $x < 1 \%$	Exposition modérée

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



AEPE Gingko **Zone d'effet du risque de chute d'éléments**

- Aire d'étude de dangers
- Eolienne
- Risque de chute d'éléments (69 m)
- Terrains**
- Zones d'activités (bâtiments agricoles)
- Voie de circulation automobiles
- Aménagés mais peu fréquentés (voies non structurantes, chemins agricoles, ...)
- Non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, friches, ...)

Carte 12 : Zone d'effet du risque de chute d'éléments

VIII.2.3.3. LA GRAVITE DE LA CHUTE D'ÉLÉMENTS D'UNE ÉOLIENNE

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 [6], 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.

La zone d'effet concerne uniquement des terrains non aménagés et très peu fréquentés, de l'ordre de 1,50 ha par éolienne.

La zone d'effet est nettement inférieure à 100 ha par éolienne, il est donc possible d'estimer que la présence humaine est « inférieure à 1 personne ».

Le tableau ci-après recense le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque de chute de glace pour chaque éolienne.

Tableau 30 : Nombre de personnes concernées par la zone d'effet de chute d'éléments de l'éolienne

Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)						
Éolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Voies automobiles	Habitations (Garages, hangars)	Zones d'activités (bâtiments agricoles)	Total
E1	0,015	0	0	0	0	0,015
E2	0,015	0	0	0	0	0,015
E3	0,015	0	0	0	0	0,015

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine exposée au risque de chute de glace est inférieure à « une personne » autour des éoliennes E1, E2 et E3.

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

Tableau 31 : L'évaluation de la gravité du risque de chute d'éléments d'une éolienne

Chute d'éléments d'une éolienne (dans un rayon de 69 m)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,015	Modérée
E2	0,015	Modérée
E3	0,015	Modérée

VIII.2.3.4. LA PROBABILITE DE LA CHUTE D'ÉLÉMENTS D'UNE ÉOLIENNE

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

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

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 Septembre 2005 [6] 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.

VIII.2.3.5. L'ACCEPTABILITE DE LA CHUTE D'ÉLÉMENTS D'UNE ÉOLIENNE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de Saint-Aubin-du-Plain, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Tableau 32 : Acceptabilité du risque de chute d'éléments de l'éolienne

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à 69 m)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain, le phénomène de chute d'éléments d'une éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII.2.4. LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

VIII.2.4.1. LA ZONE D'EFFET DE LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe 2, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 m 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 [1] (cf. référence en annexe 6). Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 m, en particulier les études [3] et [4].

