ÉTUDE DE DANGERS

PROJET EOLIEN DE LA JOUX

Commune d'Epizon

Département de la Haute-Marne (52)

D'après le « Guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens » réalisé par l'INERIS (mai 2012).

EOLE DE LA JOUX
42, rue de Champagne
51240 VITRY-LA-VILLE

BUREAU D'ÉTUDES JACQUEL & CHATILLON
Environnement et Énergies
www.be-jc.com

Réalisation du dossier :
Bureau d'Études JACQUEL & CHATILLON
Parc Technologique du Mont Bernard
18, rue Dom Pérignon
51000 CHALONS-EN-CHAMPAGNE
Tél. : 03.26.21.01.97

DECEMBRE 2016

SOMMAIRE

CHAPITRE I. INTRODUCTION 5

I.1. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS 6

I.2. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE 6

I.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES 7

I.4. IDENTIFICATION DU DEMANDEUR 7

I.5. LOCALISATION DU SITE 7

I.6. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE 9

CHAPITRE II. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION 11

II.1. ENVIRONNEMENT NATUREL 12

II.1.1. CONTEXTE CLIMATIQUE 12

II.1.2. RISQUES NATURELS 12

II.2. ENVIRONNEMENT HUMAIN 15

II.2.1. ZONES URBANISEES 15

II.2.2. ÉTABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC 16

II.2.3. INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE 16

II.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL 17

II.3.1. VOIES DE COMMUNICATION 17

II.3.2. CIRCULATION AERONAUTIQUE ET SERVITUDES RADARS 17

II.3.3. RESEAUX 18

II.4. CARTOGRAPHIE DES ZONES A ENJEUX 18

II.4.1. ZONES A ENJEUX AUTOUR DE L'EOLIENNE N°1 19

II.4.2. ZONES A ENJEUX AUTOUR DE L'EOLIENNE N°2 19

II.4.3. ZONES A ENJEUX AUTOUR DE L'EOLIENNE N°3 20

II.4.4. ZONES A ENJEUX AUTOUR DE L'EOLIENNE N°4 20

II.4.5. ZONES A ENJEUX AUTOUR DE L'EOLIENNE N°5 21

II.4.6. ZONES A ENJEUX AUTOUR DE L'EOLIENNE N°6 21

II.4.7. ZONES A ENJEUX AUTOUR DE L'EOLIENNE N°7 22

CHAPITRE III. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION 23

III.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION 24

III.1.1. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN 24

III.1.2. ACTIVITE DE L'INSTALLATION 25

III.1.3. CONFIGURATION DE L'INSTALLATION 25

III.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION 27

III.2.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR 27

III.2.2. SECURITE DE L'INSTALLATION 27

III.2.3. GESTION DES SITUATIONS D'URGENCE ET DE CRISE 29

III.2.4. ORGANISATION DES SECOURS 29

III.2.5. OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION 29

III.2.6. STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX 30

III.3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION 30

III.3.1. LE RACCORDEMENT ELECTRIQUE 30

III.3.2. AUTRES RESEAUX 31

CHAPITRE IV. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION 33

IV.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS 34

IV.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION 35

IV.3. PREVENTION DES POTENTIELS DE DANGERS 35

CHAPITRE V. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE 37

V.1. TYPOLOGIE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE 38

V.2. TYPOLOGIE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS DANS LE MONDE 39

V.3. SYNTHESE DES EVENEMENTS DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE 40

V.3.1. ANALYSE DE L'EVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE 40

V.3.2. ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS 40

V.4. LIMITES DE L'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE 40

CHAPITRE VI. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES 41

VI.1. ÉVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES 42

VI.2. AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES 42

VI.2.1. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES 42

VI.2.2. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS 43

VI.3. SCENARIOS RETENUS DANS L'ANALYSE DES RISQUES 43

VI.4. EFFETS DOMINOS 45

VI.5. FONCTIONS DE SECURITE 46

VI.6. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES 50

CHAPITRE VII. ÉTUDE DETAILLEE DES RISQUES 51

VII.1. DEFINITIONS 52

VII.1.1. CINETIQUE 52

VII.1.2. INTENSITE 52

VII.1.3. GRAVITE 53

VII.1.4. PROBABILITE 53

VII.1.5. ACCEPTABILITE DU RISQUE 54

VII.2. SCENARIOS RETENUS 55
VII.2.1. EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE 55
VII.2.2. CHUTE DE GLACE 57
VII.2.3. CHUTE D'ELEMENT DE L'EOLIENNE 60
VII.2.4. PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE 62
VII.2.5. PROJECTION DE GLACE 64
VII.3. SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES 67
VII.3.1. SYNTHESE DES SCENARIOS RETENUS 67
VII.3.2. SYNTHESE DE L'ACCEPTABILITE DES RISQUES 67
VII.3.3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES 68

CHAPITRE VIII. CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS 77

ANNEXES 83

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 79

GLOSSAIRE 81

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : ARRETE DU 26 AOUT 2011 RELATIF AUX INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'ELECTRICITE UTILISANT L'ENERGIE MECANIQUE DU VENT AU SEIN D'UNE INSTALLATION SOUMISE A AUTORISATION AU TITRE DE LA RUBRIQUE 2980 DE LA LEGISLATION DES INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

ANNEXE II : METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE

ANNEXE III : SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

ANNEXE IV : PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

ANNEXE V : TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

ANNEXE VI : PRINCIPAUX AVIS DES ORGANISMES ET ADMINISTRATIONS CONTACTES

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Cartes

Carte 1 : Situation générale du site d'étude (Source : BE Jacquel et Chatillon) 8
Carte 2 : Situation départementale de la zone d'étude (Source : 1France) 8
Carte 3 : Localisation du site (Source : BE Jacquel et Chatillon) 9
Carte 4 : Aire d'étude (Source : BE Jacquel et Chatillon) 10
Carte 5 : Risque sismique (Source : MEEDDM, 2010) 12
Carte 6 : Mouvements de terrain au niveau de la zone d'étude (Source : BRGM) 13
Carte 7 : Aléa retrait – gonflement des argiles au niveau de la zone d'étude (Source : BRGM) 13
Carte 8 : Risque de remontée de nappe dans les sédiments (Source : BRGM) 14
Carte 9 : Densité de foudroiement (Source : SOULE, 2003) 14
Carte 10 : Risque feu de forêt (Source : MEEDDM, 2010) 15
Carte 11 : Habitations les plus proches du projet (Source : BE Jacquel et Chatillon) 15
Carte 12 : Parcs éoliens voisins (Source : BE Jacquel et Chatillon) 16
Carte 13 : Voies de communication (Source : BE Jacquel et Chatillon) 17
Carte 14 : Éolienne n°1 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon) 19
Carte 15 : Éolienne n°2 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon) 19
Carte 16 : Éolienne n°3 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon) 20
Carte 17 : Éolienne n°4 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon) 20
Carte 18 : Éolienne n°5 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon) 21
Carte 19 : Éolienne n°6 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon) 21
Carte 20 : Éolienne n°7 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon) 22
Carte 21 : Configuration de l'installation (Source : BE Jacquel et Chatillon) 26
Carte 22 : Hypothèses pour le raccordement au poste-source (Source : BE Jacquel et Chatillon) 31
Carte 23 : Éolienne n°1 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon) 69
Carte 24 : Éolienne n°1 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon) 69
Carte 25 : Éolienne n°2 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon) 70
Carte 26 : Éolienne n°2 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon) 70
Carte 27 : Éolienne n°3 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon) 71
Carte 28 : Éolienne n°3 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon) 71
Carte 29 : Éolienne n°4 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon) 72
Carte 30 : Éolienne n°4 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon) 72
Carte 31 : Éolienne n°5 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon) 73
Carte 32 : Éolienne n°5 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon) 73
Carte 33 : Éolienne n°6 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon) 74
Carte 34 : Éolienne n°6 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon) 74
Carte 35 : Éolienne n°7 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon) 75
Carte 36 : Éolienne n°7 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon) 75

Tableaux

Tableau 1 : Rubrique de la nomenclature des installations classées (Code de l'environnement) 7
Tableau 2 : Informations administratives du demandeur (Source : EOLE DE LA JOUX) 7
Tableau 3 : Coordonnées des éléments du projet (Source : EOLE DE LA JOUX) 25
Tableau 4 : Tensions et protections au poste de livraison (Source : BE Jacquel et Chatillon) 27
Tableau 5 : Exemples des produits entrants durant la phase d'exploitation d'un parc éolien (Source : BE Jacquel et Chatillon) 34
Tableau 6 : Exemples des produits émis durant la phase d'exploitation d'un parc éolien (Source : BE Jacquel et Chatillon) 34
Tableau 7 : Dangers potentiels de l'installation en fonctionnement (Source : INERIS) 35
Tableau 8 : Principales agressions liées aux activités humaines (Source : INERIS) 42
Tableau 9 : Principales agressions liées aux phénomènes naturels (Source : INERIS) 43
Tableau 10 : Scénarios retenus dans l'analyse des risques (Source : INERIS) 45
Tableau 11 : Fonction de sécurité n°1 (Source : INERIS) 46
Tableau 12 : Fonction de sécurité n°2 (Source : INERIS) 47
Tableau 13 : Fonction de sécurité n°3 (Source : INERIS) 47
Tableau 14 : Fonction de sécurité n°4 (Source : INERIS) 47
Tableau 15 : Fonction de sécurité n°5 (Source : INERIS) 47
Tableau 16 : Fonction de sécurité n°6 (Source : INERIS) 48
Tableau 17 : Fonction de sécurité n°7 (Source : INERIS) 48
Tableau 18 : Fonction de sécurité n°8 (Source : INERIS) 48
Tableau 19 : Fonction de sécurité n°9 (Source : INERIS) 48
Tableau 20 : Fonction de sécurité n°10 (Source : INERIS) 49
Tableau 21 : Fonction de sécurité n°11 (Source : INERIS) 49
Tableau 22 : Fonction de sécurité n°12 (Source : INERIS) 49
Tableau 23 : Fonction de sécurité n°13 (Source : INERIS) 49
Tableau 24 : Scénarios exclus de l'étude détaillée des risques (Source : INERIS) 50
Tableau 25 : Scénarios retenus dans l'étude détaillée des risques (Source : INERIS) 50
Tableau 26 : Intensité et seuil d'exposition (Source : INERIS) 52
Tableau 27 : Gravité selon le seuil d'exposition (Source : INERIS) 53
Tableau 28 : Classes de probabilités (Source : Arrêté du 29 septembre 2005) 53
Tableau 29 : Matrice de criticité (Source : Circulaire du 10 mai 2010) 54
Tableau 30 : Légende de la matrice de criticité (Source : Circulaire du 10 mai 2010) 54
Tableau 31 : Intensité du phénomène d'effondrement (Source : d'après l'INERIS) 55
Tableau 32 : Enjeux pour le phénomène d'effondrement (Source : BE Jacquel et Chatillon) 55

Tableau 33 : Personnes comptées pour le phénomène d'effondrement (Source : d'après l'INERIS)....56
Tableau 34 : Gravité du phénomène d'effondrement (Source : d'après l'INERIS)....56
Tableau 35 : Probabilités retenues pour le phénomène d'effondrement (Source : INERIS)....56
Tableau 36 : Acceptabilité du risque pour le phénomène d'effondrement (Source : d'après l'INERIS)....57
Tableau 37 : Intensité du phénomène de chute de glace (Source : d'après l'INERIS)....58
Tableau 38 : Enjeux pour le phénomène de chute de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon)....58
Tableau 39 : Personnes comptées pour le phénomène de chute de glace (Source : d'après l'INERIS)....58
Tableau 40 : Gravité du phénomène de chute de glace (Source : d'après l'INERIS)....59
Tableau 41 : Acceptabilité du risque pour le phénomène de chute de glace (Source : d'après l'INERIS)....59
Tableau 42 : Intensité du phénomène de chute d'élément de l'éolienne (Source : d'après l'INERIS)....60
Tableau 43 : Enjeux pour le phénomène de chute d'élément de l'éolienne (Source : BE Jacquel et Chatillon)....60
Tableau 44 : Personnes comptées pour le phénomène de chute d'élément de l'éolienne (Source : d'après l'INERIS)....61
Tableau 45 : Gravité du phénomène de chute d'élément de l'éolienne (Source : d'après l'INERIS)....61
Tableau 46 : Acceptabilité du risque pour le phénomène de chute d'élément de l'éolienne (Source : d'après l'INERIS)....61
Tableau 47 : Intensité du phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)....62
Tableau 48 : Enjeux pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon)....62
Tableau 49 : Personnes comptées pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)63
Tableau 50 : Gravité du phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)....63
Tableau 51 : Probabilités retenues pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : INERIS)....63
Tableau 52 : Acceptabilité du risque pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)....64
Tableau 53 : Intensité du phénomène de projection de glace (Source : d'après l'INERIS)....65
Tableau 54 : Enjeux pour le phénomène de projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon)....65
Tableau 55 : Personnes comptées pour le phénomène de projection de glace (Source : d'après l'INERIS)....65
Tableau 56 : Gravité du phénomène de projection de glace (Source : d'après l'INERIS)....66
Tableau 57 : Acceptabilité du risque pour le phénomène de projection de glace (Source : d'après l'INERIS)....66
Tableau 58 : Synthèse des scénarios retenus (Source : d'après l'INERIS)....67
Tableau 59 : Matrice de criticité (Source : Circulaire du 10 mai 2010)....67
Tableau 60 : Légende de la matrice de criticité (Source : Circulaire du 10 mai 2010)....67
Tableau 61 : Éolienne n°1 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)....69
Tableau 62 : Éolienne n°1 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)....69
Tableau 63 : Éolienne n°2 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)....70
Tableau 64 : Éolienne n°2 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)....70
Tableau 65 : Éolienne n°3 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)....71
Tableau 66 : Éolienne n°3 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)....71
Tableau 67 : Éolienne n°4 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)....72
Tableau 68 : Éolienne n°4 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)....72
Tableau 69 : Éolienne n°5 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)....73
Tableau 70 : Éolienne n°5 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)....73
Tableau 71 : Éolienne n°6 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)....74
Tableau 72 : Éolienne n°6 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)....74
Tableau 73 : Éolienne n°7 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)....75
Tableau 74 : Éolienne n°7 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)....75
Tableau 75 : Synthèse des risques pour les scénarios retenus (Source : d'après l'INERIS)....78
Tableau 76 : Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes (Source : INERIS)....91
Tableau 77 : Probabilités d'atteinte en fonction de l'événement redouté central (Source : INERIS)....97

Figures

Figure 1 : Photo aérienne au niveau du site d'implantation (Source : Géoportail)....16
Figure 2 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (Source : INERIS)....24
Figure 3 : Exemple d'emprise type au sol d'une éolienne (Source : INERIS)....25
Figure 4 : Raccordement électrique des installations (Source : INERIS)....31
Figure 5 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (Source INERIS)....38
Figure 6 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (Source : INERIS)....39
Figure 7 : Répartition des causes premières d'effondrement (Source ; INERIS)....39
Figure 8 : Répartition des causes premières de rupture de pale (Source : INERIS)....39
Figure 9 : Répartition des causes premières d'incendie (Source : INERIS)....39
Figure 10 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (Source : INERIS)....40

CHAPITRE I.
INTRODUCTION

I.1. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société EOLE DE LA JOUX, pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de la Joux, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable. L'étude portera sur les risques liés à cette installation que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les installations du parc éolien de la Joux. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques. Elle a été rédigée à partir du guide technique de l'INERIS[1] (mai 2012) dont l'objectif s'inscrit dans la double démarche de vérifier la maîtrise des risques par l'exploitant et d'améliorer en continu les mesures de maîtrise des risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien de la Joux, 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.

I.2. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'environnement relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Selon l'article L. 512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

L'Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accidents majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1.

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

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, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

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

- Description de l'environnement et du voisinage,
- Description des installations et de leur fonctionnement,
- Identification et caractérisation des potentiels de danger,
- Estimation des conséquences de la concrétisation des dangers,
- Réduction des potentiels de danger,
- Enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs),
- Analyse préliminaire des risques,
- Étude détaillée de réduction des risques,
- Quantification et hiérarchisation des différents scénarios en terme de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection,
- Représentation cartographique,
- Résumé non technique de l'étude des dangers.

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

[1] INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des Risques.

I.3. 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) :

A. – Nomenclature des installations classées			
N°	DÉSIGNATION DE LA RUBRIQUE	A, E, D, S, C (1)	RAYON (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m	A	6
	2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :		
	a) Supérieure ou égale à 20 MW	A	6
	b) Inférieure à 20 MW	D	
(1) A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement. (2) Rayon d'affichage en kilomètres.			

Tableau 1 : Rubrique de la nomenclature des installations classées (Code de l'environnement)

Le parc éolien de la Joux comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m : **cette installation est donc soumise à autorisation** (A) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et doit présenter, à ce titre, une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

Rappel : L'installation visée ne relève pas de l'extension d'une installation existante, ni d'une révision de l'étude de dangers.

I.4. IDENTIFICATION DU DEMANDEUR

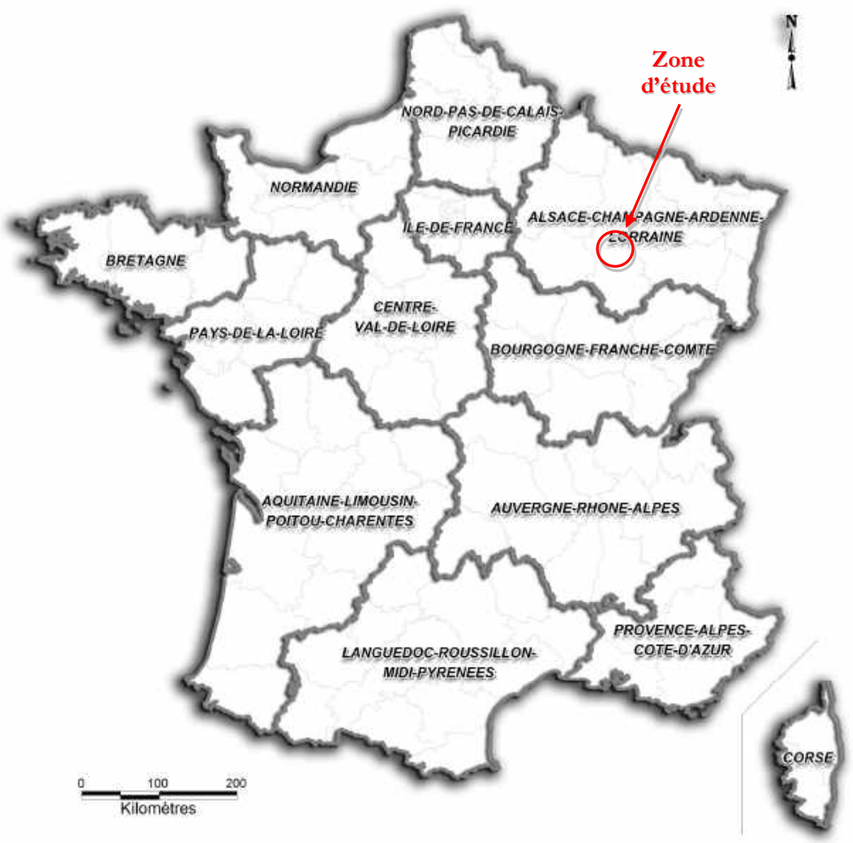
Toutes les informations administratives du demandeur sont détaillées dans le Tableau 2.

Société porteuse	**EOLE DE LA JOUX**
Forme juridique	SARL
Capital	1 000 €
Numéro d'identification RCS	818 960 882
Siège social	42, rue de Champagne 51240 VITRY-LA-VILLE
Référent projet	M. SONRIER Maël 06.37.77.79.91

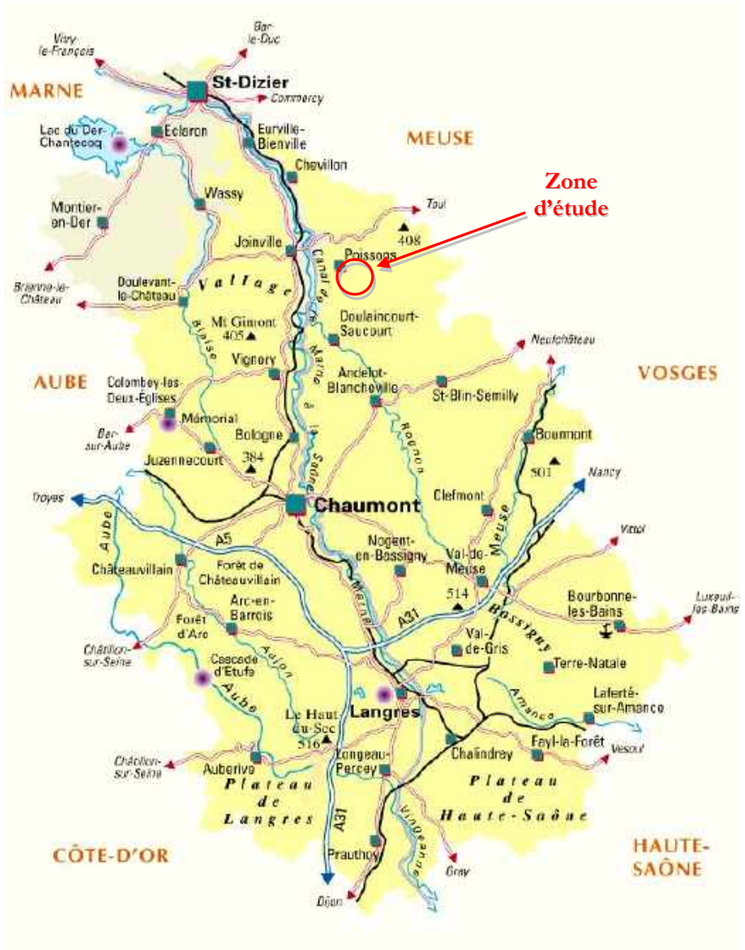
Tableau 2 : Informations administratives du demandeur
(Source : EOLE DE LA JOUX)

I.5. LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien de la Joux, composé de 7 aérogénérateurs, est localisé sur la commune d'Epizon (cf. Carte 3), dans le département de la Haute-Marne (52), en région Champagne-Ardenne.