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

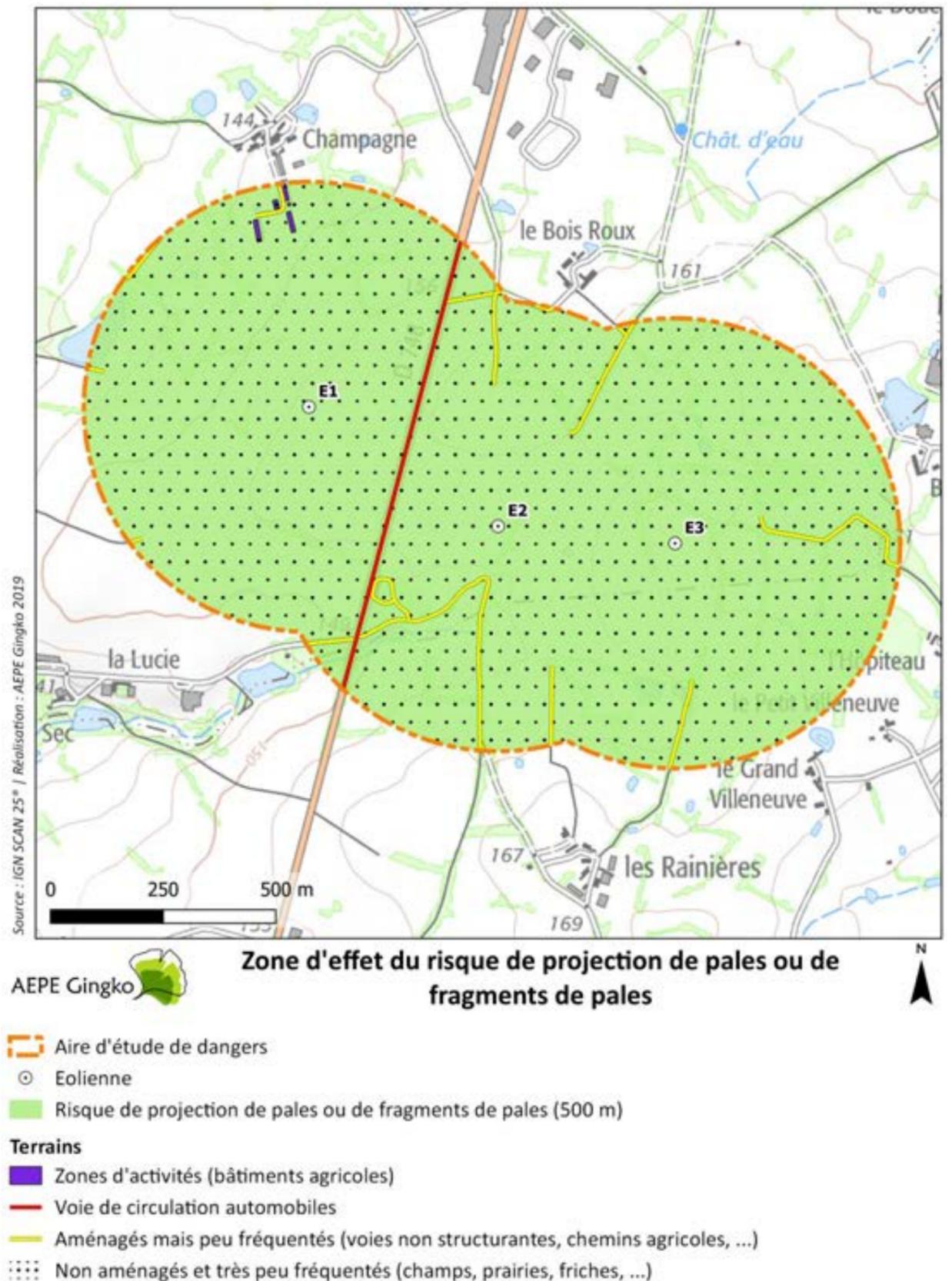
VIII.2.4.2. L'INTENSITE DE LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

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 Saint-Aubin-du-Plain. D est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R = 69$ m), LB la largeur de la base de la pale ($LB = 2,41$ m) et r le rayon de projection maximale ($r = 500$ m).

Tableau 33 : L'évaluation de l'intensité du risque de 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
$Z_I = R \times LB / 2$ Soit 83 m ²	$Z_E = \pi \times r^2$ Soit 785 398 m ²	$D = Z_I / Z_E$ Soit 0,01 % (< 1 %)	Exposition modérée



Carte 13 : Zone d'effet du risque de projection de pales ou de fragments de pales

VIII.2.4.3. LA GRAVITE DE LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 [6], 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.

Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (parcelles agricoles), la zone d'effet est d'environ 78,54 ha par éolienne. Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (parcelles agricoles), la superficie concernée par ce risque est la suivante :

- De 771 060 m² pour l'éolienne E1, soit 77,106 ha ;
- De 768 814 m² pour l'éolienne E2, soit 76,881 ha ;
- De 779 373 m² pour l'éolienne E3, soit 77,94 ha.

Pour ces terrains, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers recommande d'estimer la fréquentation à 1 personne par 100 ha. La fréquentation par éolienne est donc estimée à :

- 0,771 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E1 ;
- 0,769 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E2 ;
- 0,779 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E3.

Pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (liaisons locales et chemins d'exploitation), la superficie concernée par le risque de projection de pales ou de fragments de pales est la suivante :

- De 3 994 m² pour l'éolienne E1, soit 0,399 ha ;
- De 7 827 m² pour l'éolienne E2, soit 0,783 ha ;
- De 6 025 m² pour l'éolienne E3, soit 0,603 ha.