Carte 1 : Situation générale du site d'étude (Source : BE Jacquel et Chatillon)



Carte 2 : Situation départementale de la zone d'étude (Source : 1France)

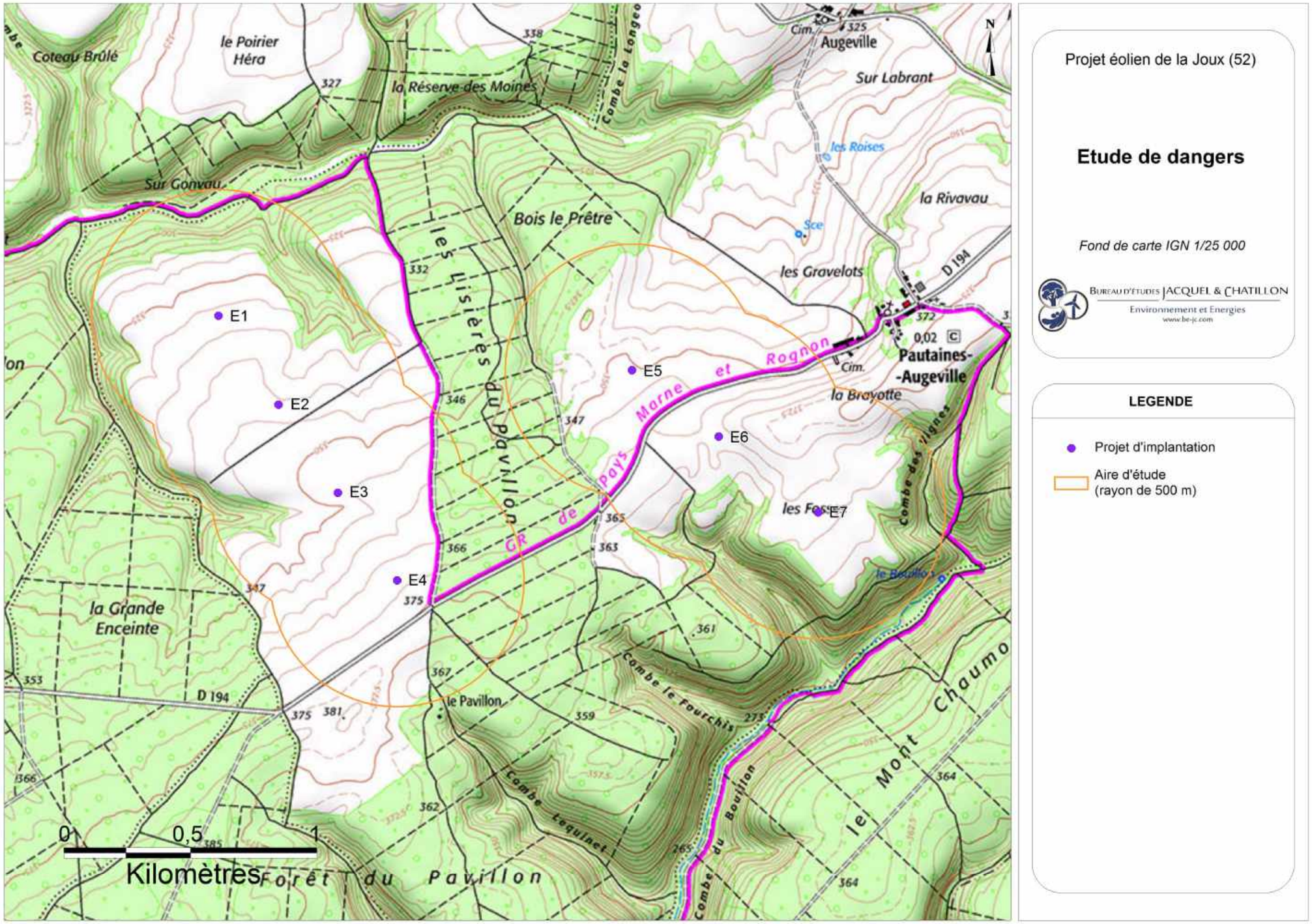
Carte 3 : Localisation du site (Source : BE Jacquel et Chatillon)

I.6. 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 (Carte 4). Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection (cf. définition au paragraphe VII.2 page 55).

La zone d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison. Les expertises réalisées ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur des postes de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant les affecter.



Carte 4 : Aire d'étude (Source : BE Jacquel et Chatillon)

CHAPITRE II.
DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

II.1. ENVIRONNEMENT NATUREL

II.1.1. CONTEXTE CLIMATIQUE

La station d'étude climatologique complète la plus proche pour caractériser le site d'étude est la station Météo France de Saint-Dizier située à environ 40 km au Nord-ouest de la zone d'implantation.

Le territoire est caractérisé par un climat de caractère océanique à légère influence continentale. La répartition des précipitations est ainsi régulière dans l'année, et les amplitudes thermiques saisonnières sont assez marquées.

Les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 857 mm. La répartition est homogène sur l'année puisque chaque mois est toujours concerné par un total de précipitations compris entre 56 et 88 mm. Par ailleurs, le nombre annuel de jours avec pluie, c'est-à-dire le nombre de jours au cours desquels on recueille plus de 0,1 mm de précipitations, neige incluse, est de 133.

Les températures annuelles moyennes observées à la station de référence sont de 6,3°C (minimale) et 15,3°C (maximale). On retrouve ici la marque du climat à légère influence continentale avec une amplitude thermique marquée de 13 à 19°C entre janvier et juillet, selon les hivers doux et les étés frais. Le nombre annuel de jours de gel, c'est-à-dire le nombre de jours au cours desquels la température descend au-dessous de 0°C, est ici de 62. Le nombre annuel de jours de chaleur, c'est-à-dire le nombre de jours au cours desquels la température dépasse 25°C, est ici de 48.

L'ensoleillement annuel départemental moyen est ici de 1 681 heures.

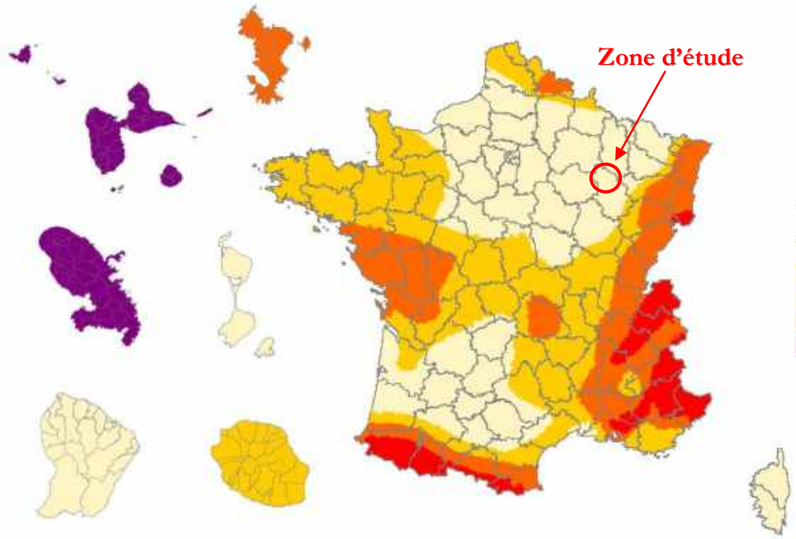
Au niveau régional, le nombre moyen de jours de tempêtes, c'est-à-dire avec vent maximal supérieur à 100 km/h, est de 1 (cf. normales 1981-2010).

Les vents dominants sont d'orientation Sud-ouest, pour une vitesse moyenne minimale comprise entre 5 et 5.5 m/s dès 50 m de hauteur.

II.1.2. RISQUES NATURELS

II.1.2.1. Risque sismique

La zone du projet se trouve dans une zone de sismicité très faible (niveau 1), traduisant des risques d'accélération inférieurs à 0.4 m/s² (Carte 5). D'autre part, aucun épicentre de séisme n'a été enregistré sur la commune d'Epizon (Source : www.sisfrance.net).



Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_g (m/s²)
Zone 1	Très faible	0,4
Zone 2	Faible	0,7
Zone 3	Modéré	1,1
Zone 4	Moyen	1,6
Zone 5	Fort	3

Carte 5 : Risque sismique (Source : MEEDDM[2], 2010)

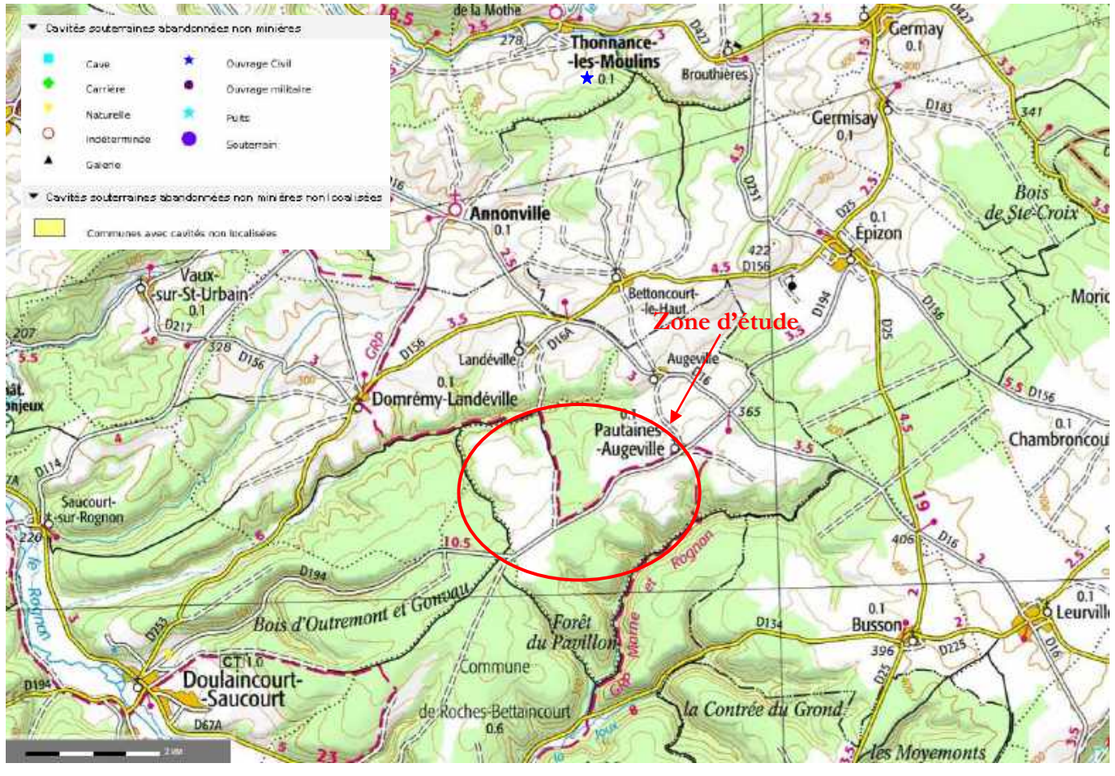
[2] Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer.

II.1.2.2. Risque mouvements de terrain et cavités souterraines

La commune d'Epizon n'est pas classée à risques en ce qui concerne les mouvements de terrain.

La Carte 6 présente les mouvements de terrain répertoriés autour de la zone d'étude ; aucun ne concerne la commune d'Epizon.

Par conséquent, la sensibilité de la zone est faible en termes de risques liés aux mouvements de terrain.



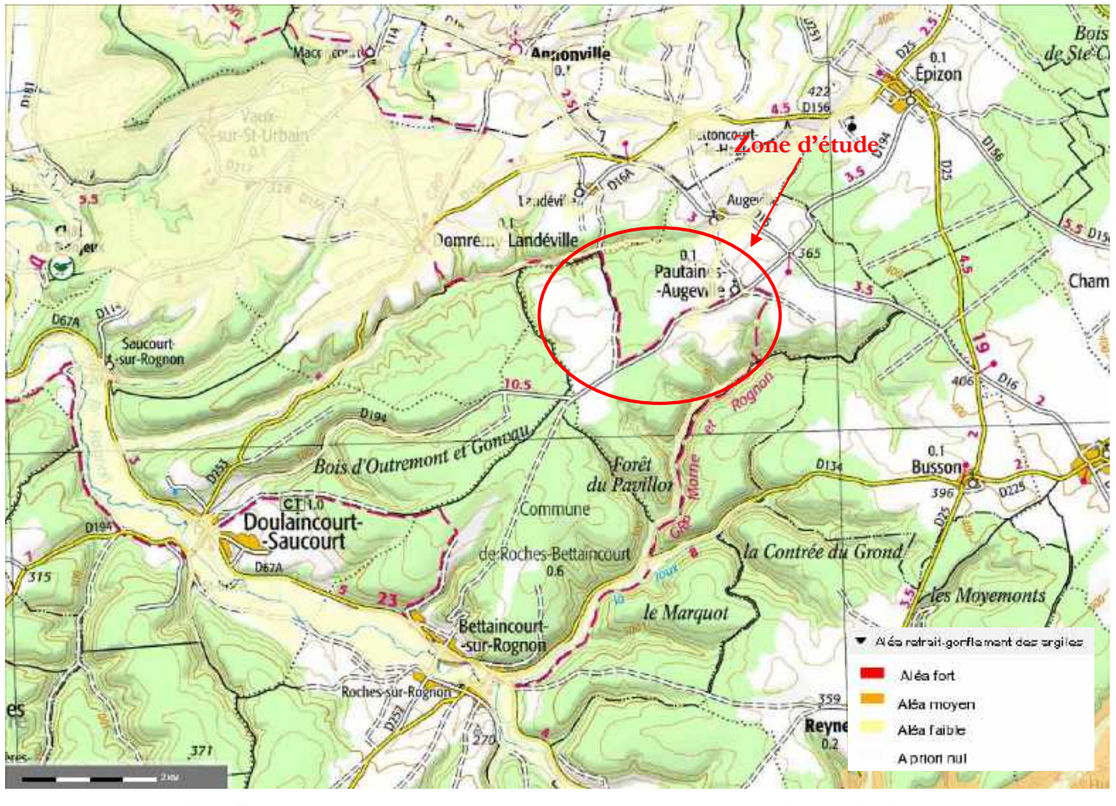
Carte 6 : Mouvements de terrain au niveau de la zone d'étude (Source : BRGM)

II.1.2.3. Aléa retrait-gonflement des argiles

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

A ce titre le BRGM a réalisé une étude des niveaux d'aléas (en lien direct avec le risque) liés au gonflement des argiles. Ces cartes, consultables en ligne sur Internet par le site du BRGM, mettent en évidence les aléas suivants pour le site d'implantation.

Le risque ici est corrélé à la présence des limons des plateaux et aux formations détritiques (cf. Carte 7). La zone d'implantation est donc concernée ici par un aléa retrait – gonflement des argiles nul à faible.

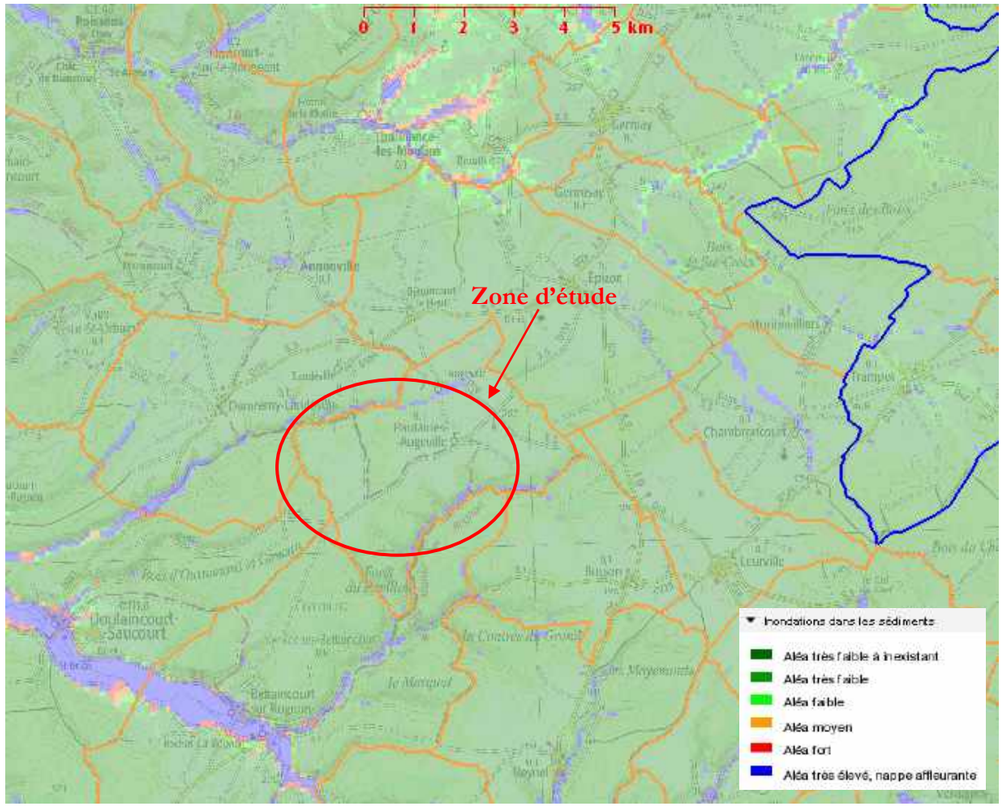


Carte 7 : Aléa retrait – gonflement des argiles au niveau de la zone d'étude (Source : BRGM)

II.1.2.4. Risques inondation et remontées de nappes

La commune d'Epizon n'est pas répertoriée à risques inondation. Le risque de remontée de nappe dans les sédiments est faible au niveau de la zone d'implantation, située en hauteur sur le plateau.

De plus, la zone d'implantation des éoliennes se trouvant sur un point haut du relief, elle ne se trouvera pas exposée à ce risque.



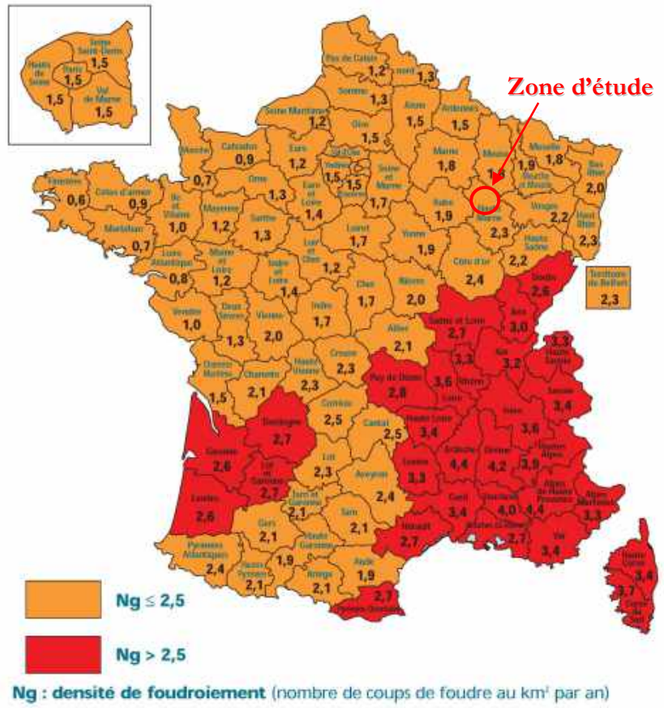
Carte 8 : Risque de remontée de nappe dans les sédiments (Source : BRGM)

II.1.2.5. Risque kéraunique

Il est souvent fait référence au niveau kéraunique pour juger de l'activité orageuse d'un secteur. Le niveau kéraunique correspond ainsi au nombre de jours par an où l'on entend gronder le tonnerre. Il s'agit par conséquent d'un indicatif subjectif, peu fiable, et sujet à trop d'approximations pour pouvoir déterminer l'ampleur réelle des orages. Aussi, pour juger de manière plus efficace de l'activité orageuse dans un département, un indicateur précis a été développé ; il s'agit de l'indice Ng.

Le sigle Ng correspond à la densité de foudroiement pour chaque département, c'est-à-dire au nombre d'impacts de foudre par an et par km². La carte suivante, développée par la société SOULE, détaille ces risques liés aux impacts de foudre sur l'ensemble du territoire français. Les départements représentés en rouge sur la carte sont ceux dont la densité de foudroiement est supérieure à 2.5 Ng et qui requièrent donc, selon les prescriptions de la norme NF C 15-100, l'installation obligatoire de parafoudres sur les constructions.

On peut donc constater que le département de la Haute-Marne (Carte 9), où se situe le projet, n'est pas concerné par ces risques de foudroiement élevés (avec un niveau de 2.3 Ng).



Carte 9 : Densité de foudroiement (Source : SOULE, 2003)

II.1.2.6. Risque incendie

Le site d'étude ne se situe pas sur des communes soumises au risque incendie (Carte 10) :

Carte 10 : Risque feu de forêt (Source : MEEDDM, 2010)

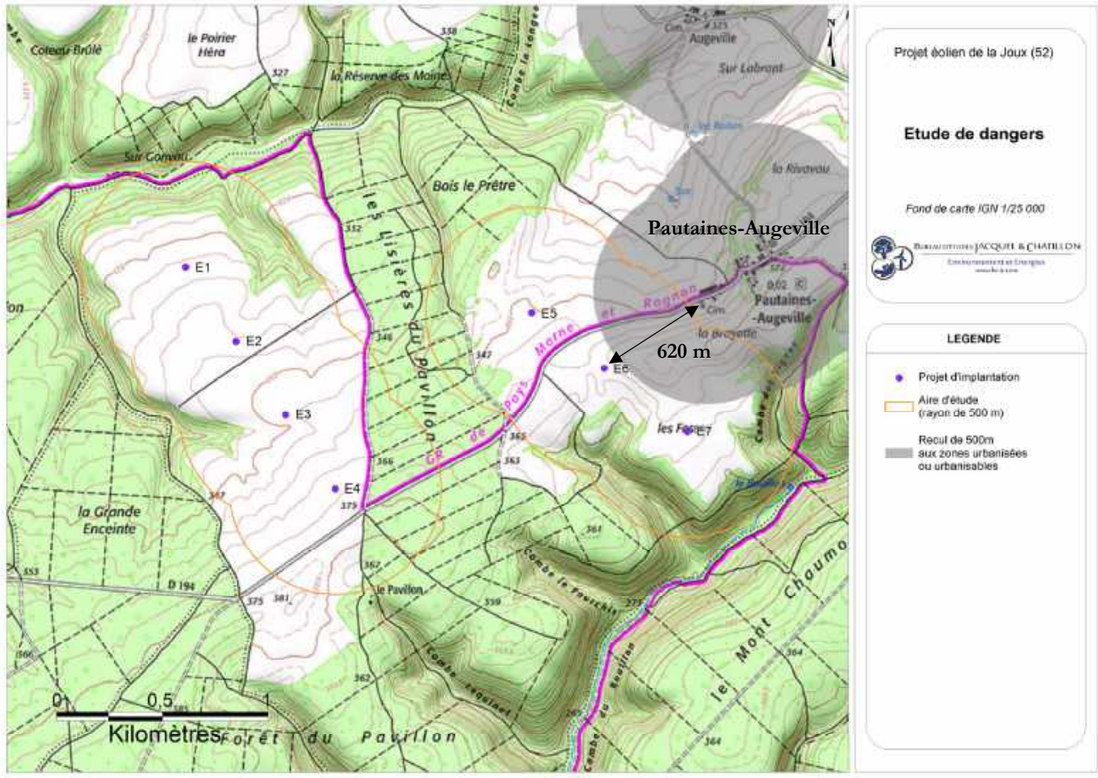
II.2. ENVIRONNEMENT HUMAIN

II.2.1. ZONES URBANISEES

L'habitation la plus proche du projet se trouve au niveau de Pautaines-Augeville (commune d'Epizon) à environ 620 m de l'éolienne la plus proche (E6). Aucun habitat isolé n'est identifié en-deçà de cette distance par rapport aux éoliennes.

Concernant les habitations des villages voisins les plus proches, Landéville et Domrémy-Landéville, elles se trouvent respectivement à plus de 1 510 m et 2 020 m du projet.

La distance des éoliennes aux zones urbanisées et urbanisables dépasse donc les 500 m en toutes circonstances (cf. Carte 11).



Carte 11 : Habitations les plus proches du projet (Source : BE Jacquel et Chatillon)

II.2.2. ÉTABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC

Les villages les plus proches sont éloignés de plus de 620 m des éoliennes pour Pautaines-Augeville, puis plus de 1 510 m pour les suivants. Les bourgs de plus grande importante, susceptibles de disposer d'établissements recevant du public (ERP), sont distants de plusieurs kilomètres de la zone d'implantation (Joinville notamment ou plus loin Chaumont ou Saint-Dizier).

Aucun établissement recevant du public n'est ainsi recensé dans un périmètre de 500 m autour du projet. Le site est en effet quasiment exclusivement dédié aux activités agricoles et est ponctué par quelques masses boisées (cf. Figure 1).