Pour ces terrains, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers recommande d'estimer la fréquentation à 1 personne par 10 ha :

- soit 0,040 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E1 ;
- soit 0,078 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E2 ;
- soit 0,060 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E3.

Pour les voies de circulation automobiles (D748), le linéaire concerné par le risque de projection de pales ou de fragments de pales est :

- De 884 m pour l'éolienne E1 (8 845 m²) ;
- De 876 m pour l'éolienne E2 (8 757 m²).

Pour ces terrains, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers recommande d'estimer la fréquentation à 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour :

- soit 12,174 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E1 ;
- soit 12,054 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E2.

Enfin, des zones d'activités (bâtiments agricoles) sont également recensées dans la zone d'effet du risque de projection de pales ou de fragments de pales. La superficie impactée par ce risque sur ce type de terrain concerne uniquement l'éolienne E1 (1 500 m²).

Pour ces terrains, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers recommande de prendre le nombre de salariés ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas d'un travail en équipe, soit 2 personnes dans le cas de l'éolienne E1.

Le tableau ci-après recense le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque de projection de pale ou de fragment de pale pour chaque éolienne.

Tableau 34 : Nombre de personnes concernées par la zone d'effet de projection de pales ou de fragment de pales

Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)						
Éolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Voies automobiles	Habitations (Garages, hangars)	Zones d'activités (bâtiments agricoles)	Total
E1	0,771	0,040	12,174	0	2	14,985
E2	0,769	0,078	12,054	0	0	12,901
E3	0,779	0,060	0	0	0	0,839

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine est « Entre 10 et 100 personnes exposées » autour des éoliennes E1 et E2 et inférieure à « une personne » autour de l'éolienne E3.

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 35 : L'évaluation de la gravité du risque de projection de pale ou de fragment de pale

Projection de pale ou de fragment de pale (dans un rayon de 500m)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	14,985	Importante
E2	12,901	Importante
E3	0,839	Modérée

VIII.2.4.4. LA PROBABILITE DE LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

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

Tableau 36 : L'évaluation de la gravité du risque de projection de pales ou de fragment de pales

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project [2]	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines [3]	$1, 1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances [4]	$6,1 \times 10^{-4}$	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 [6] 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 (fonction de sécurité n°9) ;
- les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre (fonction de sécurité n°6) ;
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage (fonction de sécurité n°4) ;
- 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 (fonction de sécurité n°11) ;
- utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.) (fonction de sécurité n°9) ;

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 ».

VIII.2.4.5. L'ACCEPTABILITE DE LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de Saint-Aubin-du-Plain, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Tableau 37 : Acceptabilité du risque de projection de pale ou de fragment de pale

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Importante	Acceptable
E2	Importante	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII.2.5. LA PROJECTION DE GLACE

VIII.2.5.1. LA ZONE D'EFFET DE LA PROJECTION DE GLACE

L'accidentologie rapporte quelques cas de projection de glace. Ce phénomène est connu et possible, mais 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 [8] propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

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

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures [10]. À défaut de données fiables, les études menées par l'INERIS dans le cadre de l'élaboration d'une étude de dangers commune validée par la Direction Générale de la Prévention des Risques proposent de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

Concernant le parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain, la distance d'effet est donc évaluée à un rayon de 372 m autour des éoliennes.

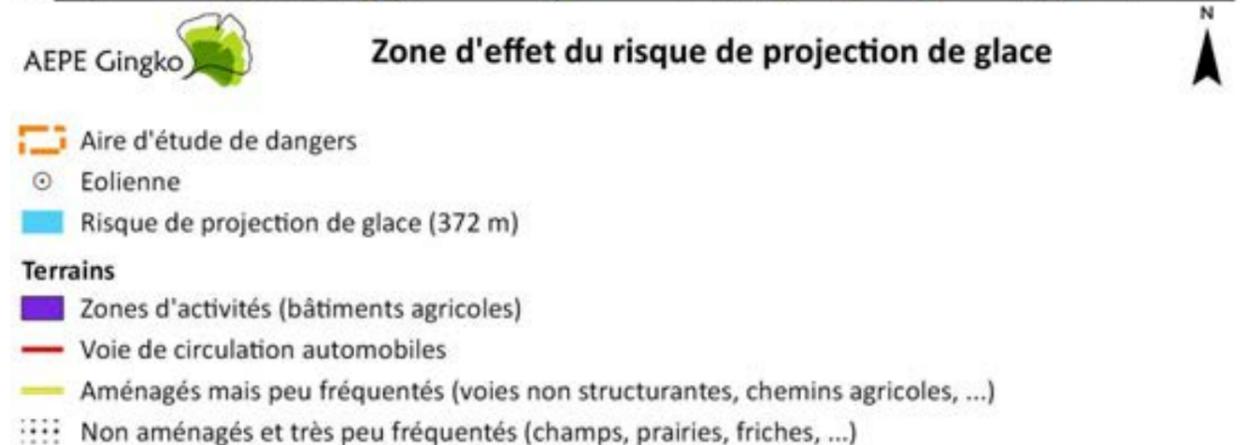
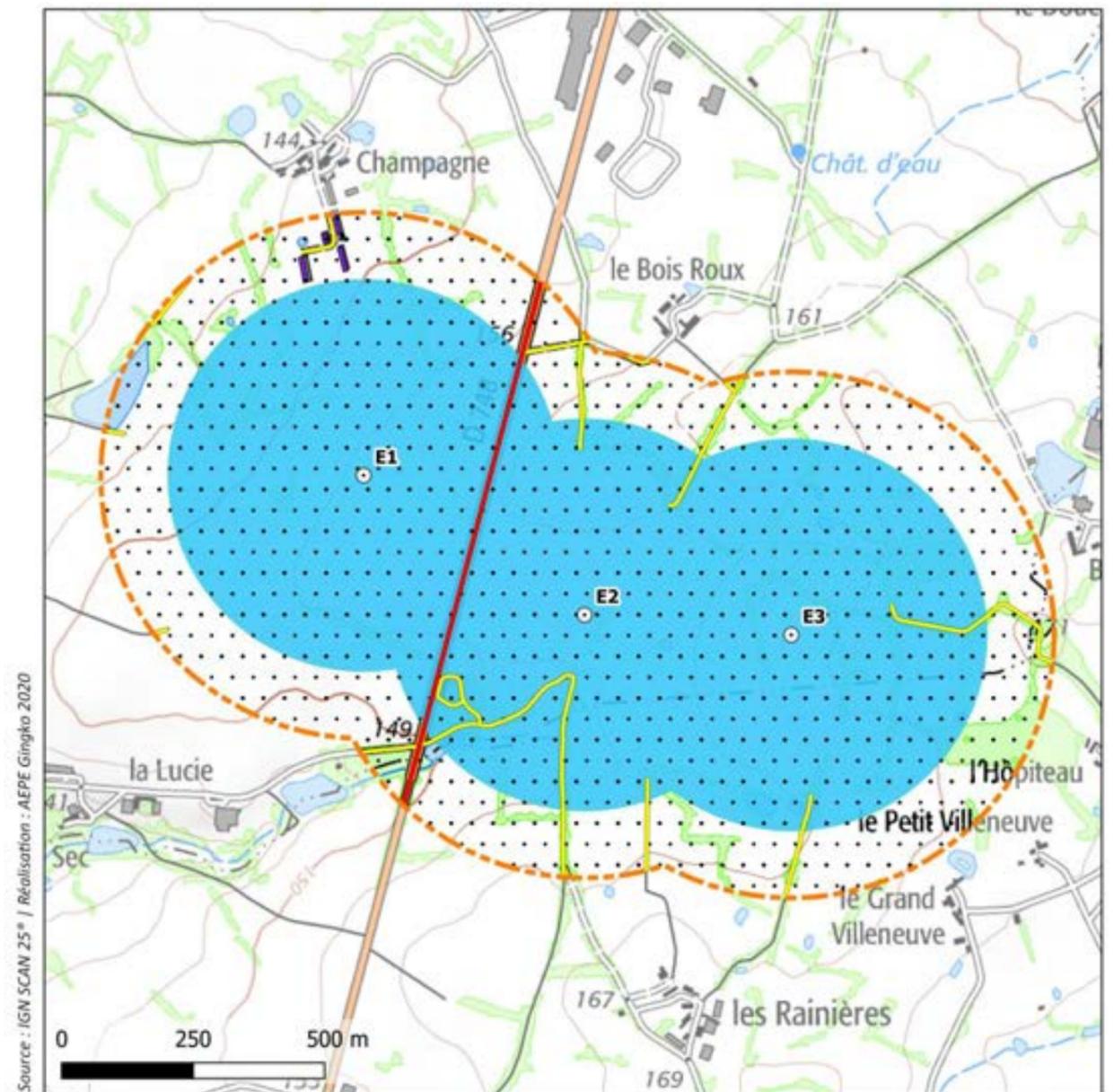
VIII.2.5.2. L'INTENSITE DE LA PROJECTION DE GLACE