Figure 1 : Photo aérienne au niveau du site d'implantation (Source : Géoportail)

En termes d'ERP, généralement peu nombreux dans ces secteurs ruraux, les activités de services sont très peu représentées sur la commune du projet. En effet, on y retrouve un garagiste et une école maternelle, mais aucun service en matière d'alimentation, de services directs à la population, ou de fonctions médicales. La population dispose toutefois à proximité d'une gamme de services complète qui ne nécessite pas le déplacement vers les villes de plus grande importance.

L'attrait touristique ne se fait que relativement peu sentir sur les communes de la zone d'étude. En effet, la commune concernée par le projet ne dispose d'aucune structure d'hébergement. Sur les communes environnantes plus importantes, en revanche, il existe une offre d'accueil touristique, par exemple dans les secteurs de Chaumont ou de Saint-Dizier, ou encore à Joinville.

La valeur touristique de ce territoire est ponctuelle ; elle est liée à des pratiques de loisirs de proximité, comme les promenades à vélo ou à pied notamment dans les importants espaces forestiers implantés sur le secteur, et à un tourisme culturel lié au patrimoine historique de la région. Ainsi, de nombreux sentiers de randonnée, praticables à pied, à vélo ou à cheval, traversent la zone d'étude, favorables à un tourisme vert : on peut citer le chemin de Grande Randonnée (GR) de Pays Marne et Rognon.

II.2.3. INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE

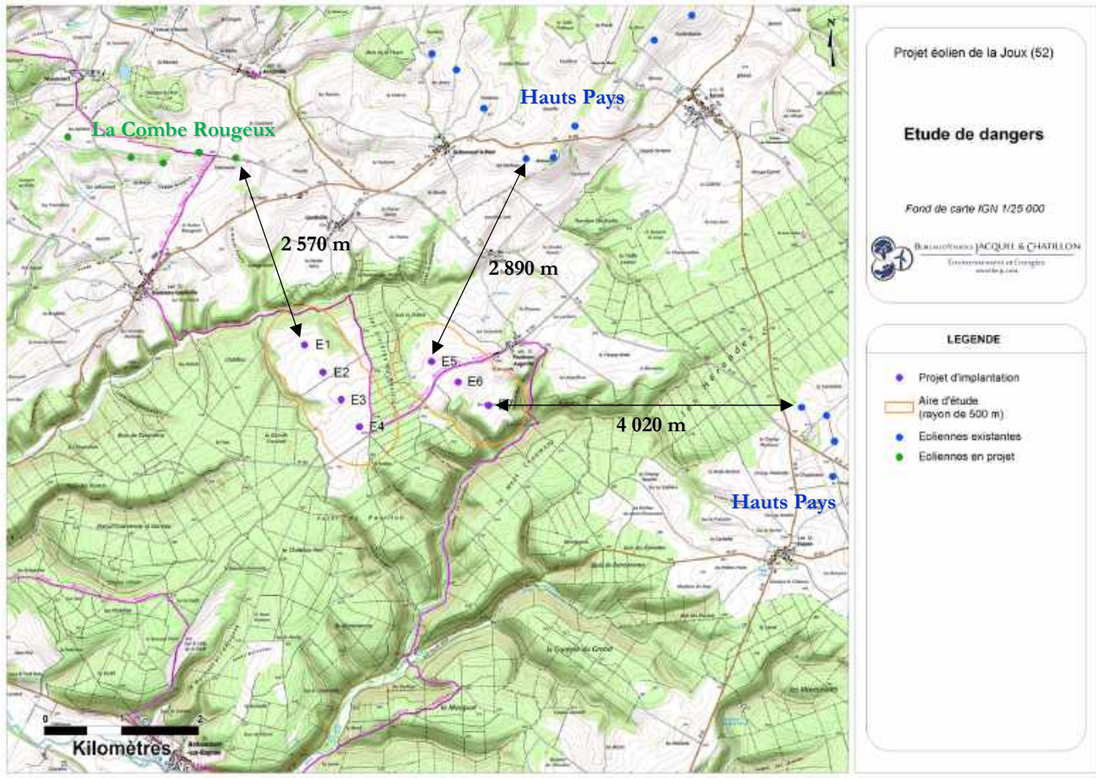
Aucune installation SEVESO ou nucléaire de base (INB) n'est présente dans les limites de la zone d'étude (500 m autour des éoliennes).

Aucune installation classée n'est recensée sur la commune du projet. L'installation la plus proche se situe en effet à plusieurs kilomètres, sur la commune de Chambroncourt (exploitation de carrière à plus de 7 km).

Par ailleurs, à proximité des éoliennes objet du dossier, plusieurs parcs éoliens sont exploités ou autorisés, et donc classés ICPE ; on recense ainsi pour les plus proches :

- Parc éolien des Hauts Pays à plus de 2 890 m au Nord-est et 4 020 m à l'Est,
- Parc éolien (en projet) de la Combe Rougeux à plus de 2 570 m au Nord-nord-ouest.

Ces éoliennes se situent toutes au-delà de 500 m des éoliennes de la Joux.



Carte 12 : Parcs éoliens voisins (Source : BE Jacquel et Chatillon)

II.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL

II.3.1. VOIES DE COMMUNICATION

Parmi les voies de communication présentes autour du projet, **aucun axe structurant (plus de 2 000 véhicules/jour) n'est identifié dans l'aire d'étude de 500 m** ; il s'agit en effet de routes départementales rurales ou de routes communales reliant les villages les uns aux autres. A fortiori, aucune autoroute ou route nationale ne traverse le périmètre de 500 m autour des éoliennes.

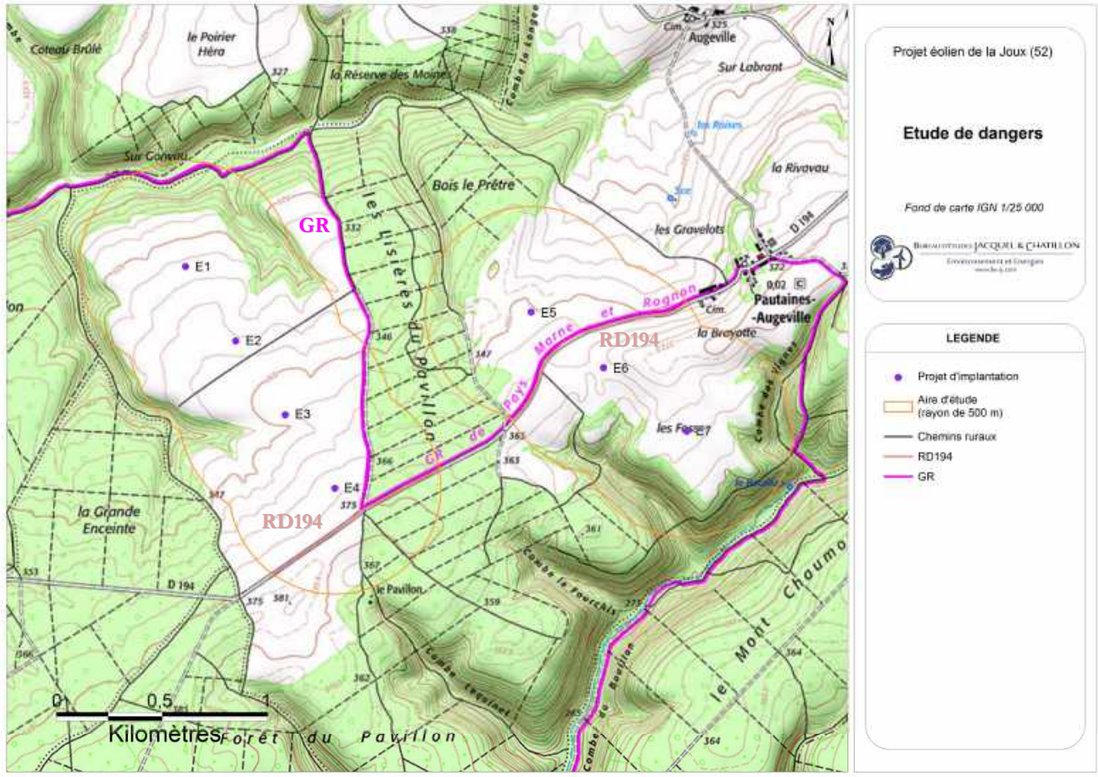
Seule la route départementale 194 reliant Pautaines-Augeville à Doulaincourt traverse l'aire d'étude de 500 m, au minimum à 160 m de l'éolienne n°4, 210 m de l'éolienne n°5 et 180 m de l'éolienne n°6 (soit à une distance d'une hauteur d'éolienne, pales comprises (150 m avec le gabarit retenu), conformément aux prescriptions départementales). Cet axe non structurant (moins de 2 000 véhicules/jour) sera donc comptabilisé dans la catégorie des « *terrains aménagés mais peu fréquentés* » dans la détermination des zones à enjeux (conformément à la méthodologie détaillée en Annexe II).

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

Notons enfin la présence du chemin de Grande Randonnée de Pays Marne et Rognon au sein de l'aire d'étude. Il traverse l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes à plusieurs reprises, respectivement sur une longueur de :

- 490 m au sein de l'aire d'étude de 500 m autour de l'éolienne E1,
- 660 m au sein de l'aire d'étude de 500 m autour de l'éolienne E3,
- 970 m au sein de l'aire d'étude de 500 m autour de l'éolienne E4,
- 800 m au sein de l'aire d'étude de 500 m autour de l'éolienne E5,
- 1 070 m au sein de l'aire d'étude de 500 m autour de l'éolienne E6.

Le nombre moyen de promeneurs fréquentant journalièrement ce parcours de GR étant inconnu, nous retiendrons la **situation largement maximaliste de 100 promeneurs/jour**.



Carte 13 : Voies de communication (Source : BE Jacquel et Chatillon)

II.3.2. CIRCULATION AERONAUTIQUE ET SERVITUDES RADARS

La zone d'étude est concernée par une servitude aéronautique. En effet, le site se trouve dans le périmètre de la zone du radar Défense BA 113 de Saint-Dizier. Le plafond minimum est de 609,57 pieds, soit 185,80 m. Sur la base d'éoliennes de 150 m de hauteur, pales à la verticale, le projet respecte l'altitude sommitale maximale acceptable pour les obstacles.

Concernant l'aviation civile, la zone d'implantation potentielle est implantée en dehors de tout secteur soumis à limitation d'altitude au titre des contraintes de circulation aérienne.

Le radar le plus proche du réseau ARAMIS se trouve sur la commune d'Arcis-sur-Aube, à 87 km, soit au-delà de la zone de 20 km (radar de bande de fréquence C). Le site d'implantation se trouve donc hors des zones réglementées concernant les radars météorologiques.

II.3.3. RESEAUX

Le projet n'est concerné par aucun périmètre de protection de captage AEP (alimentation en eau potable).

Aucune canalisation ne passe à proximité des éoliennes.

Concernant les lignes électriques, RTE a préconisé un recul de 235 m par rapport à la ligne très haute tension 225 kV Froncles-Epizon-Muremont (cf. courrier en Annexe VI). Cette ligne ne traverse à aucun moment l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes projetées. L'implantation retenue ici respecte donc cette distance de recul préconisée par le gestionnaire RTE.

Enfin, aucun faisceau hertzien n'a été signalé sur la zone.

Le projet éolien ne présente finalement aucune incompatibilité avec ces différents réseaux et contraintes.

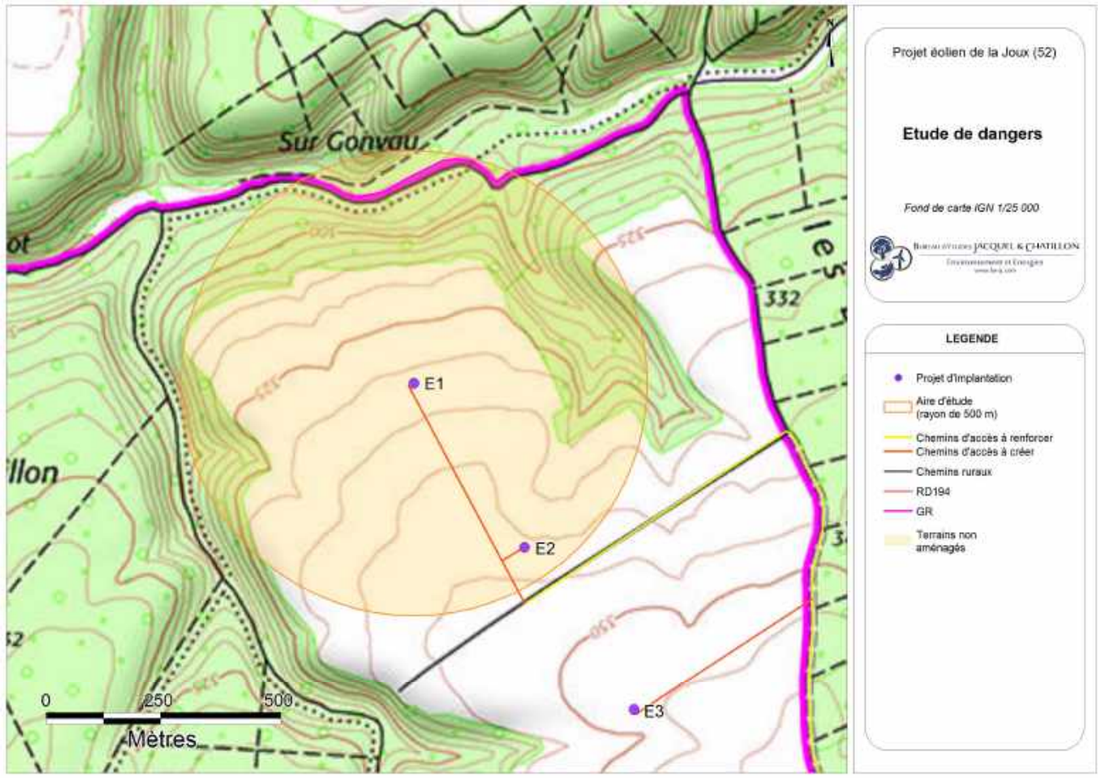
II.4. CARTOGRAPHIE DES ZONES A ENJEUX

En conclusion de ce chapitre, une cartographie de synthèse autour de chaque aérogénérateur est présentée (cf. pages suivantes) permettant d'identifier les enjeux à protéger (population exposée, biens, infrastructures…) dans la zone d'étude de 500 m (zone d'effet la plus étendue autour des éoliennes qui correspond au risque de projection d'une pale ou de fragment de pale, soit $\pi \times 500^2 = 785\,398$ m² ou 78.54 ha).

Pour cela, conformément à la méthodologie du guide de l'INERIS, plusieurs paramètres sont pris en compte (terrains aménagés, voies structurantes, etc.) afin de calculer le nombre de personnes permanentes à retenir pour chaque éolienne dans la zone d'effet définie.

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

II.4.1. Zones a enjeux autour de l'eolienne n°1



Carte 14 : Éolienne n°1 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon)

« *Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais…)* » au sein de l'aire d'étude : 78.26 ha (champs et forêts)

- Avec 1 personne comptée par tranche de 100 ha, on compte donc 0.783 personne.

« *Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules/jour), chemins agricoles, plates-formes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage…)* » au sein de l'aire d'étude : 0.28 ha (560 m de chemins d'accès ou agricoles de 5 m de largeur maximale)

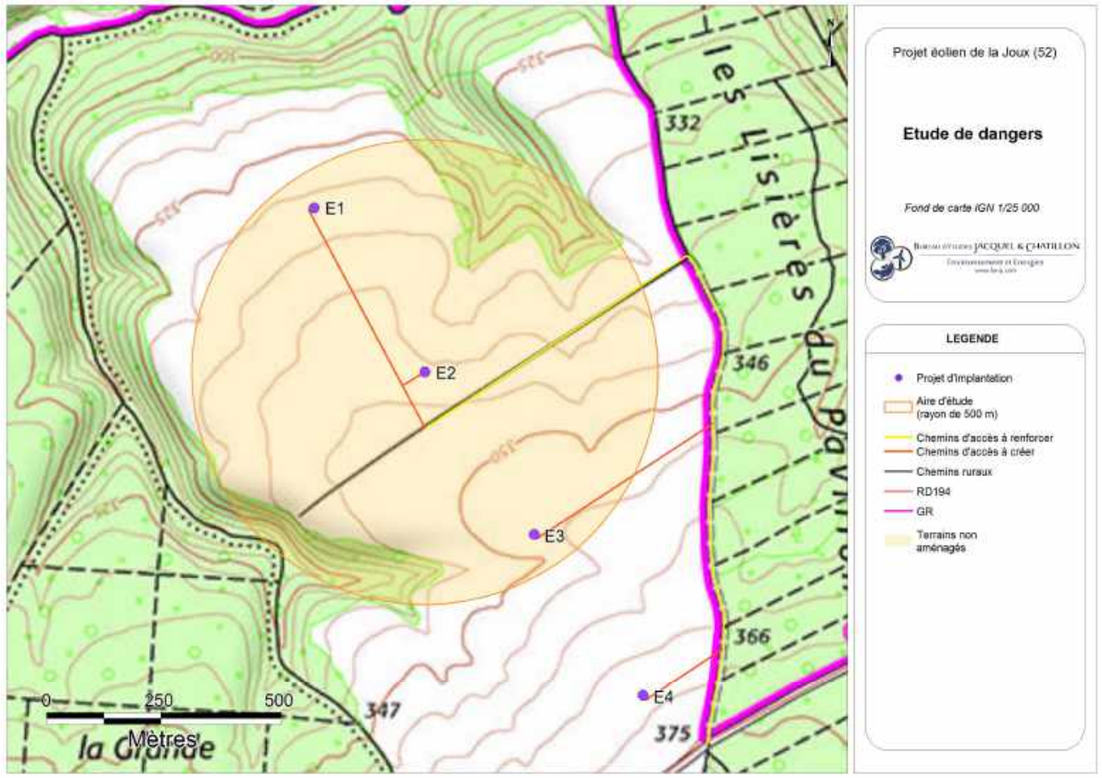
- Avec 1 personne comptée par tranche de 10 ha, on compte donc 0.028 personne.

« *Chemins de randonnée* » au sein de l'aire d'étude : 490 m (GR de Pays Marne et Rognon)

- Avec 2 personnes comptées par kilomètre par tranche de 100 promeneurs/jour, on compte donc 0.98 personne.

On totalise donc environ (arrondi à la décimale supérieure) 1.8 personnes permanentes dans la zone d'effet de 500 m sur l'éolienne n°1.

II.4.2. Zones a enjeux autour de l'eolienne n°2



Carte 15 : Éolienne n°2 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon)

« *Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais…)* » au sein de l'aire d'étude : 77.68 ha (champs et forêts)

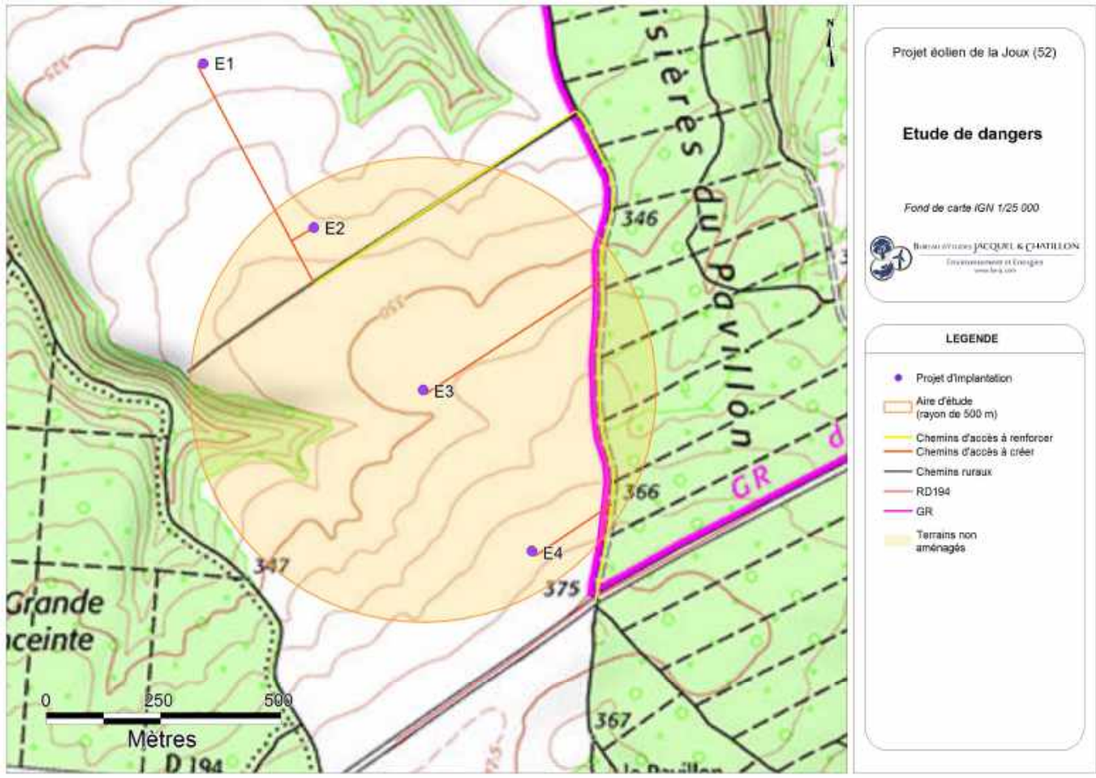
- Avec 1 personne comptée par tranche de 100 ha, on compte donc 0.777 personne.

« *Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules/jour), chemins agricoles, plates-formes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage…)* » au sein de l'aire d'étude : 0.86 ha (1 710 m de chemins d'accès ou agricoles de 5 m de largeur maximale)

- Avec 1 personne comptée par tranche de 10 ha, on compte donc 0.086 personne.

On totalise donc environ (arrondi à la décimale supérieure) 0.9 personne permanente dans la zone d'effet de 500 m sur l'éolienne n°2.

II.4.3. Zones a enjeux autour de l'eolienne n°3



Carte 16 : Éolienne n°3 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon)

« *Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais…)* » au sein de l'aire d'étude : 77.78 ha (champs et forêts)

- Avec 1 personne comptée par tranche de 100 ha, on compte donc 0.778 personne.

« *Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules/jour), chemins agricoles, plates-formes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage…)* » au sein de l'aire d'étude : 0.76 ha (1 520 m de chemins d'accès ou agricoles de 5 m de largeur maximale)

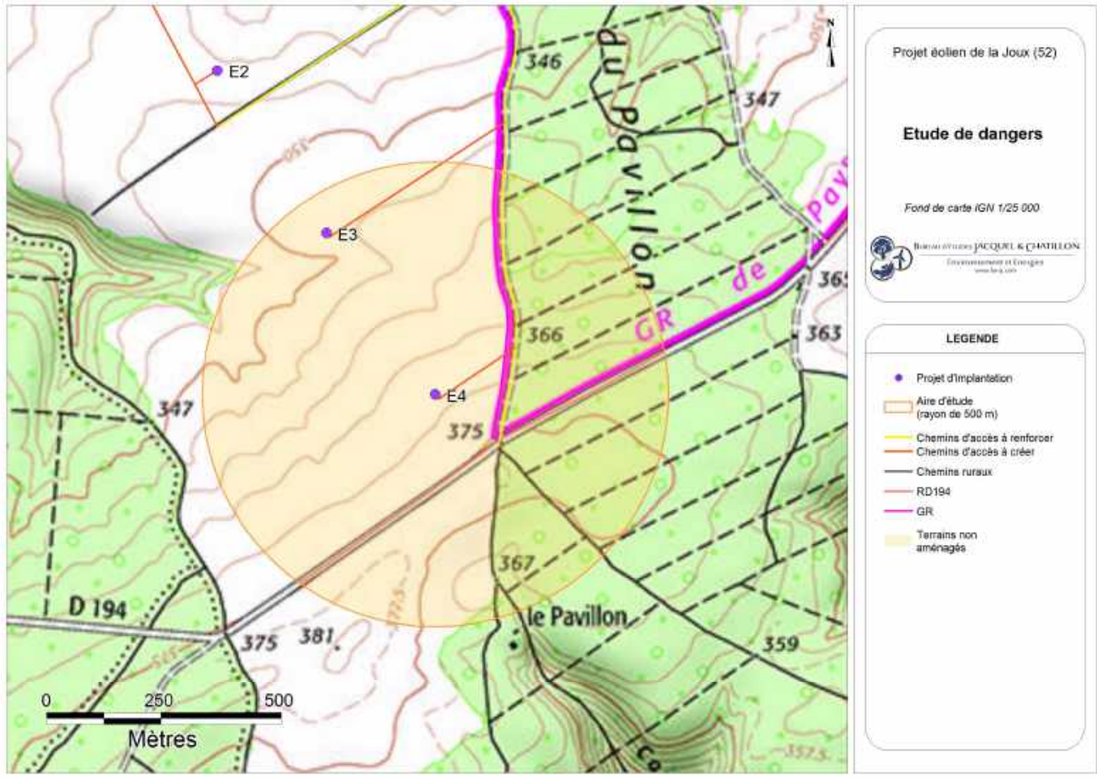
- Avec 1 personne comptée par tranche de 10 ha, on compte donc 0.076 personne.

« *Chemins de randonnée* » au sein de l'aire d'étude : 660 m (GR de Pays Marne et Rognon)

- Avec 2 personnes comptées par kilomètre par tranche de 100 promeneurs/jour, on compte donc 1.32 personne.

On totalise donc environ (arrondi à la décimale supérieure) 2.2 personnes permanentes dans la zone d'effet de 500 m sur l'éolienne n°3.

II.4.4. Zones a enjeux autour de l'eolienne n°4



Carte 17 : Éolienne n°4 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon)

« *Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais…)* » au sein de l'aire d'étude : 77.62 ha (champs et forêts)

- Avec 1 personne comptée par tranche de 100 ha, on compte donc 0.776 personne.

« *Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules/jour), chemins agricoles, plates-formes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage…)* » au sein de l'aire d'étude : 0.92 ha (920 m de RD194 et 910 m de chemins d'accès ou agricoles de 5 m de largeur maximale)

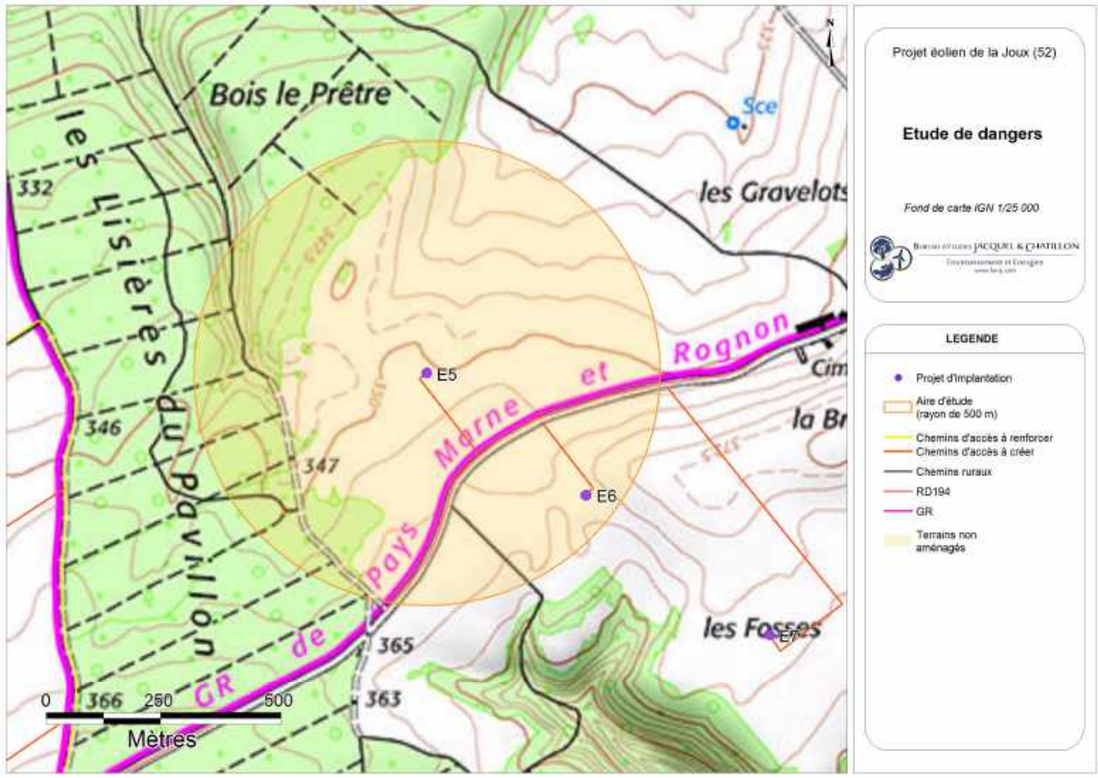
- Avec 1 personne comptée par tranche de 10 ha, on compte donc 0.092 personne.

« *Chemins de randonnée* » au sein de l'aire d'étude : 970 m (GR de Pays Marne et Rognon)

- Avec 2 personnes comptées par kilomètre par tranche de 100 promeneurs/jour, on compte donc 1.94 personnes.

On totalise donc environ (arrondi à la décimale supérieure) 2.9 personnes permanentes dans la zone d'effet de 500 m sur l'éolienne n°4.

II.4.5. Zones a enjeux autour de l'eolienne n°5



Carte 18 : Éolienne n°5 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon)

« *Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais…)* » au sein de l'aire d'étude : 77.33 ha (champs et forêts)

- Avec 1 personne comptée par tranche de 100 ha, on compte donc 0.773 personne.

« *Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules/jour), chemins agricoles, plates-formes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage…)* » au sein de l'aire d'étude : 1.21 ha (800 m de RD194 et 1 610 m de chemins d'accès ou agricoles de 5 m de largeur maximale)

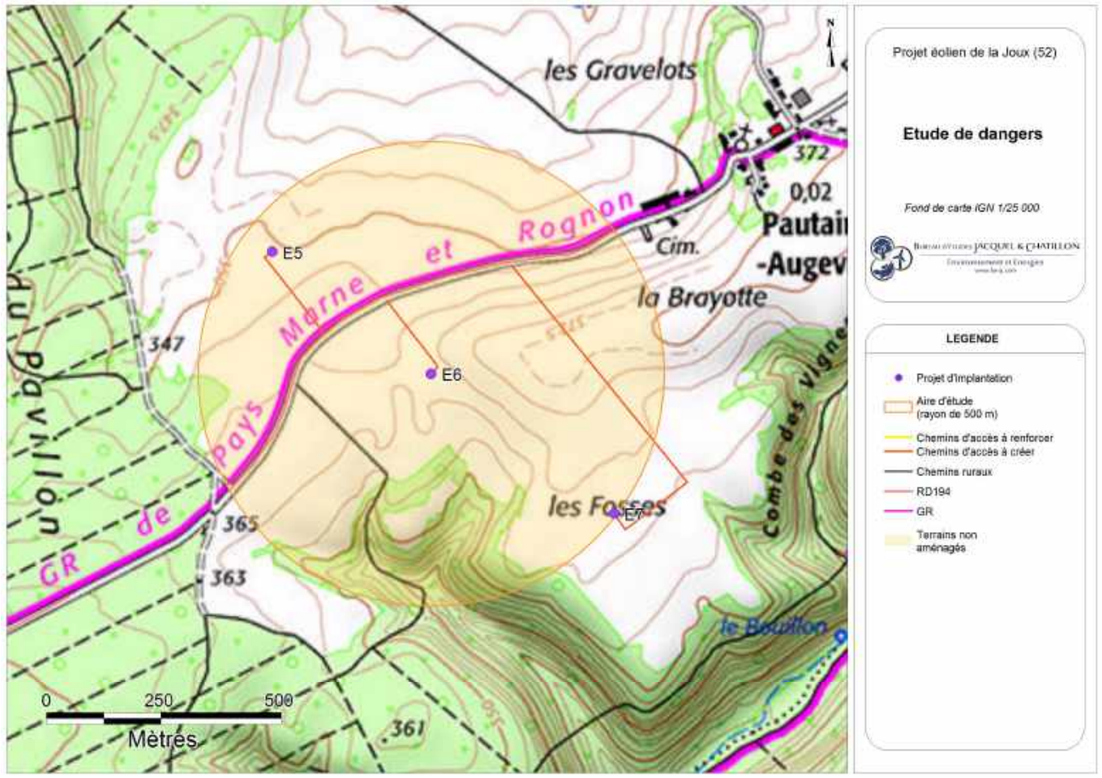
- Avec 1 personne comptée par tranche de 10 ha, on compte donc 0.121 personne.

« *Chemins de randonnée* » au sein de l'aire d'étude : 800 m (GR de Pays Marne et Rognon)

- Avec 2 personnes comptées par kilomètre par tranche de 100 promeneurs/jour, on compte donc 1.60 personne.

On totalise donc environ (arrondi à la décimale supérieure) 2.5 personnes permanentes dans la zone d'effet de 500 m sur l'éolienne n°5.

II.4.6. Zones a enjeux autour de l'eolienne n°6



Carte 19 : Éolienne n°6 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon)

« *Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais…)* » au sein de l'aire d'étude : 77.31 ha (champs et forêts)

- Avec 1 personne comptée par tranche de 100 ha, on compte donc 0.773 personne.

« *Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules/jour), chemins agricoles, plates-formes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage…)* » au sein de l'aire d'étude : 1.23 ha (1 070 m de RD194 et 1 390 m de chemins d'accès ou agricoles de 5 m de largeur maximale)

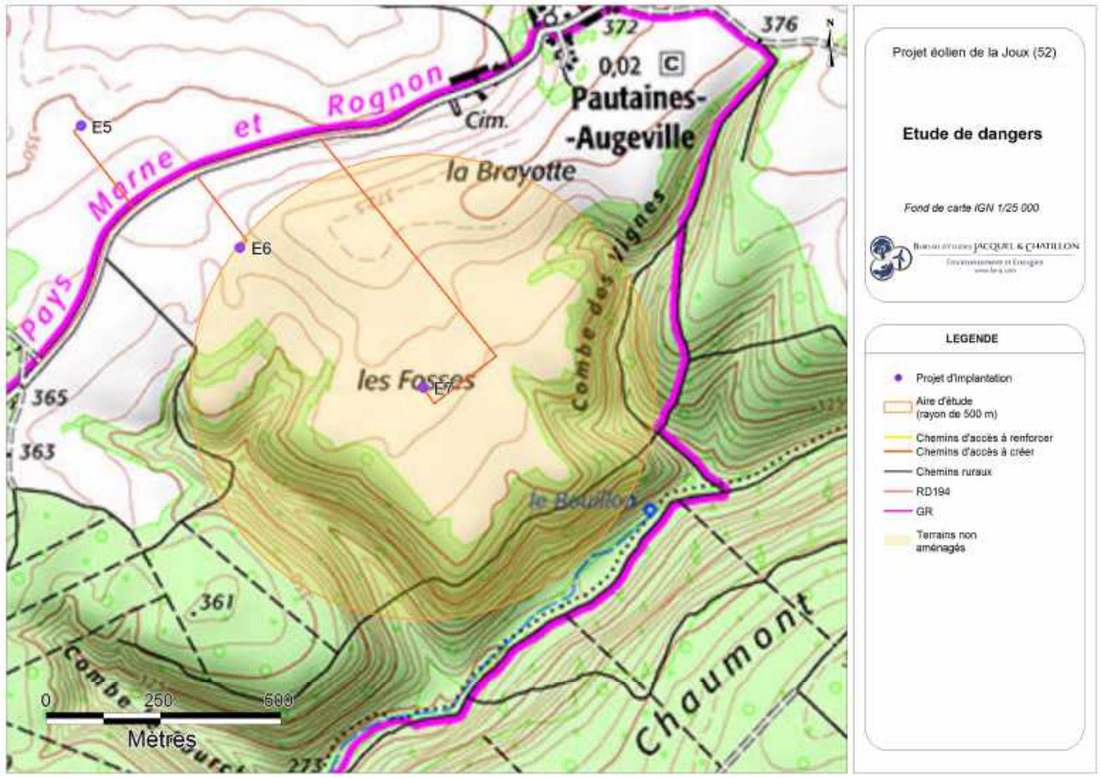
- Avec 1 personne comptée par tranche de 10 ha, on compte donc 0.123 personne.

« *Chemins de randonnée* » au sein de l'aire d'étude : 1 070 m (GR de Pays Marne et Rognon)

- Avec 2 personnes comptées par kilomètre par tranche de 100 promeneurs/jour, on compte donc 2.14 personnes.

On totalise donc environ (arrondi à la décimale supérieure) 3.1 personnes permanentes dans la zone d'effet de 500 m sur l'éolienne n°6.

II.4.7. ZONES A ENJEUX AUTOUR DE L'EOLIENNE N°7



Carte 20 : Éolienne n°7 – Zones à enjeux (Source : BE Jacquel et Chatillon)

« *Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais…)* » au sein de l'aire d'étude : 77.51 ha (champs et forêts)

- Avec 1 personne comptée par tranche de 100 ha, on compte donc 0.775 personne.

« *Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules/jour), chemins agricoles, plates-formes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage…)* » au sein de l'aire d'étude : 1.03 ha (2 050 m de chemins d'accès ou agricoles de 5 m de largeur maximale)

- Avec 1 personne comptée par tranche de 10 ha, on compte donc 0.103 personne.

On totalise donc environ (arrondi à la décimale supérieure) 0.9 personne permanente dans la zone d'effet de 500 m sur l'éolienne n°7.

CHAPITRE III.
DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

III.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

III.1.1. 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 des aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique en Figure 4) :

- Chaque éolienne est fixée sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plate-forme » ou « aire de grutage »,
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien »),
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public),
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité),
- Un réseau de chemins d'accès.

III.1.1.1. Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens de l'Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des ICPE (cf. Annexe I), 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 qui est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier.
- La nacelle qui abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - Le générateur qui transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique,
  - Le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent toutefois pas),
  - Le transformateur qui permet d'élever la tension électrique des éoliennes au niveau de celle du réseau 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.

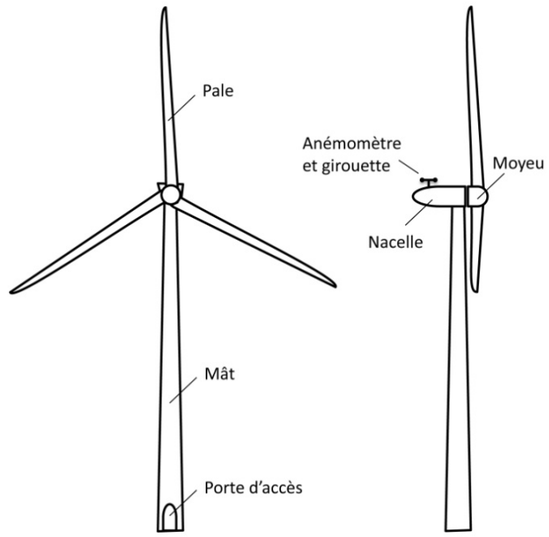


Figure 2 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (Source : INERIS)

III.1.1.2. Emprise au sol

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

- La surface de chantier est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
- La fondation des éoliennes 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 plate-forme 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.

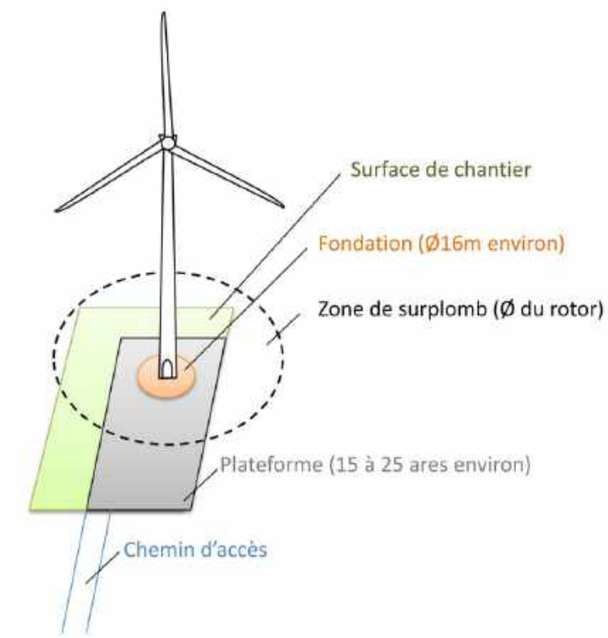


Figure 3 : Exemple d'emprise type au sol d'une éolienne (Source : INERIS)

III.1.1.3. Chemins d'accès

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

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

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

III.1.2. ACTIVITE DE L'INSTALLATION

L'activité principale du parc éolien de la Joux est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur totale (mât + nacelle) de 150 m pour tous les aérogénérateurs. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

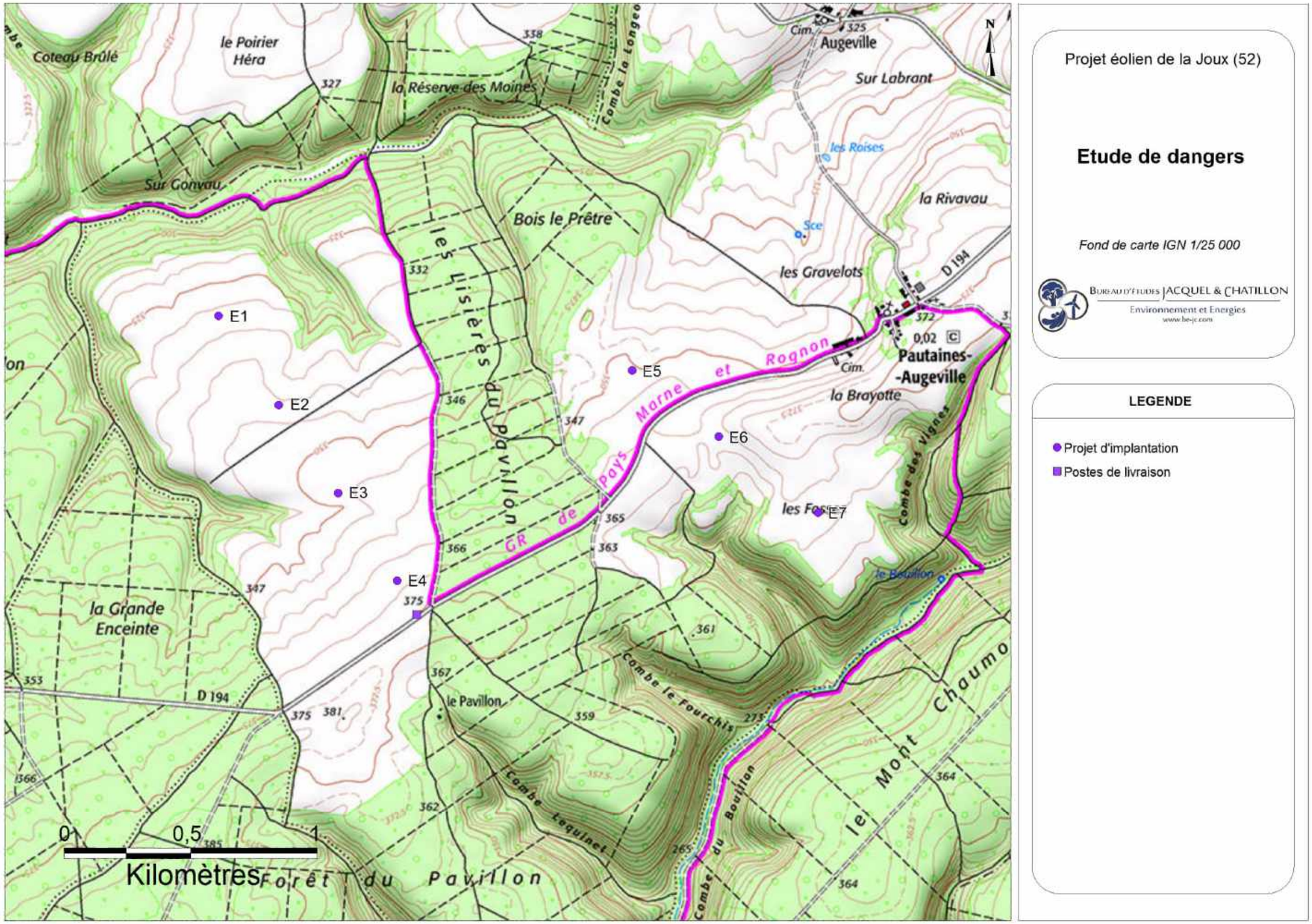
III.1.3. CONFIGURATION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien de la Joux est composé de 7 aérogénérateurs et 2 postes de livraison (PDL). Plusieurs machines sont envisagées, parmi lesquelles le choix final sera arrêté avant travaux. Le gabarit d'aérogénérateur maximaliste pris en compte a une hauteur de mât de 95 m, un diamètre de rotor de 136 m, et une hauteur totale maximale en bout de pale de 150 m. A noter qu'il s'agit du gabarit maximum le plus contraignant envisagé et non du modèle de machine qui sera nécessairement retenu. A fortiori, il s'agit d'un gabarit théorique fictif qui retient pour chaque paramètre (hauteur du mât et diamètre du rotor) le plus contraignant, la hauteur totale maximale sera néanmoins en fin de compte respectée, de sorte que les périmètres retenus coïncident ici aux scénarios les plus conservateurs.

Le Tableau 3 indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et postes de livraison. La Carte 21 présente la configuration de l'installation.

Élément du parc de la Joux	Commune	Coordonnées Lambert 93 (en m)		Coordonnées Lambert 2 étendu (en m)		Coordonnées WGS84		Altitude (NGF) (en m)	
		X	Y	X	Y	Longitude Est	Latitude Nord	Au sol	En bout de pale
Éolienne 1	**Epizon (52)**	868 722	6 808 261	817 996	2 376 724	5°16'40.1"	48°21'9.9"	327	477
Éolienne 2		868 954	6 807 907	818 232	2 376 372	5°16'50.8"	48°20'58.2"	341	491
Éolienne 3		869 188	6 807 557	818 469	2 376 024	5°17'01.7"	48°20'46.6"	352	542
Éolienne 4		869 419	6 807 206	818 703	2 375 675	5°17'12.4"	48°20'35.1"	367	510
Éolienne 5		870 355	6 808 030	819 633	2 376 507	5°17'59.1"	48°21'00.9"	352	502
Éolienne 6		870 694	6 807 766	819 974	2 376 246	5°18'15.1"	48°20'52.0"	362	552
Éolienne 7		871 085	6 807 462	820 368	2 375 945	5°18'33.7"	48°20'41.8"	362	552
PDL		869 495	6 807 071	818 780	2 375 540	5°17'15.8"	48°20'30.6"	375	-

Tableau 3 : Coordonnées des éléments du projet (Source : EOLE DE LA JOUX)



Carte 21 : Configuration de l'installation (Source : BE Jacquel et Chatillon)

III.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

III.2.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement des éoliennes. 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 d'environ 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 trs./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 40 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur de 3 MW par exemple, la puissance électrique atteint 3 000 kW dès que le vent atteint environ 40 à 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'éolienne), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettent d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

Les éléments de protection électrique présents au poste de livraison sont présentés dans le tableau suivant :

	Tensions et protections au poste de livraison		
	Tensions		Protections
Tensions du réseau d'évacuation d'énergie	HTA	15 kV, 20 kV, 30 kV	Fusibles, disjoncteurs
	HTB	225 kV	Fusibles, disjoncteurs
Tensions des auxiliaires	230 V, 400 V		Fusibles, disjoncteurs
Tensions des sauvegardes	24 V, 48 V		Fusibles, disjoncteurs

Tableau 4 : Tensions et protections au poste de livraison (Source : BE Jacquel et Chatillon)

III.2.2. SECURITE DE L'INSTALLATION

III.2.2.1. Implantation

L'implantation du projet respecte les prescriptions requises par les articles 3 à 5 de l'Arrêté du 26 août 2011. En effet, les aérogénérateurs sont situés :

- A plus 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,
- A plus de 300 m d'une installation nucléaire de base visée par l'article 28 de la loi n°2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire ou d'une installation classée pour l'environnement soumise à l'arrêté du 10 mai 2000 susvisé en raison de la présence de produits toxiques, explosifs, comburants et inflammables,
- De façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens,
- A plus de 250 m de bâtiments à usage de bureaux.