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 Saint-Aubin-du-Plain. D est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale (R = 69 m), HM la hauteur au moyeu (HM = 110 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Tableau 38 : L'évaluation de l'intensité du risque de projection de morceaux de glace pour les éoliennes

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 372 m 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 soit 1 m ²	Z _E = π × (1,5 × (HM + 2 × R)) ² Soit 434 746 m ²	D = Z _I / Z _E Soit 0,0002 % (< 1 %)	Exposition modérée



Carte 14 : Zone d'effet du risque de projection de glace

VIII.2.5.3. LA GRAVITE DE LA PROJECTION DE GLACE

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 [6], 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.

Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (parcelles agricoles), la zone d'effet est d'environ 43,5 ha par éolienne. Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (parcelles agricoles), la superficie concernée par ce risque est la suivante :

- De 428 949 m² pour l'éolienne E1, soit 42,895 ha ;
- De 424 578 m² pour l'éolienne E2, soit 42,458 ha ;
- De 433 030 m² pour l'éolienne E3, soit 43,303 ha.

Pour ces terrains, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers recommande d'estimer la fréquentation à 1 personne par 100 ha. La fréquentation par éolienne est donc estimée à :

- 0,429 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E1 ;
- 0,425 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E2 ;
- 0,433 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E3 ;

Pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (liaisons locales et chemins d'exploitation), la superficie de chaque éolienne concernée par le risque de projection de glace est la suivante :

- De 4 503 m² pour l'éolienne E2, soit 0,450 ha ;
- De 1 716 m² pour l'éolienne E3, soit 0,172 ha.

Pour ces terrains, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers recommande d'estimer la fréquentation à 1 personne par 10 ha :

- soit 0,045 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E2 ;
- soit 0,017 équivalent personnes permanentes pour l'éolienne E3.

Une voie de circulation (D748) est également recensée sur la zone d'effet du risque de projection de glace des éoliennes E1 (5 798 m²) et E2 (5 666 m²). Toutefois, il a été observé dans la littérature disponible [10] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

Le tableau ci-après recense le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque de projection de glace pour chaque éolienne.

Tableau 39 : Nombre de personnes concernées par la zone d'effet de projection de glace

Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)						
Éolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Voies automobiles	Habitations (Garages, hangars)	Zones d'activités (bâtiments agricoles)	Total
E1	0,429	0	0	0	0	0,429
E2	0,425	0,045	0	0	0	0,470
E3	0,433	0,017	0	0	0	0,450

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine permanente exposée au risque de projection de glace est inférieure à « une personne » autour des éoliennes E1, E2 et E3.

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 40 : L'évaluation de la gravité du risque de projection de glace

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 372 m autour de l'éolienne)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,429	Modérée
E2	0,470	Modérée
E3	0,450	Modérée

VIII.2.5.4. LA PROBABILITE DE LA PROJECTION DE GLACE

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

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

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

VIII.2.5.5. L'ACCEPTABILITE DE LA PROJECTION DE GLACE

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

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de Saint-Aubin-du-Plain, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Tableau 41 : Acceptabilité du risque de projection de glace

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de R ^{PG} = 372 m autour de l'éolienne)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saint-Aubin-du-Plain, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII.3. LA SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

VIII.3.1. LE TABLEAU DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Il concerne les 3 éoliennes du parc de Saint-Aubin-du-Plain qui présentent un même profil de risque.