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

III.2.2.2. Dispositions constructives

Les chemins d'accès et plates-formes de stockage seront maintenus et entretenus par l'exploitant selon les termes de l'article 7 de l'Arrêté du 26 août 2011.

EOLE DE LA JOUX s'engage à choisir un modèle d'aérogénérateur qui respecte les articles 8 à 11 de l'Arrêté du 26 août 2011 :

- Les aérogénérateurs seront conformes aux dispositions de la norme NF EN 61400-1 dans sa version de juin 2006 ou CEI 61400-1 dans sa version de 2005, ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne, à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté. L'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.
- En outre l'exploitant tiendra à disposition de l'inspection des installations classées les justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation est conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du Code de la construction et de l'habitation.
- L'installation sera mise à la terre. Les aérogénérateurs respecteront les dispositions de la norme IEC 61400-24 (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 des aérogénérateurs respecteront les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables. Les installations électriques extérieures aux aérogénérateurs seront conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).
- Le balisage de l'installation sera conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du Code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du Code de l'aviation civile.

III.2.2.3. Exploitation

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

- Les personnes étrangères à l'installation n'ont pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs. Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clé afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.
- Les prescriptions à observer par les tiers sont affichées soit en caractères lisibles, soit au moyen de pictogrammes sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement. Elles concernent notamment :
  - Les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale,
  - L'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur,
  - La mise en garde face aux risques d'électrocution,
  - La mise en garde, le cas échéant, face au risque de chute de glace.

III.2.2.4. Limitation des risques

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

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

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

  Certaines de ces procédures peuvent être proposées par les constructeurs d'aérogénérateurs. Le modèle et la marque des aérogénérateurs varient d'un site à un autre. Les procédures d'urgence et les consignes de sécurité proposées par les constructeurs peuvent donc varier en fonction du site.
- Chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant, ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur.

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

  L'exploitant dresse la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité et détermine les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps.
- Chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, dont notamment :
  - Un système d'alarme qui peut être couplé avec le dispositif mentionné précédemment et qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées ci-dessus dans un délai de soixante minutes,
  - Au moins deux extincteurs situés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façon bien visible et sont facilement accessibles. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre.
- Chaque aérogénérateur est équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur est mis à l'arrêt dans un délai maximal de soixante minutes. L'exploitant définit une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales. Cette procédure figure parmi les consignes de sécurité mentionnées précédemment.

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

III.2.3. GESTION DES SITUATIONS D'URGENCE ET DE CRISE

L'exploitant dispose d'une procédure de gestion des situations d'urgence et de crise. Le personnel intervenant et les équipes extérieures sont formés pour réagir à ces situations.

L'exploitant dispose d'une procédure de gestion de crise. Les éoliennes sont munies de systèmes de protection et se mettent en sécurité en cas de dysfonctionnement, des alertes sont alors envoyées aux Centres de Conduite et de Surveillance. Néanmoins, un numéro d'astreinte 24 h./24 h. est fourni aux mairies, gendarmeries et SDIS[3] situés à proximité des parcs éoliens qui ont comme consigne d'avertir l'exploitant en cas de détection de dysfonctionnement (incendie, survitesse…). En cas de crise, une procédure d'alerte (remontée des informations) vers l'exploitant du parc éolien est mise en place. Par ailleurs, avant le début des travaux des plans d'accès sont transmis aux pompiers et à la gendarmerie les plus proches.

Lors de la mise en service du parc éolien de la Joux, un numéro d'astreinte sera disponible auprès de la commune du projet.

III.2.4. ORGANISATION DES SECOURS

Toutes les personnes accédant aux éoliennes doivent être deux au minimum et munies de moyens de communication (téléphone portable et/ou talkie-walkie). Elles sont formées au secours et à l'évacuation d'urgence et Sauveteurs Secouristes du Travail.

Le SDIS concerné est contacté avant la mise en exploitation du parc puis un dossier comprenant les coordonnées des machines, un plan d'accès au parc, le numéro d'astreinte de l'exploitant ainsi qu'un plan d'évacuation des éoliennes leur est envoyé. Lorsque le département concerné dispose d'un GRIMP (Groupe de Reconnaissance et d'Intervention en Milieu Périlleux), le dossier lui est également envoyé.

Des exercices d'évacuation sont proposés et, à la demande, réalisés périodiquement avec le GRIMP ou le SDIS.

En général, les secours n'ont pas de clé et accèdent aux éoliennes en enfonçant la porte si celle-ci est fermée. Ils n'ont pas besoin de séparer l'ensemble des tensions. Les pompiers accèdent au site munis de leurs moyens propres. Cependant l'organisation des SDIS est départementale et diffère d'un département à l'autre. Des demandes spécifiques à certains SDIS existent.

En cas d'incendie déclaré, un périmètre de sécurité est mis en place pour éviter la propagation au milieu et pour assurer la sécurité des personnes aux alentours. Les pompiers ne combattent pas l'incendie dans les éoliennes.

La description des différents systèmes de sécurité de l'installation sera effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques, au paragraphe VI.5 de l'étude de dangers.

[3] Service Départemental d'Incendie et de Secours.

III.2.5. OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

III.2.5.1. Prescriptions relatives à l'Arrêté du 26 août 2011

L'exploitant prendra soin de respecter les articles 9, 10 et 15 à 21 de l'Arrêté du 26 août 2011 relatifs à la maintenance des installations :

- Les opérations de maintenance du système de la mise à la terre incluent un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.
- Les installations électriques sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.
- Avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalise des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent :
  - Un arrêt,
  - Un arrêt d'urgence,
  - Un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime.
- 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.
- L'intérieur de l'aérogénérateur est maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables est interdit.
- Le fonctionnement de l'installation est assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques présentés par l'installation, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours.
- Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât.
- Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.
- Les contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.
- L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. L'exploitant tient à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

- L'exploitant élimine ou fait éliminer les déchets produits dans des conditions propres à garantir les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du Code de l'environnement. Il s'assure que les installations utilisées pour cette élimination sont régulièrement autorisées à cet effet.
- Le brûlage des déchets à l'air libre est interdit.
- Les déchets non dangereux (par exemple bois, papier, verre, textile, plastique, caoutchouc) et non souillés par des produits toxiques ou polluants sont récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées.

III.2.5.2. Description sommaire des opérations de maintenance

Le planning de maintenance prévu sur toute la durée d'exploitation est le suivant :

- Première opération au bout de 3 mois de fonctionnement :
  - Vérification des systèmes de sécurité (boutons d'arrêt d'urgence, fonctionnement du frein hydraulique, validité des extincteurs, système antichute, équipement d'évacuation d'urgence, batteries de secours),
  - Vérification des serrages de boulons sur tous les éléments de construction (tour, nacelle, échelles, diverses plates-formes),
  - Vérification de l'état du câble 20 kV,
  - Vérification de l'ascenseur,
  - Vérification de l'état et du bon fonctionnement des éléments mécaniques : système d'orientation de la nacelle, multiplicateur, arbre lent, freins, moyeu, rotor, roulement de pales, génératrice, système hydraulique d'orientation des pales, système de lubrification (multiplicateur, pales, système d'orientation de la nacelle, génératrice), système de refroidissement par eau glycolée, palan interne, radiateur externe. Ces vérifications s'effectuent par des mesures, des contrôles visuels ainsi que des séquences de tests,
  - Vérification des éléments électriques et électroniques (contrôleur, convertisseur, anémomètre, câbles électriques, transformateur, balisage lumineux, batteries).
- Annuellement :
  - Vérification des systèmes de sécurité,
  - Vérification de l'état du câble 20 kV,
  - Vérification de l'ascenseur,
  - Vérification de l'état et du bon fonctionnement des éléments mécaniques,
  - Vérification des éléments électriques et électroniques,
  - Vérification de l'état de la structure de la tour (fondations, plates-formes, amortisseurs d'oscillation de tour, oxydation, moisissure, peinture),
  - Remplacement des filtres à air (multiplicateur, éléments électriques),
  - Lubrification des éléments tournants (arbre principal, génératrice, système d'orientation des pales),
  - Analyse des huiles hydrauliques et remplacement en cas de non-conformité,
  - Vérification du système de coupling (accouplement composite entre multiplicateur et génératrice),
  - Test d'arrêt (effectué hors charge en jouant sur l'orientation des pales de manière à atteindre la vitesse de déclenchement).
- Tous les 4 ou 5 ans (selon l'élément) :
  - Remplacement des filtres à huile des systèmes hydrauliques,
  - Remplacement des ventilateurs des éléments électriques,
  - Remplacement des convertisseurs,
  - Remplacement des batteries, des huiles hydrauliques, des flexibles (tous les 7 ans pour ces derniers),
  - Vérification des serrages de boulons des structures (tour, moyeu, pales),
  - Purge du circuit de refroidissement par eau glycolée.
- Tous les 10 ans :
  - Remplacement des pompes,
  - Remplacement de valves dans les circuits hydrauliques.

Ces vérifications seront en conformité avec les articles 15 et 18 de l'Arrêté du 26 août 2011.

III.2.6. STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

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

III.3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

III.3.1. LE RACCORDEMENT ELECTRIQUE

Les éoliennes sont reliées entre elles par des câbles enfouis, normalisés et prévus pour le transport d'un courant d'une tension de 20 000 V. Les tranchées se situent en règle générale le long des chemins d'accès. Les câbles conduisent l'électricité produite par les éoliennes aux postes de livraison.

Trois réseaux sont nécessaires au bon fonctionnement d'un parc éolien :

- Le réseau HTA inter-éoliennes, qui achemine l'énergie produite par les éoliennes au poste de livraison,
- La fibre optique, qui permet la supervision du parc (énergie instantanée produite, production du parc sur différentes périodes, maintenance préventive, détection de défauts,…),
- La liaison HTA entre le poste de livraison et le poste source du réseau public.

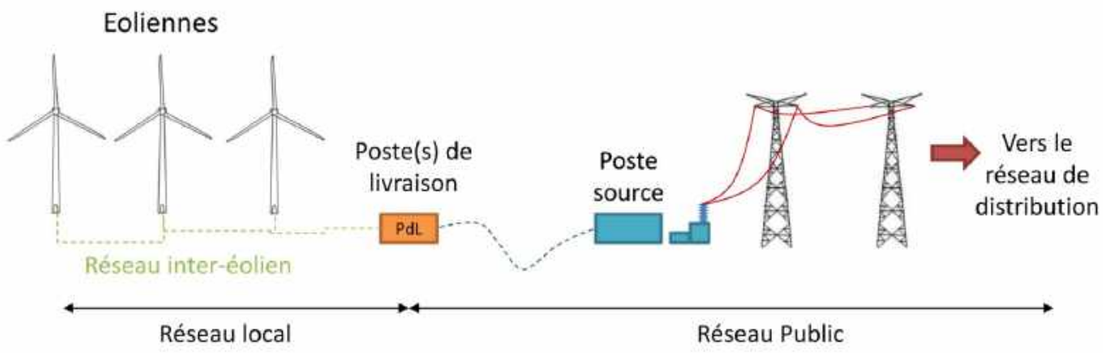


Figure 4 : Raccordement électrique des installations (Source : INERIS)

III.3.1.1. Réseau inter-éolien

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

Les liaisons entre les éoliennes et le poste de livraison se feront par le biais de câbles électriques souterrains, cheminant sous les chemins d'accès et plates-formes (voire ponctuellement dans les parcelles agricoles). Les câbles seront déroulés dans des tranchées de 40 à 60 cm de large environ et 80 cm à 1 m de profondeur environ. Les câbles HTA utilisés auront une âme (partie conductrice) en aluminium, de section 95 mm² à 240 mm², protégés par un enrobage de protection spécifique aux câbles enterrés.

III.3.1.2. Poste de livraison

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

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

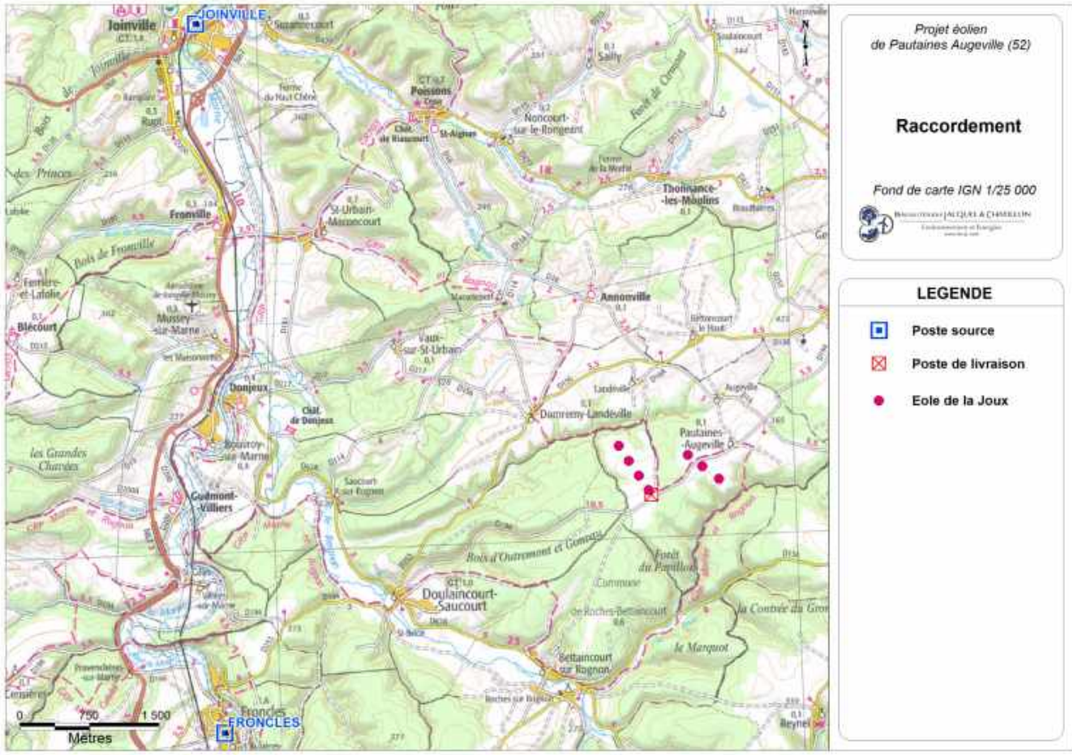
III.3.1.3. Fibre optique

Par le biais de la fibre optique, de nombreuses informations relatives au fonctionnement des éoliennes sont transmises à l'exploitant du parc, via le poste de livraison. La fibre optique permet la supervision du parc (énergie instantanée produite, production du parc sur différentes périodes, maintenance préventive, détection de défauts…). La fibre optique sera enterrée dans la même tranchée que le réseau HTA inter-éoliennes.

III.3.1.4. Liaison au poste-source

L'énergie produite par le parc éolien est centralisée au poste de livraison et ensuite injectée sur le réseau public via une liaison HTA enterrée à réaliser entre le poste de livraison et le poste source ERDF.

Le poste source ou poste de transformation est désigné par le gestionnaire du réseau. Pour le parc éolien de la Joux, le poste-source envisagé pour le raccordement électrique (postes 63 kV) se situerait soit à Froncles (capacité à renforcer) à environ 12 km du site, soit à Joinville à environ 15 km du site (cf. Carte 22), représentant une capacité d'accueil de 26.5 MW.



Carte 22 : Hypothèses pour le raccordement au poste-source (Source : BE Jacquel et Chatillon)

III.3.2. AUTRES RESEAUX

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

CHAPITRE IV.
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.

IV.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

Les produits identifiés utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien sont les suivants :

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

Conformément à l'article 16 de l'Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou les postes de livraison.

Les tableaux suivants illustrent les principaux produits entrants et sortants d'un parc éolien (les volumes présentés sont indicatifs car fonction du type de machine retenu) :

	Type de produit	Quantités maximales utilisées	Utilisation
Produits entrants	Huile	≈600 l./machine tous les 3 à 5 ans	Groupes hydrauliques / Motoréducteurs / Multiplicateurs
	Graisse	≈ 15 kg/an/machine	Roulements / Graissages connexions / Engrenages
	Dégraissant	≈9 l./an/machine	Nettoyage du sol de l'aérogénérateur / Dégraissage des disques de frein
	Protection anticorrosion	Selon utilisation	Protection peinture / Protection aérogénérateur
	Solution aqueuse	Selon utilisation	Nettoyage mains
	Peinture	Selon utilisation	Retouches de peinture / Écriture sur les écrous (torquage)

Tableau 5 : Exemples des produits entrants durant la phase d'exploitation d'un parc éolien (Source : BE Jacquel et Chatillon)

	Type de produit	Quantités maximales émises	Origine	Type de stockage avant enlèvement	Bordereau de suivi de déchets	Type d'opération de traitement
Produits sortants	Huile usagée	≈600 l./machine tous les 3 à 5 ans	Huiles issues des vidanges	Cuve fermée	Oui	Régénération
	Cartons	Selon utilisation	Contenants des produits utilisés	Container fermé	Non	Recyclage
	Emballages plastiques	Selon utilisation	Contenants des produits utilisés	Container fermé	Non	Recyclage
	Matériaux souillés	≈50 kg/an/machine	Chiffons / Contenants	Bacs fermés	Oui	Valorisation énergétique
	Filtres à huile ou carburants	≈60 kg/opération de maintenance	Remplacements de filtres	Fûts fermés	Oui	Recyclage
	Aérosols	≈10 kg/opération de maintenance	Aérosols usagés	Fûts fermés	Oui	Traitement
	Batteries au plomb et acide	Selon utilisation	Batteries des équipements électriques et électroniques remplacées	Bacs sur rétention	Oui	Recyclage
	Câbles en aluminium	Selon utilisation	Câbles électriques remplacés	Bacs	Non	Recyclage
	Déchets d'équipements électriques et électroniques	≈60 kg/cas de panne	Disjoncteurs / Relais / Condensateurs / Sondes / Prises de courant…	Bacs	Oui	Recyclage
	Ferraille	Selon utilisation	Visserie / ferrailles…	Bacs	Non	Recyclage
	Déchets industriels banals	Selon utilisation	Équipement de protection individuelle usagés / déchets alimentaires / poussières…	Container fermé	Non	Valorisation énergétique

Tableau 6 : Exemples des produits émis durant la phase d'exploitation d'un parc éolien (Source : BE Jacquel et Chatillon)

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

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de la Joux sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'énergie mécanique	Survitesse	Échauffement des pièces mécaniques et flux thermique
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 transformation, intérieur de l'aérogénérateur	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique
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

Tableau 7 : Dangers potentiels de l'installation en fonctionnement (Source : INERIS)

IV.3. PREVENTION DES POTENTIELS DE DANGERS

L'implantation du parc éolien de la Joux concerne des terrains agricoles à l'écart de toute habitation. La première habitation est en effet à plus de 620 m des éoliennes au minimum (village de Pautaines-Augeville). Aucune infrastructure n'a par ailleurs été recensée dans l'aire d'étude (ligne électrique, canalisation, etc.). Aucun axe de transport structurant ne traverse l'aire d'étude. Aucune installation classée n'y a été également recensée.

Pour ce projet, il a été choisi d'implanter une éolienne de grande puissance et de grande taille afin de limiter, pour une puissance et une production électrique donnée, le nombre de machines. Le choix s'est ainsi porté sur des éoliennes maximales d'une puissance unitaire comprise entre 2 et 3.45 MW pour un gabarit de 150 m de hauteur totale maximale, comprenant une hauteur maximale de mât de 95 m et un rotor de 136 m de diamètre (gabarit maximum le plus contraignant envisagé). La vitesse de rotation est comprise entre environ 6.7 et 13.4 tours/minute.

Rappel :

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.

CHAPITRE V.
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, littératures spécialisées, etc.). Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information.

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accidents rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés.

V.1. Typologie des accidents et incidents en France

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne.

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

- Rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004),
- Base de données ARIA du Ministère du Développement Durable,
- Communiqués de presse du SER FEE[4] et/ou des exploitants éoliens,
- Site Internet de l'association « Vent de Colère »,
- Site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable »,
- Articles de presse divers,
- Données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France.

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

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000.

L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Au total une cinquantaine d'incidents a pu être recensée depuis 2000 (cf. Annexe V). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

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

[4] Syndicat des Énergies Renouvelables / France Énergie Éolienne.

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

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

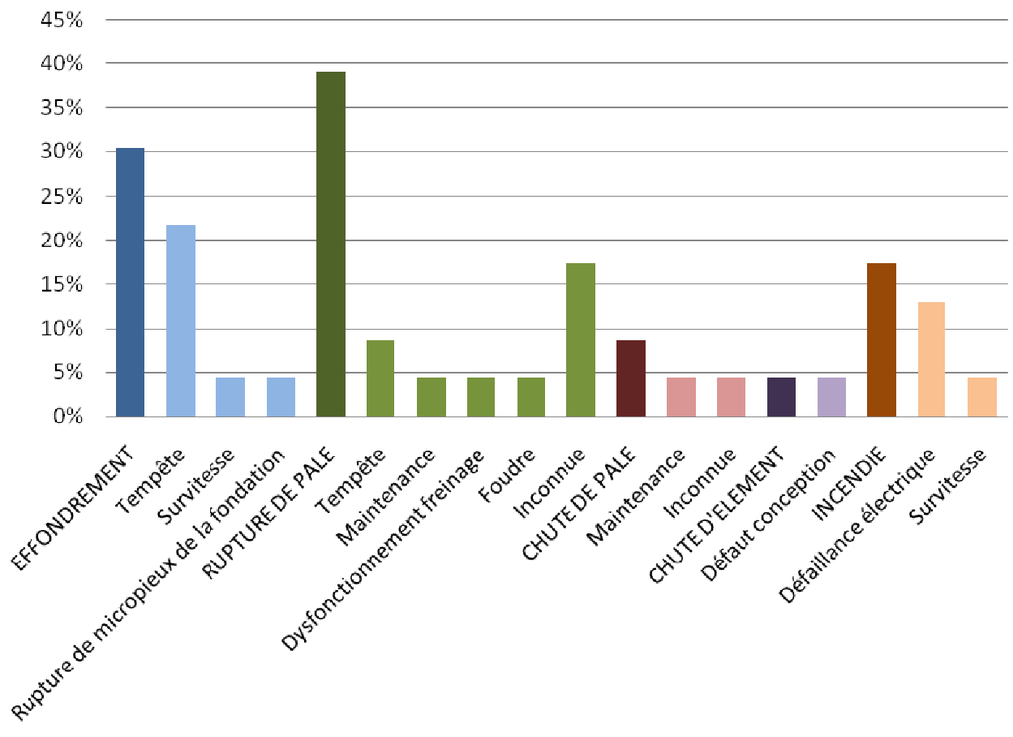


Figure 5 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (Source INERIS)

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 des éoliennes. La principale cause de ces accidents est les tempêtes.