Tableau 42 : La synthèse de l'évaluation des risques étudiés

Scénario	Numéro de scénario	Zone d'effet	Éolienne	Cinétique	Intensité	Gravité	Probabilité
Effondrement de l'éolienne	Sc 1	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale, soit 180 m	Toutes	Rapide	Exposition modérée	Modérée	D
Chute de glace	Sc 2	Zone de survol soit un rayon de 69 m	Toutes	Rapide	Exposition modérée	Modérée	A
Chute d'élément de l'éolienne	Sc 3	Zone de survol soit un rayon de 69 m	Toutes	Rapide	Exposition modérée	Modérée	C
Projection de pales ou de fragments de pales	Sc 4-A	Rayon de 500 m autour des éoliennes	E1 et E2	Rapide	Exposition modérée	Importante	D
	Sc 4-B		E3	Rapide	Exposition modérée	Modérée	D
Projection de glace	Sc5	Rayon de 372 m autour des éoliennes	Toutes	Rapide	Exposition modérée	Modérée	B

VIII.3.2. L'ACCEPTABILITE DES RISQUES

Pour conclure à l'acceptabilité ou non des risques, la matrice de criticité, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 [6] reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus sera utilisée.

Tableau 43 : Matrice d'acceptabilité des risques (Source : Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens – 2012)

		Classe de Probabilité Faible ↔ Forte				
		E	D	C	B	A
		Classe de gravité Faible ↔ Forte	Désastreux			
Catastrophique						
Important			Sc 4-A			
Sérieux						
Modéré			Sc 1 & Sc 4-B	Sc 3	Sc 5	Sc 2

Légende de la matrice :

Sc 1 : Numéro de scénario (Cf. Tableau 42)

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée qu'aucun scénario d'accident n'est jugé inacceptable.

- Quatre scénarios d'accident sont concernés par des risques très faibles (cases vertes) : il s'agit des risques d'effondrement d'une éolienne, de chute d'éléments de l'éolienne, de projection de pales ou de fragments de pales pour l'éolienne E3 et de projection de glace. Ils ne nécessitent pas de mesures de maîtrise des risques.
- Deux scénarios d'accident induisent un risque faible (case jaune). Il s'agit des risques de chute de glace et de projection de pales ou de fragments de pales pour les éoliennes E1 et E2. Il nécessite la mise en œuvre de mesures de maîtrise des risques.

Le tableau ci-après recense les phénomènes dangereux redoutés et leur niveau d'acceptabilité au regard des divers scénarios étudiés.