V.2. TYPOLOGIE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS DANS LE MONDE

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

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 994 accidents décrits dans la base de données (2011), seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernent plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc., et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

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

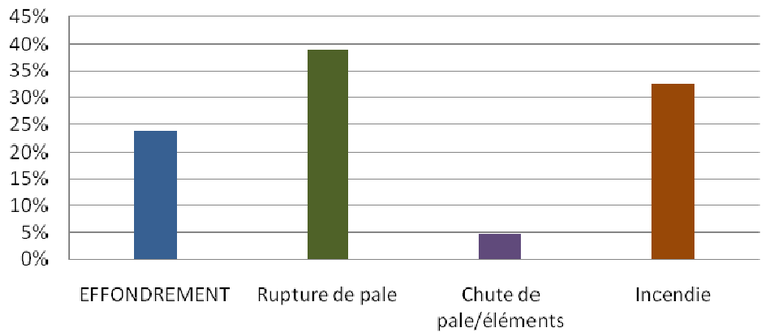


Figure 6 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (Source : INERIS)

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

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

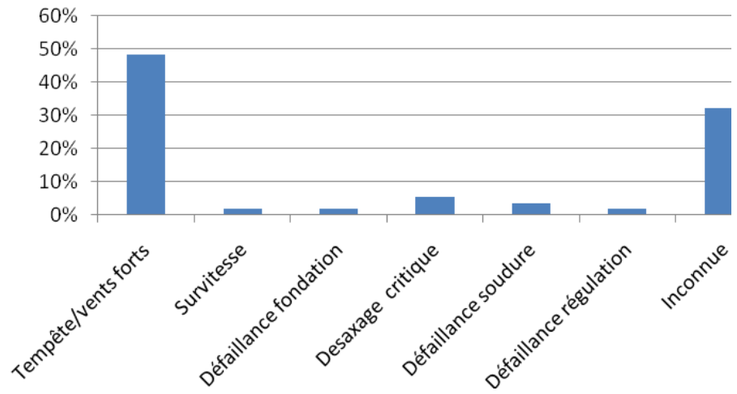


Figure 7 : Répartition des causes premières d'effondrement (Source ; INERIS)

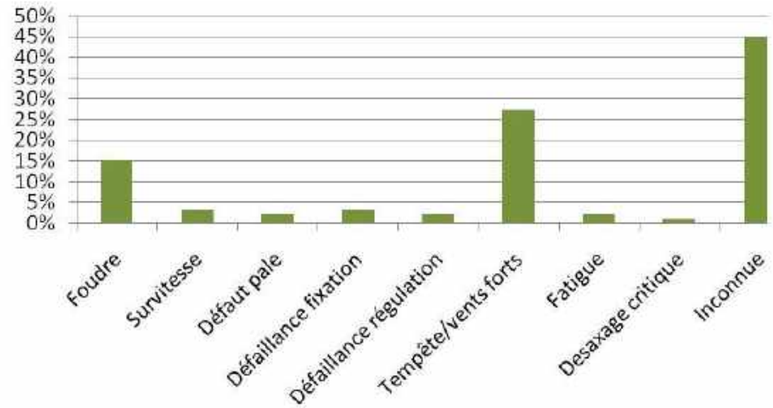


Figure 8 : Répartition des causes premières de rupture de pale (Source : INERIS)

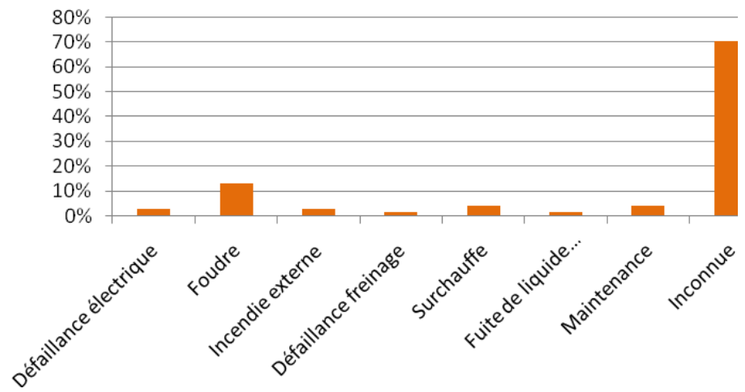


Figure 9 : Répartition des causes premières d'incendie (Source : INERIS)

V.3. SYNTHESE DES EVENEMENTS DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

V.3.1. ANALYSE DE L'EVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

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

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

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

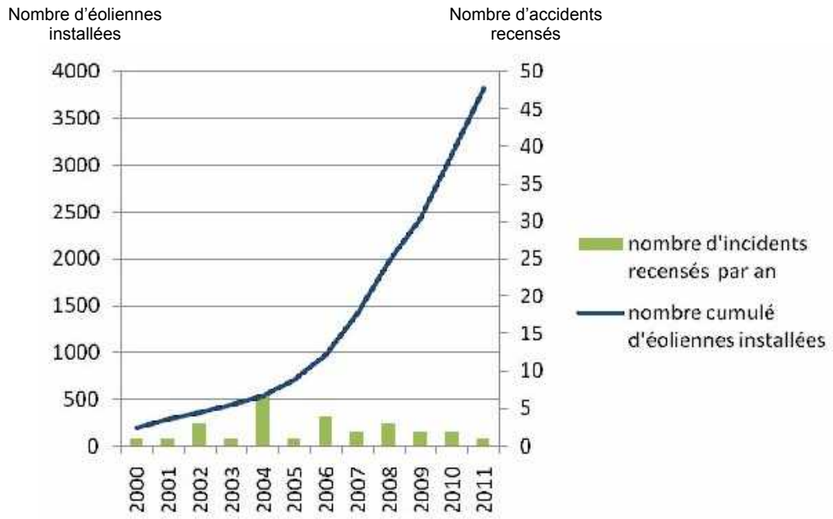


Figure 10 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (Source : INERIS)

V.3.2. 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.

V.4. LIMITES DE L'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

Ces retours d'expérience doivent être pris avec quelques précautions. 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 souvent manquantes pour distinguer les différents types d'aérogénérateurs (en particulier concernant le retour d'expérience mondial),
- Les importantes incertitudes sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident : de nombreuses informations sont manquantes ou incertaines sur la séquence exacte des accidents.

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

CHAPITRE VI.
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 qui en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification des scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) fondée 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 tierces.

VI.1. ÉVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

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

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

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

VI.2. AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

VI.2.1. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

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

Infrastructure exposée		**Voie de circulation**	**Aérodrome**	**Ligne électrique très haute tension**	**Aérogénérateur**
Événement redouté		Accident entraînant la sortie de voie de véhicules	Chute d'aéronef	Rupture de câble	Accident générant des projections d'éléments
Danger potentiel		Énergie cinétique des véhicules et flux thermiques	Énergie cinétique des aéronefs et flux thermiques	Arcs électriques et surtensions	Énergie cinétique des éléments projetés
Périmètre d'interaction retenu		200 m	2 000 m	200 m	500 m
Distance par rapport au mât de l'éolienne	**E1**	NC[5]	NC	NC	420 m (E2)
	E2	NC	NC	NC	420 m (E1 , E3)
	E3	NC	NC	NC	420 m (E2, E4)
	E4	160 m (RD194)	NC	NC	420 m (E3)
	E5	NC	NC	NC	430 m (E6)
	E6	NC	NC	NC	430 m (E5)
	E7	NC	NC	NC	490 m (E6)

Tableau 8 : Principales agressions liées aux activités humaines (Source : INERIS)

[5] NC : non concerné

VI.2.2. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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

Agression externe	Intensité
Tempête et vents forts	-En moyenne 1 jour par an avec vent > 100 km/h (tempête)
Foudre	-Niveau kéraunique de 2.3 Ng (risque faible) -Respect de la norme IEC 61400-24
Mouvements de terrain	-Zone d'implantation non soumise à des mouvements de terrain

Tableau 9 : Principales agressions liées aux phénomènes naturels (Source : INERIS)

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61400-24 (juin 2010) ou la norme EN 62305-3 (décembre 2006) est respectée.

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

VI.3. SCENARIOS RETENUS DANS L'ANALYSE DES RISQUES

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

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

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

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

Les différents scénarios listés dans le tableau générique suivant 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 précédemment cité :

- « G » pour les scénarios concernant la glace,
- « I » pour les scénarios concernant l'incendie,
- « F » pour les scénarios concernant les fuites,
- « C » pour les scénarios concernant la chute d'éléments de l'éolienne,
- « P » pour les scénarios concernant les risques de projection,
- « E » pour les scénarios concernant les risques d'effondrement.

N° de scénario	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Échauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Échauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2

N° de scénario	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°13)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance / Desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2

N° de scénario	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E02	Mouvement de terrain	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement de l'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 de l'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 de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement de l'éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale et mât	Effondrement de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

Tableau 10 : Scénarios retenus dans l'analyse des risques (Source : INERIS)

Ce tableau présentant le résultat d'une analyse des risques peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accidents pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes. Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en Annexe III.

VI.4. 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 générique présenté ci-dessus.

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

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

Les aérogénérateurs du projet se situent tous à des distances supérieures à 100 m d'un autre aérogénérateur, soit au-delà de la distance retenue pour les effets dominos sur une autre ICPE. Il a donc été retenu de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

VI.5. FONCTIONS DE SECURITE

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mises en œuvre sur les éoliennes. Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

- Fonction de sécurité : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement d'« empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- Numéro de la fonction de sécurité : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.
- Mesures de sécurité : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).
- Description : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.
- Indépendance : 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 ou 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 assigné.
- Test (fréquence) : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.
- Maintenance (fréquence) : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

Fonction de sécurité	**Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace**	**N° de la fonction de sécurité**	**1**
Mesures de sécurité	-Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. -Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	-Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt immédiate 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.		

Tableau 11 : Fonction de sécurité n°1 (Source : INERIS)

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	-Installation de panneaux d'information. -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	*NC*[6]		
Efficacité	100 % -Compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	*NC*		
Maintenance	-Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

Tableau 12 : Fonction de sécurité n°2 (Source : INERIS)

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	*NC*		
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.		

Tableau 13 : Fonction de sécurité n°3 (Source : INERIS)

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. -Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et 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.		

Tableau 14 : Fonction de sécurité n°4 (Source : INERIS)

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 coupure 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.		

Tableau 15 : Fonction de sécurité n°5 (Source : INERIS)

[6] Non concerné.

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 61400-24 (juin 2010). -Dispositif de capture et 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.		

Tableau 16 : Fonction de sécurité n°6 (Source : INERIS)

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	-Capteurs de température 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 d'incendie 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 fabriquant du matériel ou un organisme extérieur. -Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

Tableau 17 : Fonction de sécurité n°7 (Source : INERIS)

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. -Kits de dépollution.		
Description	-Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de prévenir 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 l. de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools…) et produits chimiques (acides, bases, solvants…) et 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.		

Tableau 18 : Fonction de sécurité n°8 (Source : INERIS)

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 qualité. -Attestation du contrôle technique (procédure Permis de construire).		
Description	-La norme IEC 61400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. -Ainsi la nacelle, le moyeu, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61400-1. Les pales respectent le standard IEC 61400-1 ; 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	*NC*		
Efficacité	100 %		
Tests	*NC*		
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 (système de variation de pas du rotor), couronne du Yaw Gear (système d'orientation de la nacelle), 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.		

Tableau 19 : Fonction de sécurité n°9 (Source : INERIS)

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	*NC*		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	*NC*		

Tableau 20 : Fonction de sécurité n°10 (Source : INERIS)

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	-Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. -Détection et prévention des vents forts et tempêtes. -Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite.		
Description	-L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	-Oui		
Temps de réponse	-< 1 min.		
Efficacité	100 % -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	/		

Tableau 21 : Fonction de sécurité n°11 (Source : INERIS)

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	-Respect des règles de l'art et notamment des bonnes pratiques de l'Union Française du Levage.		
Description	-Test des plaques pour s'assurer de la tenue de la plate-forme. -Examen d'adéquation/plan de levage (conditions de levage). -Conformité des engins et contrôle périodique réglementaire. -Conformité des accessoires de levage et contrôle périodique réglementaire. -Désignation nominative d'un chef de manœuvre. -Autorisations de conduite des conducteurs.		
Indépendance	-Oui		
Temps de réponse	*NC*		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	-Contrôles périodiques réglementaires.		

Tableau 22 : Fonction de sécurité n°12 (Source : INERIS)

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de la fonction de sécurité	13
Mesures de sécurité	-Inspection.		
Description	-Toutes les pièces de l'éolienne sont protégées contre la corrosion et les autres influences néfastes de l'environnement au moyen d'un revêtement spécial à plusieurs couches. Le système de revêtement satisfait aux exigences de la norme ISO 12944. -Des contrôles visuels sont prévus lors de toutes les maintenances préventives, suivant les préconisations du manuel de maintenance. -De plus, des fonctions d'alarme sont intégrées en cas de dégradation anormale des performances aérodynamiques de l'éolienne (ce qui peut être causé par une dégradation des pales).		
Indépendance	-Oui		
Temps de réponse	*NC*		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	-Contrôles périodiques réglementaires.		

Tableau 23 : Fonction de sécurité n°13 (Source : INERIS)

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.

VI.6. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

Scénarios exclus	
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 m de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'Arrêté du 26 août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs (ou inexistants dans le cas notamment de la structure en béton). De plus, 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).
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Aucune installation du projet ne se situe dans un périmètre de protection rapproché de captage.

Tableau 24 : Scénarios exclus de l'étude détaillée des risques (Source : INERIS)

Ainsi, **cinq catégories de scénarios sont retenues** dans l'étude détaillée des risques (cf. Tableau 25). Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d'accident. En estimant la cinétique, l'intensité, la gravité, et la probabilité de ces événements, il est possible de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents.

Scénarios retenus pour l'analyse détaillée des risques
Effondrement de l'éolienne
Chute de glace
Chute d'élément de l'éolienne
Projection de pale ou de fragment de pale
Projection de glace

Tableau 25 : Scénarios retenus dans l'étude détaillée des risques (Source : INERIS)

CHAPITRE VII.
ÉTUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

VII.1. DEFINITIONS

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

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

Cet arrêté est complété par la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la Loi 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.

VII.1.1. CINETIQUE

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

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

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

VII.1.2. INTENSITE

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

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 tout ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou tout ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

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

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

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

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

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

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

Intensité	Seuil d'exposition
Exposition très forte	supérieur à 5 %
Exposition forte	compris entre 1 % et 5 %
Exposition modérée	Inférieur à 1 %

Tableau 26 : Intensité et seuil d'exposition (Source : INERIS)

VII.1.3. GRAVITE

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

Gravité \ Intensité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition		
	Exposition très forte	**Exposition forte**	**Exposition modérée**
Désastreux	plus de 10 personnes exposées	plus de 100 personnes exposées	plus de 1000 personnes exposées
Catastrophique	moins de 10 personnes exposées	entre 10 et 100 personnes exposées	entre 100 et 1000 personnes exposées
Important	au plus 1 personne exposée	entre 1 et 10 personnes exposées	entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	aucune personne exposée	au plus 1 personne exposée	moins de 10 personnes exposées
Modéré	pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	moins de 1 personne exposée

Tableau 27 : Gravité selon le seuil d'exposition (Source : INERIS)

<u>Note</u> : La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode présentée en Annexe II. Cette méthode se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées.

Ainsi, pour chaque phénomène dangereux identifié, l'ensemble des personnes présentes dans la zone d'effet correspondante est comptabilisé. Dans chaque zone couverte par les effets d'un phénomène dangereux issu de l'analyse de risque, des ensembles homogènes (ERP, zones habitées, voies de circulation, terrains non bâtis, etc.) sont identifiés et en sont déterminées la surface (terrains non bâtis, zones d'habitat…) ou la longueur (voies de circulation…).

VII.1.4. PROBABILITE

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

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

Tableau 28 : Classes de probabilités (Source : Arrêté du 29 septembre 2005)

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

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

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

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

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

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

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

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

VII.1.5. ACCEPTABILITE DU RISQUE

Enfin, pour conclure à l'acceptabilité des risques, la matrice de criticité suivante (Tableau 29), adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010, sera appliquée.

Gravité	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré					

Tableau 29 : Matrice de criticité (Source : Circulaire du 10 mai 2010)

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

Tableau 30 : Légende de la matrice de criticité (Source : Circulaire du 10 mai 2010)

VII.2. SCENARIOS RETENUS

VII.2.1. EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE

VII.2.1.1. Zone d'effet

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

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

VII.2.1.2. Intensité

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

Le Tableau 31 permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien de la Joux où :

- H est la hauteur du mât : H = 95 m *(hauteur maximale théorique du mât pour calculs conservateurs ; la hauteur totale de l'éolienne n'excède néanmoins pas 150 m dans le choix du modèle retenu)*,
- L est la largeur du mât : L = 6.5 m,
- R est le rayon du rotor : R = 68 m *(diamètre maximum théorique du rotor pour calculs conservateurs ; la hauteur totale de l'éolienne n'excède néanmoins pas 150 m dans le choix du modèle retenu)*,
- LB est la largeur de la base de la pale : LB = 4.1 m.

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Zone d'impact en m²	*Zone d'effet du phénomène étudié en m²*	*Degré d'exposition du phénomène étudié en %*	*Caractérisation de l'intensité*
$Z_I = (H) \times L + 3 \times R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times (H+R)^2$	$d = Z_I / Z_E$	**Exposition forte**
1 036 m²	83 469 m²	1.24 %	

Tableau 31 : Intensité du phénomène d'effondrement (Source : d'après l'INERIS)

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

VII.2.1.3. Gravité

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

- Plus de 100 personnes exposées : Désastreux
- Entre 10 et 100 personnes exposées : Catastrophique
- Entre 1 et 10 personnes exposées : Important
- Au plus 1 personne exposée : Sérieux
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement : Modéré

Le Tableau 33 indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement (sur la base des mesures exposées dans le Tableau 32) et le Tableau 34 la gravité associée :

Enjeux pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)				
Éolienne n°	*Enjeu terrain non aménagé (ha)*	*Enjeu voie non structurante (m)*	*Enjeu voie structurante (m)*	*Enjeu GR (m)*
E1	6,99	150 *(soit 0.08 ha)*	0	0
E2	6,82	490 *(soit 0.25 ha)*	0	0
E3	7,01	120 *(soit 0.06 ha)*	0	0
E4	7,01	120 *(soit 0.06 ha)*	0	0
E5	7,00	130 *(soit 0.07 ha)*	0	0
E6	7,00	130 *(soit 0.07 ha)*	0	0
E7	6,99	150 *(soit 0.08 ha)*	0	0

Tableau 32 : Enjeux pour le phénomène d'effondrement (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Personnes comptées pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)					
Éolienne n°	*Enjeu terrain non aménagé (1 personne comptée par tranche de 100 ha)*	*Enjeu voie non structurante (1 personne comptée par tranche de 10 ha)*	*Enjeu voie structurante (0.4 personne comptée par km par tranche de 100 véhicules/jour)*	*Enjeu GR (2 personnes comptées par km par tranche de 100 promeneurs/jour)*	*Total personnes comptées*
E1	0,070	0,008	0	0	**0,078**
E2	0,068	0,025	0	0	**0,093**
E3	0,070	0,006	0	0	**0,076**
E4	0,070	0,006	0	0	**0,076**
E5	0,070	0,007	0	0	**0,077**
E6	0,070	0,007	0	0	**0,077**
E7	0,070	0,008	0	0	**0,078**

Tableau 33 : Personnes comptées pour le phénomène d'effondrement (Source : d'après l'INERIS)

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Éolienne n°	*Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)*	*Caractérisation de la gravité*
E1	< 1 personne	**Gravité sérieuse**
E2	< 1 personne	**Gravité sérieuse**
E3	< 1 personne	**Gravité sérieuse**
E4	< 1 personne	**Gravité sérieuse**
E5	< 1 personne	**Gravité sérieuse**
E6	< 1 personne	**Gravité sérieuse**
E7	< 1 personne	**Gravité sérieuse**

Tableau 34 : Gravité du phénomène d'effondrement (Source : d'après l'INERIS)

VII.2.1.4. Probabilité

Pour l'effondrement d'une éolienne, les valeurs retenues dans la littérature (cf. Annexe IV) sont détaillées dans le Tableau 35.

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbines	4.5×10^{-4}	Retour d'expérience
Specification of minimum distances	1.8×10^{-4} *(effondrement de la nacelle et de la tour)*	Retour d'expérience

Tableau 35 : Probabilités retenues pour le phénomène d'effondrement (Source : INERIS)

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'expérience[7], soit une probabilité de 4.47×10^{-4} par éolienne et par an.

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

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

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

- Respect des dispositions de la norme IEC 61400-1,
- Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblage,
- Système de détection des survitesses et système redondant de freinage,
- Système de détection des vents forts et système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations.

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

[7] Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année.

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

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

VII.2.1.5. Acceptabilité

Le Tableau 36 rappelle, pour le parc éolien de la Joux, la gravité retenue et l'acceptabilité du risque :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Éolienne n°	*Gravité retenue*	*Niveau de risque*	*Acceptabilité du risque*
E1	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**
E2	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**
E3	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**
E4	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**
E5	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**
E6	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**
E7	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**

Tableau 36 : Acceptabilité du risque pour le phénomène d'effondrement (Source : d'après l'INERIS)

Ainsi, pour le parc éolien de la Joux, le phénomène d'effondrement d'éolienne représente un risque acceptable pour les personnes.

VII.2.2. CHUTE DE GLACE

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 (Bengt Tammelin et al., 2000), une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concernée par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

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

VII.2.2.1. Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien de la Joux, la zone d'effet a donc un rayon de **68 m**. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

VII.2.2.2. Intensité

Pour le phénomène de chute 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 (zone de survol).

Le Tableau 37 permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien de la Joux où :

- SG est la surface du morceau de glace majorant : SG = 1 m^2,
- R est le rayon du rotor : R = 68 m.

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m²	*Zone d'effet du phénomène étudié en m²*	*Degré d'exposition du phénomène étudié en %*	*Caractérisation de l'intensité*
$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = Z_I / Z_E$	**Exposition modérée**
1 m²	14 527 m²	0.007 % (< 1 %)	

Tableau 37 : Intensité du phénomène de chute de glace (Source : d'après l'INERIS)

L'intensité du phénomène de chute de glace est nulle au-delà de la zone de survol.