Tableau 44 : Synthèse de l'acceptabilité des risques

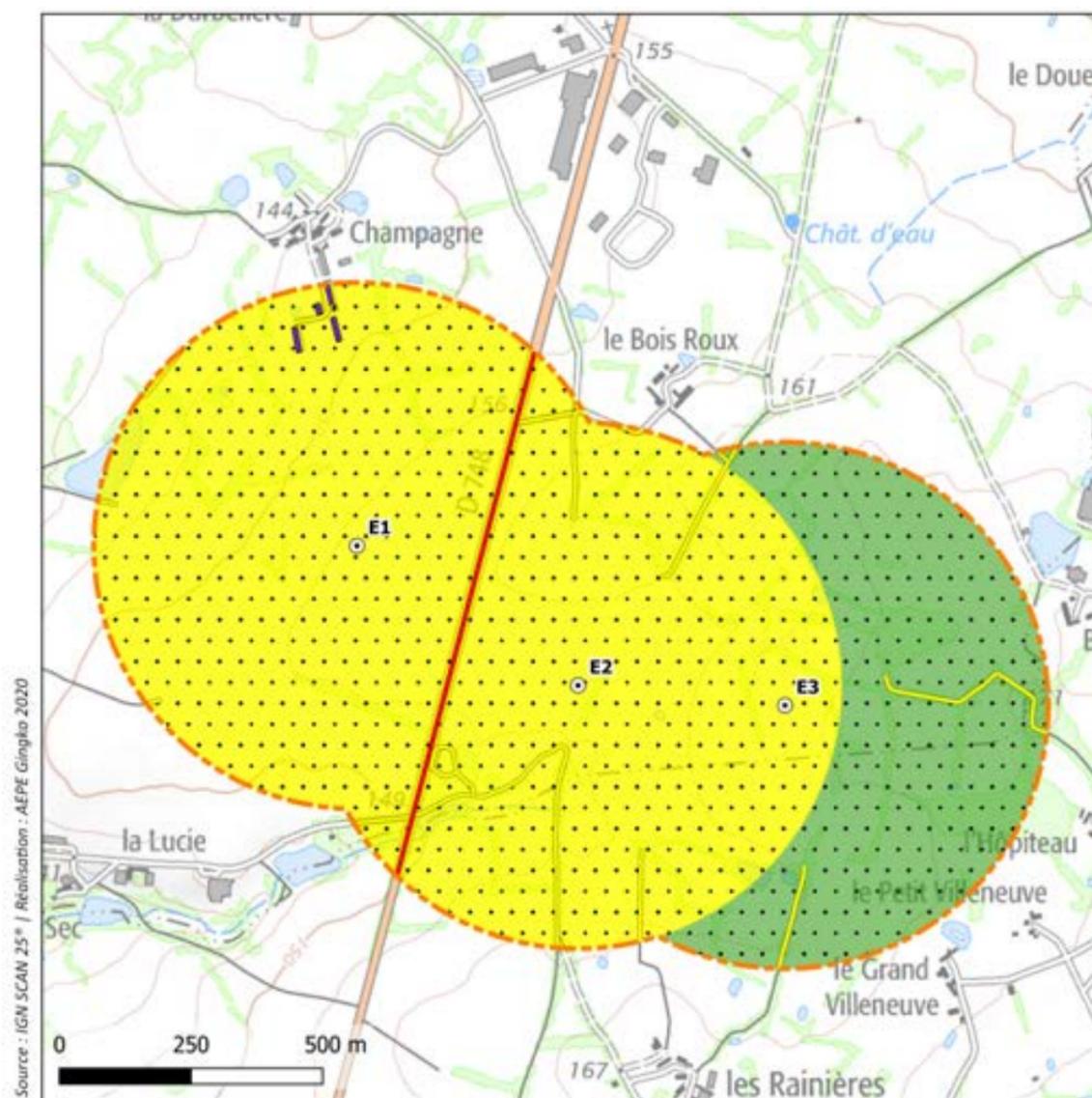
Scénario	Zone d'effet	Éolienne	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale, soit 180 m	Toutes	Modérée	D	Très faible	Acceptable
Chute de glace	Zone de survol soit un rayon de 69 m	Toutes	Modérée	A	Faible	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol soit un rayon de 69 m	Toutes	Modérée	C	Très faible	Acceptable
Projection de pales ou de fragments de pales	Rayon de 500 m autour des éoliennes	E1 et E2	Importante	D	Faible	Acceptable
		E3	Modérée	D	Très faible	Acceptable
Projection de glace	Rayon de 372 m autour des éoliennes	Toutes	Modérée	B	Très faible	Acceptable

Tous les scénarios d'accident liés aux installations du projet éolien de Saint-Aubin-du-Plain engendrent un risque jugé acceptable. Pour les scénarios présentant un niveau de risque très faible, aucune mesure n'est nécessaire. Pour les scénarios présentant un niveau de risque faible, des mesures de maîtrise des risques seront mises en place.

VIII.3.3. LA CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE DES RISQUES

La carte ci-après permet d'illustrer le niveau de risque calculé à partir des différents scénarios envisagés, sachant qu'aucun risque important n'a été recensé :