VII.2.2.3. Gravité

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

- Plus de 1000 personnes exposées : Désastreux
- Entre 100 et 1000 personnes exposées : Catastrophique
- Entre 10 et 100 personnes exposées : Important
- Moins de 10 personnes exposées : Sérieux
- Moins de 1 personne exposée : Modéré

Le Tableau 39 indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute de glace (sur la base des mesures exposées dans le Tableau 38) et le Tableau 40 la gravité associée :

Enjeux pour le phénomène de chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)				
Éolienne n°	*Enjeu terrain non aménagé (ha)*	*Enjeu voie non structurante (m)*	*Enjeu voie structurante (m)*	*Enjeu GR (m)*
E1	1,42	70 *(soit 0.04 ha)*	0	0
E2	1,41	90 *(soit 0.05 ha)*	0	0
E3	1,43	40 *(soit 0.02 ha)*	0	0
E4	1,43	40 *(soit 0.02 ha)*	0	0
E5	1,43	50 *(soit 0.03 ha)*	0	0
E6	1,43	50 *(soit 0.03 ha)*	0	0
E7	1,42	60 *(soit 0.03 ha)*	0	0

Tableau 38 : Enjeux pour le phénomène de chute de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Personnes comptées pour le phénomène de chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)					
Éolienne n°	*Enjeu terrain non aménagé (1 personne comptée par tranche de 100 ha)*	*Enjeu voie non structurante (1 personne comptée par tranche de 10 ha)*	*Enjeu voie structurante (0.4 personne comptée par km par tranche de 100 véhicules/jour)*	*Enjeu GR (2 personnes comptées par km par tranche de 100 promeneurs/jour)*	*Total personnes comptées*
E1	0.014	0.004	0	0	**0.018**
E2	0.014	0.005	0	0	**0.019**
E3	0.014	0.002	0	0	**0.016**
E4	0.014	0.002	0	0	**0.016**
E5	0.014	0.003	0	0	**0.017**
E6	0.014	0.003	0	0	**0.017**
E7	0.014	0.003	0	0	**0.017**

Tableau 39 : Personnes comptées pour le phénomène de chute de glace (Source : d'après l'INERIS)

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Éolienne n°	*Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)*	*Caractérisation de la gravité*
E1	< 1 personne	**Gravité modérée**
E2	< 1 personne	**Gravité modérée**
E3	< 1 personne	**Gravité modérée**
E4	< 1 personne	**Gravité modérée**
E5	< 1 personne	**Gravité modérée**
E6	< 1 personne	**Gravité modérée**
E7	< 1 personne	**Gravité modérée**

Tableau 40 : Gravité du phénomène de chute de glace (Source : d'après l'INERIS)

VII.2.2.4. Probabilité

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

VII.2.2.5. Acceptabilité

Le Tableau 41 rappelle, pour le parc éolien de la Joux, la gravité retenue et l'acceptabilité du risque :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Éolienne n°	*Gravité retenue*	*Niveau de risque*	*Acceptabilité du risque*
E1	Gravité modérée	**Risque faible**	**Acceptable**
E2	Gravité modérée	**Risque faible**	**Acceptable**
E3	Gravité modérée	**Risque faible**	**Acceptable**
E4	Gravité modérée	**Risque faible**	**Acceptable**
E5	Gravité modérée	**Risque faible**	**Acceptable**
E6	Gravité modérée	**Risque faible**	**Acceptable**
E7	Gravité modérée	**Risque faible**	**Acceptable**

Tableau 41 : Acceptabilité du risque pour le phénomène de chute de glace (Source : d'après l'INERIS)

Ainsi, pour le parc éolien de la Joux, le phénomène de chute de glace d'éolienne représente 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 spécifiquement des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors d'épisodes de grand froid.

VII.2.3. CHUTE D'ELEMENT DE L'EOLIENNE

VII.2.3.1. Zone d'effet

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

Le risque de chute d'élément de l'éolienne est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien de la Joux, la zone d'effet a donc un rayon de **68 m**.

VII.2.3.2. Intensité

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

Le Tableau 42 permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'élément de l'éolienne dans le cas du parc éolien de la Joux où :

- R est le rayon du rotor : R = 68 m,
- LB est la largeur de la base de la pale : LB = 4.1 m.

Chute d'élément de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m²	*Zone d'effet du phénomène étudié en m²*	*Degré d'exposition du phénomène étudié en %*	*Caractérisation de l'intensité*
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = Z_I/Z_E$	**Exposition modérée**
139 m²	14 527 m²	0.96 % (< 1 %)	

Tableau 42 : Intensité du phénomène de chute d'élément de l'éolienne (Source : d'après l'INERIS)

L'intensité du phénomène de chute d'élément de l'éolienne est nulle au-delà de la zone de survol.

VII.2.3.3. Gravité

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

Si le phénomène de chute d'élément de l'éolienne a engendré une exposition modérée :

- Plus de 1000 personnes exposées : Désastreux
- Entre 100 et 1000 personnes exposées : Catastrophique
- Entre 10 et 100 personnes exposées : Important
- Moins de 10 personnes exposées : Sérieux
- Moins de 1 personne exposée : Modéré

Si le phénomène de chute d'élément de l'éolienne a engendré une exposition forte :

- Plus de 100 personnes exposées : Désastreux
- Entre 10 et 100 personnes exposées : Catastrophique
- Entre 1 et 10 personnes exposées : Important
- Au plus 1 personne exposée : Sérieux
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement : Modéré

Le Tableau 44 indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute d'élément de l'éolienne (sur la base des mesures exposées dans le Tableau 43) et le Tableau 45 la gravité associée :

Enjeux pour le phénomène de chute d'élément de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)				
Éolienne n°	*Enjeu terrain non aménagé (ha)*	*Enjeu voie non structurante (m)*	*Enjeu voie structurante (m)*	*Enjeu GR (m)*
E1	1,42	70 *(soit 0.04 ha)*	0	0
E2	1,41	90 *(soit 0.05 ha)*	0	0
E3	1,43	40 *(soit 0.02 ha)*	0	0
E4	1,43	40 *(soit 0.02 ha)*	0	0
E5	1,43	50 *(soit 0.03 ha)*	0	0
E6	1,43	50 *(soit 0.03 ha)*	0	0
E7	1,42	60 *(soit 0.03 ha)*	0	0

Tableau 43 : Enjeux pour le phénomène de chute d'élément de l'éolienne (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Personnes comptées pour le phénomène de chute d'élément de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)					
Éolienne n°	*Enjeu terrain non aménagé* *(1 personne comptée par tranche de 100 ha)*	*Enjeu voie non structurante* *(1 personne comptée par tranche de 10 ha)*	*Enjeu voie structurante* *(0.4 personne comptée par km par tranche de 100 véhicules/jour)*	*Enjeu GR* *(2 personnes comptées par km par tranche de 100 promeneurs/jour)*	*Total personnes comptées*
E1	0.014	0.004	0	0	**0.018**
E2	0.014	0.005	0	0	**0.019**
E3	0.014	0.002	0	0	**0.016**
E4	0.014	0.002	0	0	**0.016**
E5	0.014	0.003	0	0	**0.017**
E6	0.014	0.003	0	0	**0.017**
E7	0.014	0.003	0	0	**0.017**

Tableau 44 : Personnes comptées pour le phénomène de chute d'élément de l'éolienne (Source : d'après l'INERIS)

Chute d'élément de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Éolienne n°	*Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)*	*Caractérisation de la gravité*
E1	< 1 personne	**Gravité modérée**
E2	< 1 personne	**Gravité modérée**
E3	< 1 personne	**Gravité modérée**
E4	< 1 personne	**Gravité modérée**
E5	< 1 personne	**Gravité modérée**
E6	< 1 personne	**Gravité modérée**
E7	< 1 personne	**Gravité modérée**

Tableau 45 : Gravité du phénomène de chute d'élément de l'éolienne (Source : d'après l'INERIS)

VII.2.3.4. Probabilité

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

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

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

Il est donc considéré ici que **la probabilité est de classe « C »** par défaut pour ce type d'événement.

VII.2.3.5. Acceptabilité

Le Tableau 46 rappelle, pour le parc éolien de la Joux, la gravité retenue et l'acceptabilité du risque :

Chute d'élément de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Éolienne n°	*Gravité retenue*	*Niveau de risque*	*Acceptabilité du risque*
E1	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**
E2	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**
E3	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**
E4	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**
E5	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**
E6	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**
E7	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**

Tableau 46 : Acceptabilité du risque pour le phénomène de chute d'élément de l'éolienne (Source : d'après l'INERIS)

Ainsi, pour le parc éolien de la Joux, le phénomène de chute d'élément d'éolienne représente un risque acceptable pour les personnes.

VII.2.4. PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE

VII.2.4.1. Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en Annexe V, la distance maximale relevée 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, quant à elle, de fiabilité.

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde (cf. Références bibliographiques) ont utilisé une distance de 500 m.

Sur la base de ces éléments et de façon conservatrice, le rayon de la zone d'effet de **500 m** est considéré comme distance raisonnable pour la prise en compte des projections de pale ou de fragment de pale dans le cadre des études de dangers de parcs éoliens.

VII.2.4.2. Intensité

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le Tableau 47 permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de pale ou de fragment de pale dans le cas du parc éolien de la Joux où :

- R est le rayon du rotor : R = 68 m,
- LB est la largeur de la base de la pale : LB = 4.1 m,
- Y est le rayon de la zone d'effet : Y = 500 m.

Projection de pale ou de fragment de pale (dans un rayon inférieur ou égal à 500 m autour de l'éolienne)			
Zone d'impact en m²	*Zone d'effet du phénomène étudié en m²*	*Degré d'exposition du phénomène étudié en %*	*Caractérisation de l'intensité*
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times Y^2$	$d = Z_I/Z_E$	**Exposition modérée**
139 m²	785 398 m²	0.018% (< 1 %)	

Tableau 47 : Intensité du phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)

VII.2.4.3. Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'Arrêté du 29 septembre 2005, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale, dans le rayon de 500 m autour de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées : Désastreux
- Entre 100 et 1000 personnes exposées : Catastrophique
- Entre 10 et 100 personnes exposées : Important
- Moins de 10 personnes exposées : Sérieux
- Moins de 1 personne exposée : Modéré

Le Tableau 49 indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (sur la base des mesures exposées dans le Tableau 48) et le Tableau 50 la gravité associée :

Enjeux pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (dans un rayon inférieur ou égal à 500 m autour de l'éolienne)				
Éolienne n°	*Enjeu terrain non aménagé (ha)*	*Enjeu voie non structurante (m)*	*Enjeu voie structurante (m)*	*Enjeu GR (m)*
E1	78,26	560 *(soit 0.28 ha)*	0	490
E2	77,68	1 710 *(soit 0.86 ha)*	0	0
E3	77,78	1 520 *(soit 0.76 ha)*	0	660
E4	77,62	1 830 *(soit 0.92 ha)*	0	970
E5	77,33	2 410 *(soit 1.21 ha)*	0	800
E6	77,31	2 460 *(soit 1.23 ha)*	0	1 070
E7	77,51	2 050 *(soit 1.03 ha)*	0	0

Tableau 48 : Enjeux pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Personnes comptées pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (dans un rayon inférieur ou égal à 500 m autour de l'éolienne)					
Éolienne n°	*Enjeu terrain non aménagé* *(1 personne comptée par tranche de 100 ha)*	*Enjeu voie non structurante* *(1 personne comptée par tranche de 10 ha)*	*Enjeu voie structurante* *(0.4 personne comptée par km par tranche de 100 véhicules/jour)*	*Enjeu GR* *(2 personnes comptées par km par tranche de 100 promeneurs/jour)*	*Total personnes comptées*
E1	0,783	0,028	0	0,980	**1,791**
E2	0,777	0,086	0	0,000	**0,863**
E3	0,778	0,076	0	1,320	**2,174**
E4	0,776	0,092	0	1,940	**2,808**
E5	0,773	0,121	0	1,600	**2,494**
E6	0,773	0,123	0	2,140	**3,036**
E7	0,775	0,103	0	0,000	**0,878**

Tableau 49 : Personnes comptées pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)

Projection de pale ou de fragment de pale (dans un rayon inférieur ou égal à 500 m autour de l'éolienne)		
Éolienne n°	*Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)*	*Caractérisation de la gravité*
E1	< 10 personnes	**Gravité sérieuse**
E2	< 1 personne	**Gravité modérée**
E3	< 10 personnes	**Gravité sérieuse**
E4	< 10 personnes	**Gravité sérieuse**
E5	< 10 personnes	**Gravité sérieuse**
E6	< 10 personnes	**Gravité sérieuse**
E7	< 1 personne	**Gravité modérée**

Tableau 50 : Gravité du phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)

VII.2.4.4. Probabilité

Pour la projection de pale ou de fragment de pale d'une éolienne, les valeurs retenues dans la littérature (cf. Annexe IV) sont détaillées dans le Tableau 51.

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project	1.0×10^{-6}	Eurocode EN 1990
Guide for risk based zoning of wind turbines	1.1×10^{-3}	Retour d'expérience
Specification of minimum distances	6.1×10^{-4}	Retour d'expérience

Tableau 51 : Probabilités retenues pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : INERIS)

Ces valeurs correspondent à des classes de probabilité « B », « C » ou « E » 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 12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit 7.66×10^{-4} événements par éolienne et par an.

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

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

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

- Respect des dispositions de la norme IEC 61400-1,
- Respect des dispositions des normes IEC 61400-24 et EN 62305-3 relatives à la foudre,
- Système de détection des survitesses et système redondant de freinage,
- Système de détection des vents forts et système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations,
- Utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.).

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

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

VII.2.4.5. Acceptabilité

Le Tableau 52 rappelle, pour le parc éolien de la Joux, la gravité retenue et l'acceptabilité du risque :

Projection de pale ou de fragment de pale (dans un rayon inférieur ou égal à 500 m autour de l'éolienne)			
Éolienne n°	*Gravité retenue*	*Niveau de risque*	*Acceptabilité du risque*
E1	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**
E2	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**
E3	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**
E4	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**
E5	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**
E6	Gravité sérieuse	**Risque très faible**	**Acceptable**
E7	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**

Tableau 52 : Acceptabilité du risque pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)

Ainsi, pour le parc éolien de la Joux, le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale d'éolienne représente un risque acceptable pour les personnes.

VII.2.5. PROJECTION DE GLACE

VII.2.5.1. Zone d'effet

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

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. Il est proposé dans la bibliographie (cf. Références bibliographiques) d'évaluer la distance d'effet en 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, selon la formule suivante : distance d'effet = 1.5 x (H + 2 x R) ; où :

- H est la hauteur du mât : H = 95 m *(hauteur maximale théorique du mât pour calculs conservateurs ; la hauteur totale de l'éolienne n'excède néanmoins pas 150 m dans le choix du modèle retenu)*,
- R est le rayon du rotor : R = 68 m *(diamètre maximum théorique du rotor pour calculs conservateurs ; la hauteur totale de l'éolienne n'excède néanmoins pas 150 m dans le choix du modèle retenu).*

Cette distance de projection a été jugée conservative dans des études postérieures. A défaut de données fiables il est donc proposé de retenir cette formule pour calculer la distance d'effet pour la projection de glace.

Sur la base de ces éléments, le rayon de la zone d'effet ici de **346.50 m** est considéré comme distance raisonnable pour la prise en compte de la projection de glace dans le cadre du parc éolien de la Joux.

VII.2.5.2. Intensité

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

Le Tableau 53 permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien de la Joux où :

- SG est la surface du morceau de glace majorant : SG = 1 m^2,
- H est la hauteur du mât : H = 95 m *(hauteur maximale théorique du mât pour calculs conservateurs ; la hauteur totale de l'éolienne n'excède néanmoins pas 150 m dans le choix du modèle retenu)*,
- R est le rayon du rotor : R = 68 m *(diamètre maximum théorique du rotor pour calculs conservateurs ; la hauteur totale de l'éolienne n'excède néanmoins pas 150 m dans le choix du modèle retenu).*

Projection de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 1.5 x (H + 2 x R))			
Zone d'impact en m²	*Zone d'effet du phénomène étudié en m²*	*Degré d'exposition du phénomène étudié en %*	*Caractérisation de l'intensité*
$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times (1.5 \times (H+2 \times R))^2$	$d = Z_I / Z_E$	**Exposition modérée**
1 m²	377 187 m²	0.00027 %	

Tableau 53 : Intensité du phénomène de projection de glace (Source : d'après l'INERIS)

VII.2.5.3. Gravité

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

- Plus de 1000 personnes exposées : Désastreux
- Entre 100 et 1000 personnes exposées : Catastrophique
- Entre 10 et 100 personnes exposées : Important
- Moins de 10 personnes exposées : Sérieux
- Moins de 1 personne exposée : Modéré

A noter qu'il a été observé dans la littérature 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 (dans un bâtiment ou un véhicule) est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées dans le calcul de la gravité.

Le Tableau 55 indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection de glace (sur la base des mesures exposées dans le Tableau 54) et le Tableau 56 la gravité associée :

Enjeux pour le phénomène de projection de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 1.5 x (H + 2 x R))				
Éolienne n°	*Enjeu terrain non aménagé (ha)*	*Enjeu voie non structurante (m)*	*Enjeu voie structurante (m)*	*Enjeu GR (m)*
E1	37,54	350 *(soit 0.18 ha)*	0	0
E2	37,16	1 120 *(soit 0.5 ha)*	0	0
E3	37,43	580 *(soit 0.29 ha)*	0	0
E4	37,17	1 090 *(soit 0.55 ha)*	0	650
E5	37,22	990 *(soit 0.50 ha)*	0	450
E6	36,89	1 650 *(soit 0.83 ha)*	0	720
E7	37,46	520 *(soit 0.26 ha)*	0	0

Tableau 54 : Enjeux pour le phénomène de projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Personnes comptées pour le phénomène de projection de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 1.5 x (H + 2 x R))					
Éolienne n°	*Enjeu terrain non aménagé (1 personne comptée par tranche de 100 ha)*	*Enjeu voie non structurante (1 personne comptée par tranche de 10 ha)*	*Enjeu voie structurante (0.4 personne comptée par km par tranche de 100 véhicules/jour)*	*Enjeu GR (2 personnes comptées par km par tranche de 100 promeneurs/jour)*	*Total personnes comptées*
E1	0,375	0,018	0	0,000	**0,393**
E2	0,372	0,056	0	0,000	**0,428**
E3	0,374	0,029	0	0,000	**0,403**
E4	0,372	0,055	0	1,300	**1,727**
E5	0,372	0,050	0	0,900	**1,322**
E6	0,369	0,083	0	1,440	**1,892**
E7	0,375	0,026	0	0,000	**0,401**

Tableau 55 : Personnes comptées pour le phénomène de projection de glace (Source : d'après l'INERIS)

Projection de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 1.5 x (H + 2 x R))		
Éolienne n°	*Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)*	*Caractérisation de la gravité*
E1	< 1 personne	**Gravité modérée**
E2	< 1 personne	**Gravité modérée**
E3	< 1 personne	**Gravité modérée**
E4	< 10 personnes	**Gravité sérieuse**
E5	< 10 personnes	**Gravité sérieuse**
E6	< 10 personnes	**Gravité sérieuse**
E7	< 1 personne	**Gravité modérée**

Tableau 56 : Gravité du phénomène de projection de glace (Source : d'après l'INERIS)

VII.2.5.4. Probabilité

Au regard de la difficulté d'établir un retour d'expérience précis sur cet événement et considérant les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'Arrêté du 26 août 2011 d'une part, et l'absence de recensement d'accident lié à une projection de glace, il est considéré ici que **la probabilité est de classe « B »**, à savoir : « *événement probable* ».

VII.2.5.5. Acceptabilité

Le Tableau 57 rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de la Joux, la gravité retenue et l'acceptabilité du risque :

Projection de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 1.5 x (H + 2 x R))			
Éolienne n°	*Gravité retenue*	*Niveau de risque*	*Acceptabilité du risque*
E1	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**
E2	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**
E3	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**
E4	Gravité sérieuse	**Risque faible**	**Acceptable**
E5	Gravité sérieuse	**Risque faible**	**Acceptable**
E6	Gravité sérieuse	**Risque faible**	**Acceptable**
E7	Gravité modérée	**Risque très faible**	**Acceptable**

Tableau 57 : Acceptabilité du risque pour le phénomène de projection de glace (Source : d'après l'INERIS)

Ainsi, pour le parc éolien de la Joux, le phénomène de projection de glace d'éolienne représente un risque acceptable pour les personnes.

Rappelons que l'éolienne du projet dispose d'un système d'arrêt en cas de détection de présence de glace.

VII.3. SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

VII.3.1. SYNTHESE DES SCENARIOS RETENUS

Le Tableau 58 synthétise les scénarios étudiés et reprend chaque paramètre évalué dans la caractérisation du niveau de risque (pour chaque phénomène : zone d'effet, cinétique, intensité, gravité, probabilité, acceptabilité du risque).

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Effondrement de l'éolienne	Rayon de 150 m *(hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)*	Exposition forte	< 1 personne pour toutes les éoliennes	Gravité sérieuse pour toutes les éoliennes	Classe « D »	**Risque très faible pour toutes les éoliennes**
Chute de glace	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne pour toutes les éoliennes	Gravité modérée pour toutes les éoliennes	Classe « A »	**Risque faible pour toutes les éoliennes**
Chute d'élément de l'éolienne	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne pour toutes les éoliennes	Gravité modérée pour toutes les éoliennes	Classe « C »	**Risque très faible pour toutes les éoliennes**
Projection de pale ou de fragment de pale	Rayon de 500 m	Exposition modérée	< 1 personne pour E2 et E7 < 10 personnes pour E1, E3, E4, E5 et E6	Gravité modérée pour E2 et E7 Gravité sérieuse pour E1, E3, E4, E5 et E6	Classe « D »	**Risque très faible pour toutes les éoliennes**
Projection de glace	Rayon de 346.50 m *(1.5 x (H + 2 x R))*	Exposition modérée	< 1 personne pour E1, E2, E3 et E7 < 10 personnes pour E4, E5 et E6	Gravité modérée pour E1, E2, E3 et E7 Gravité sérieuse pour E4, E5 et E6	Classe « B »	**Risque très faible pour E1, E2, E3 et E7 Risque faible pour E4, E5 et E6**

Tableau 58 : Synthèse des scénarios retenus (Source : d'après l'INERIS)

VII.3.2. SYNTHESE DE L'ACCEPTABILITE DES RISQUES

Le Tableau 59 conclut sur l'acceptabilité des risques pour chaque scénario étudié, conformément à la matrice de criticité reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée précédemment.

Gravité	Classe de probabilité				
	E	**D**	**C**	**B**	**A**
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Effondrement de l'éolienne Projection de pale ou de fragment de pale (E1, E3, E4, E5 et E6)		Projection de glace (E4, E5 et E6)	
Modéré		Projection de pale ou de fragment de pale (E2 et E7)	Chute d'élément de l'éolienne	Projection de glace (E1, E2, E3 et E7)	Chute de glace

Tableau 59 : Matrice de criticité (Source : Circulaire du 10 mai 2010)

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

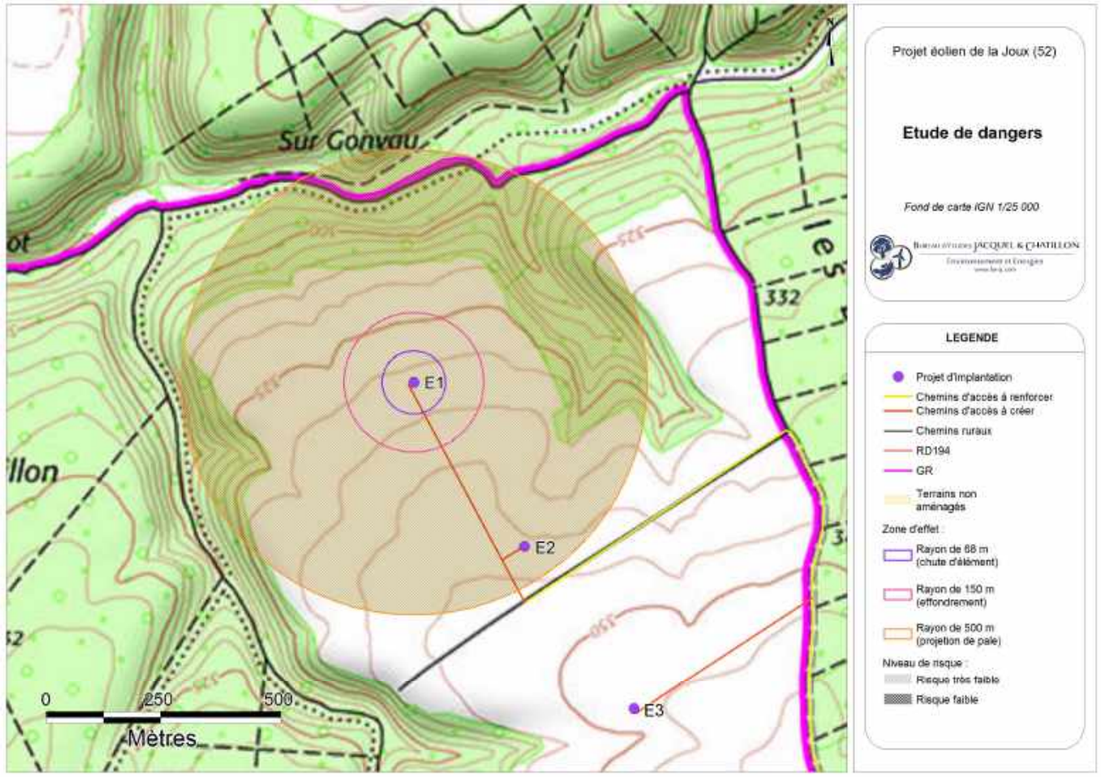
Tableau 60 : Légende de la matrice de criticité (Source : Circulaire du 10 mai 2010)

Il apparaît donc que, selon la matrice de criticité, tous les phénomènes dangereux retenus présentent un niveau de risque acceptable pour toutes les éoliennes de ce projet.