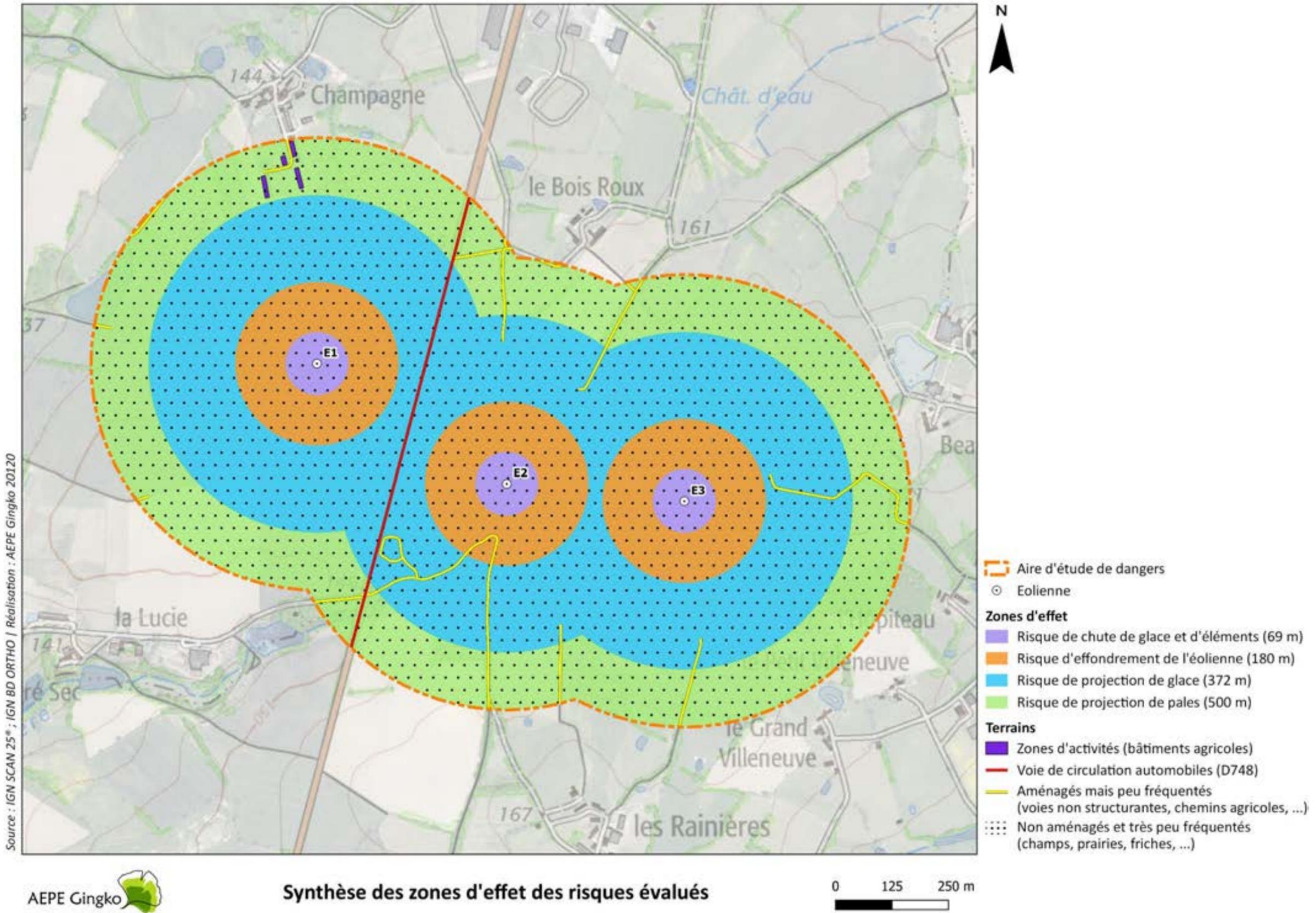
Les cartes ci-après permettent de visualiser plus précisément les zones d'effets et les risques liés aux différents scénarios de risques envisagés pour chaque éolienne du projet de Saint-Aubin-du-Plain.



Synthèse des risques évalués

- | | |
|-------------------------|--|
| Aire d'étude de dangers | Terrains |
| Eolienne | Zones d'activités (bâtiments agricoles) |
| Niveau de risque | Voie de circulation automobiles |
| Risque très faible | Aménagés mais peu fréquentés (voies non structurantes, chemins agricoles, ...) |
| Risque faible | Non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, friches, ...) |

Carte 15 : Synthèse des risques évalués



Synthèse des zones d'effet des risques évalués

Carte 16 : Synthèse des zones d'effet des risques étudiés