VII.3.3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

En conclusion de l'étude détaillée des risques, une cartographie de synthèse est présentée (cf. pages suivantes) permettant d'identifier les enjeux, la zone d'effet pour chaque scénario retenu, et le niveau de risque dans chacune de ces zones.

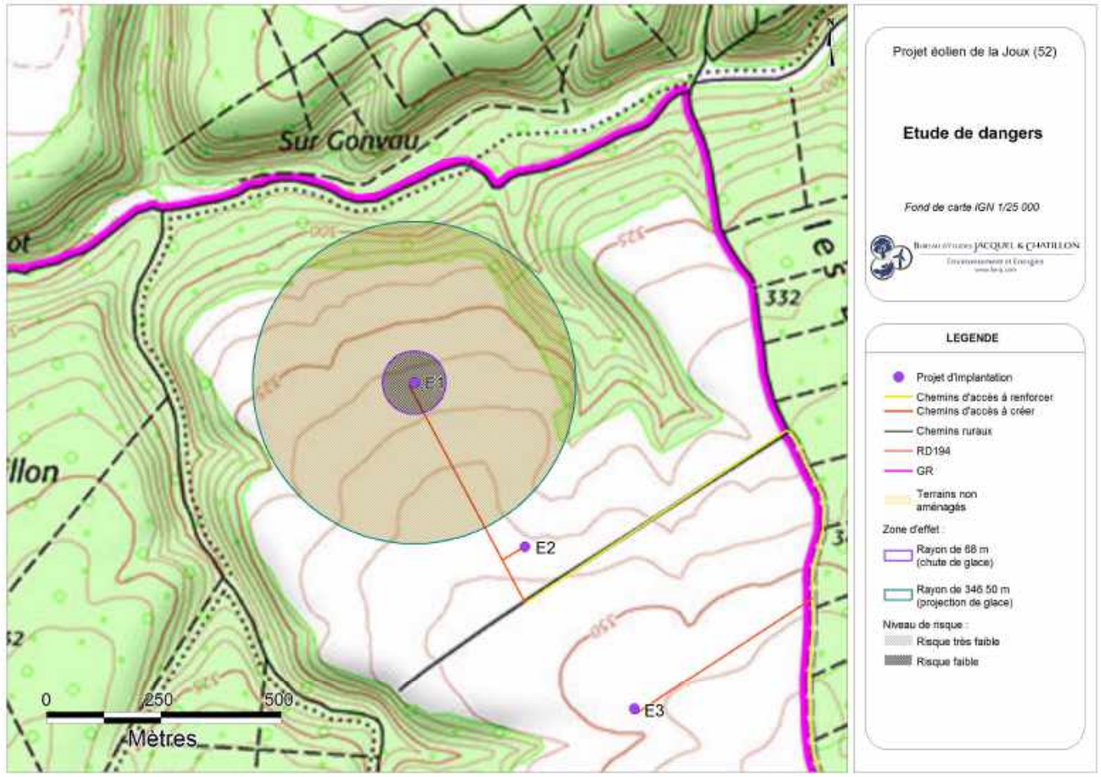
VII.3.3.1. Cartographie des risques pour l'éolienne n°1



Carte 23 : Éolienne n°1 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Effondrement de l'éolienne	Rayon de 150 m *(hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)*	Exposition forte	< 1 personne	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**
Chute d'élément de l'éolienne	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « C »	**Risque très faible (acceptable)**
Projection de pale ou de fragment de pale	Rayon de 500 m	Exposition modérée	< 10 personnes	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**

Tableau 61 : Éolienne n°1 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)

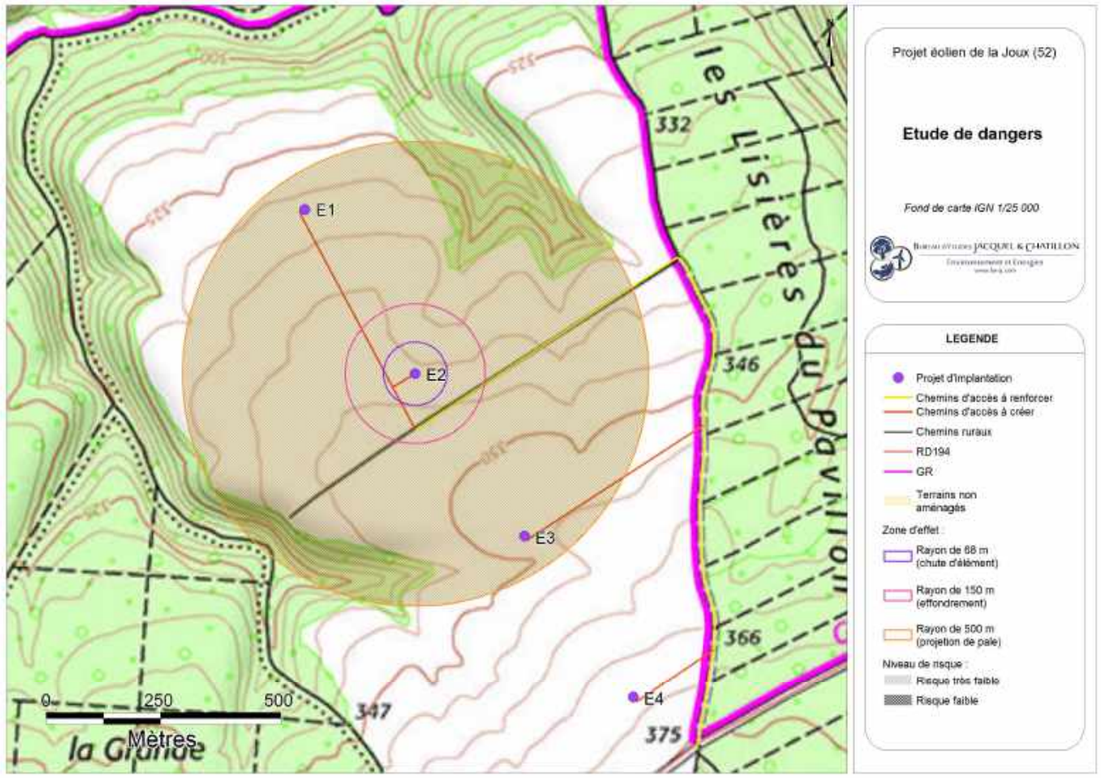


Carte 24 : Éolienne n°1 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Chute de glace	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « A »	**Risque faible (acceptable)**
Projection de glace	Rayon de 346.50 m *(1.5 x (H + 2 x R))*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « B »	**Risque très faible (acceptable)**

Tableau 62 : Éolienne n°1 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)

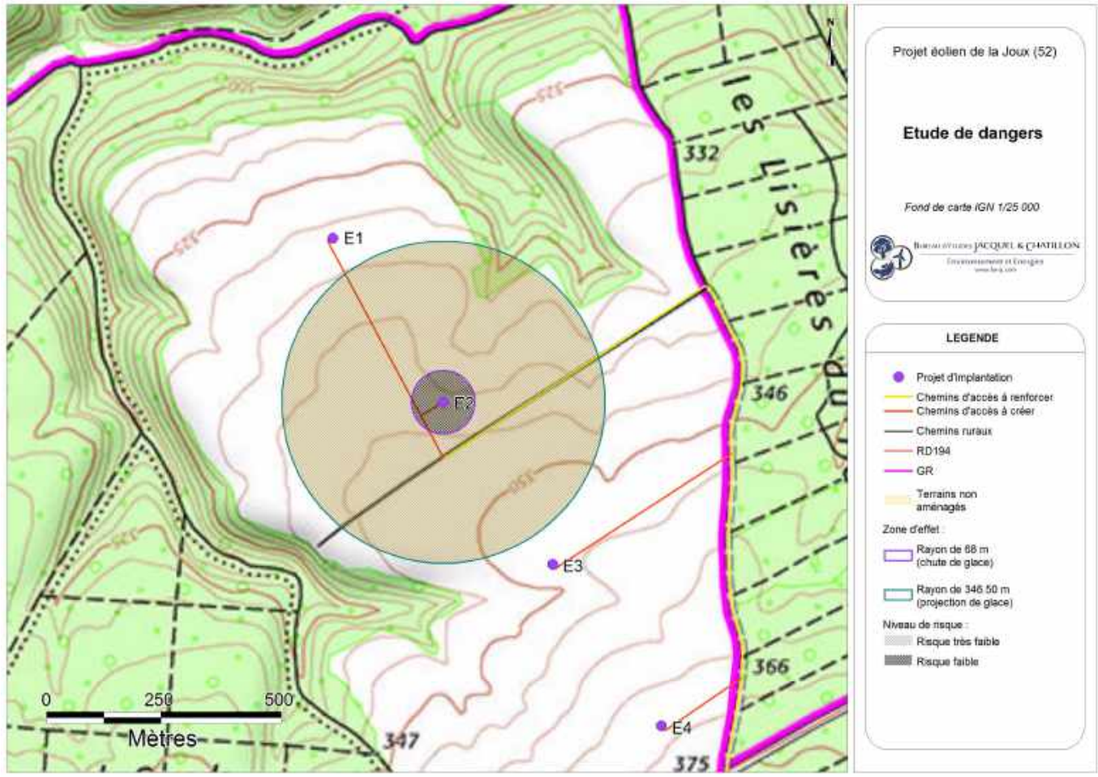
VII.3.3.1. Cartographie des risques pour l'éolienne n°2



Carte 25 : Éolienne n°2 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Effondrement de l'éolienne	Rayon de 150 m *(hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)*	Exposition forte	< 1 personne	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**
Chute d'élément de l'éolienne	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « C »	**Risque très faible (acceptable)**
Projection de pale ou de fragment de pale	Rayon de 500 m	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**

Tableau 63 : Éolienne n°2 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)

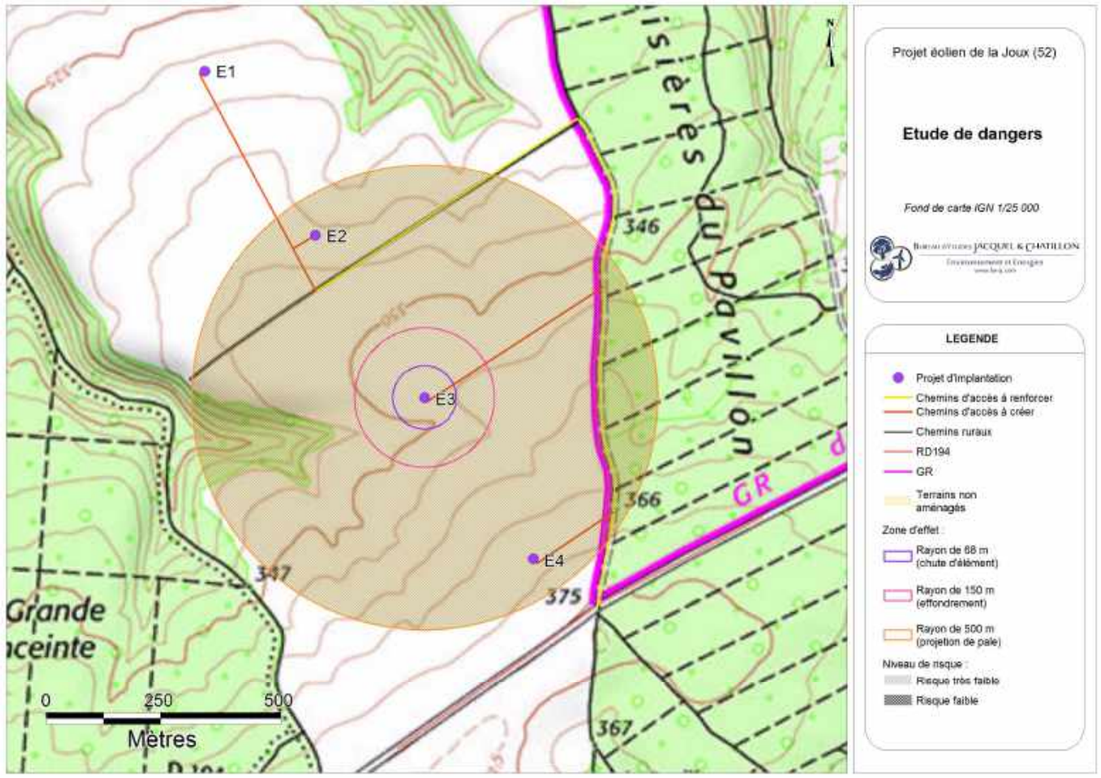


Carte 26 : Éolienne n°2 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Chute de glace	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « B »	**Risque très faible (acceptable)**
Projection de glace	Rayon de 346.50 m *(1.5 × (H + 2 × R))*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « B »	**Risque très faible (acceptable)**

Tableau 64 : Éolienne n°2 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)

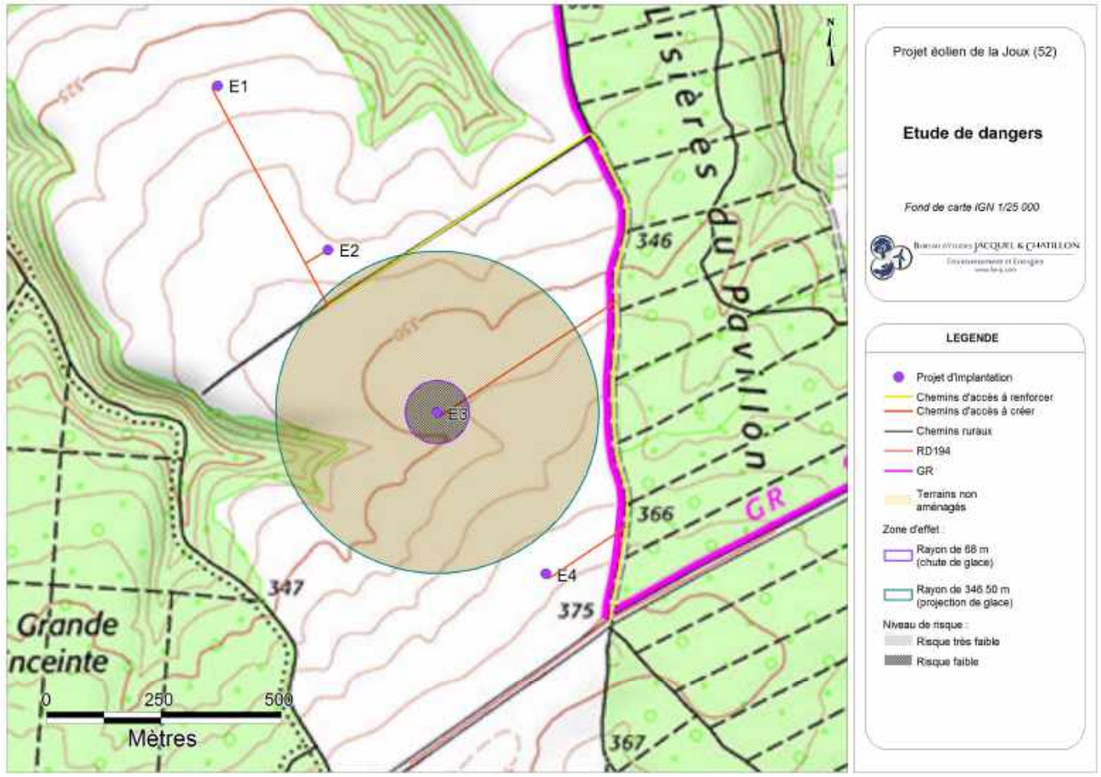
VII.3.3.1. Cartographie des risques pour l'éolienne n°3



Carte 27 : Éolienne n°3 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Effondrement de l'éolienne	Rayon de 150 m *(hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)*	Exposition forte	< 1 personne	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**
Chute d'élément de l'éolienne	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « C »	**Risque très faible (acceptable)**
Projection de pale ou de fragment de pale	Rayon de 500 m	Exposition modérée	< 10 personnes	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**

Tableau 65 : Éolienne n°3 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)

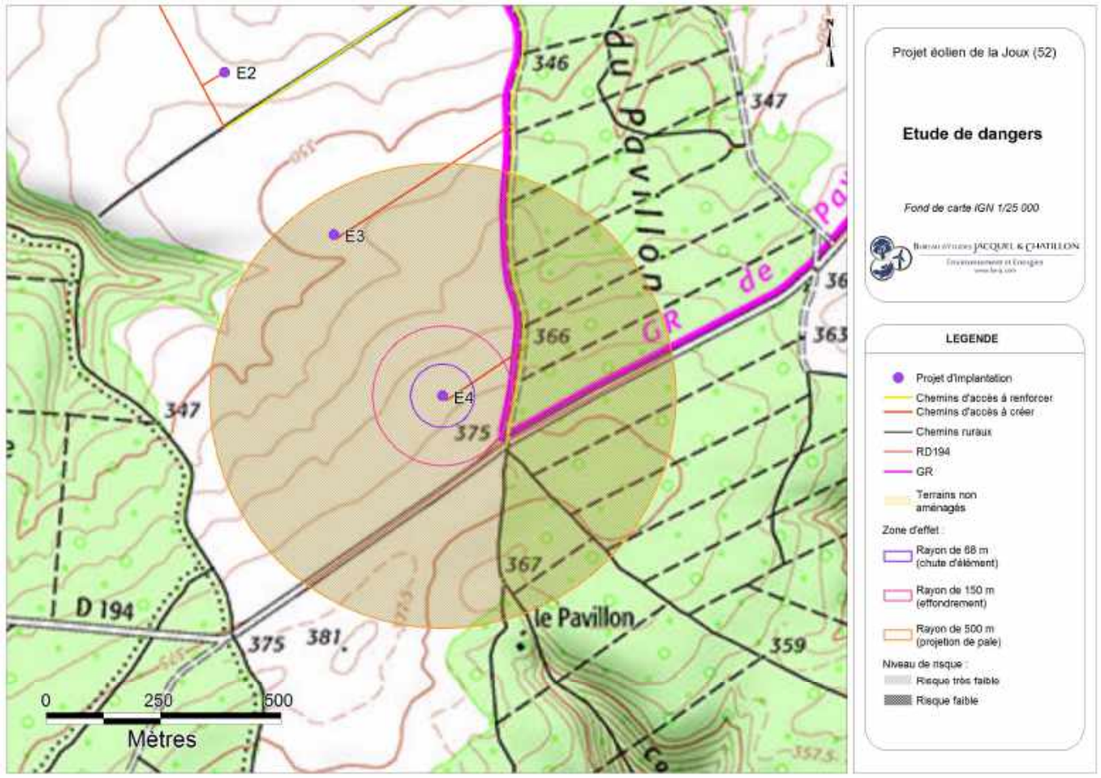


Carte 28 : Éolienne n°3 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Chute de glace	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « B »	**Risque très faible (acceptable)**
Projection de glace	Rayon de 346.50 m *(1.5 x (H + 2 x R))*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « B »	**Risque très faible (acceptable)**

Tableau 66 : Éolienne n°3 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)

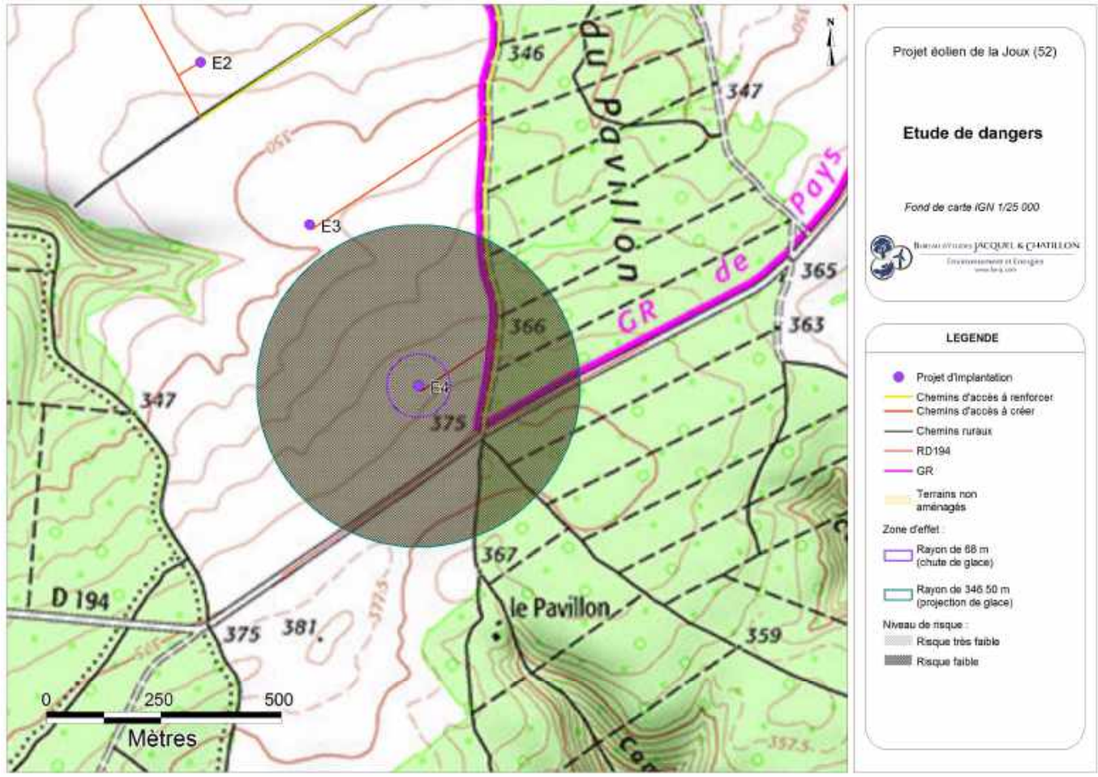
VII.3.3.1. Cartographie des risques pour l'éolienne n°4



Carte 29 : Éolienne n°4 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Effondrement de l'éolienne	Rayon de 150 m *(hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)*	Exposition forte	< 1 personne	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**
Chute d'élément de l'éolienne	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « C »	**Risque très faible (acceptable)**
Projection de pale ou de fragment de pale	Rayon de 500 m	Exposition modérée	< 10 personnes	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**

Tableau 67 : Éolienne n°4 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)

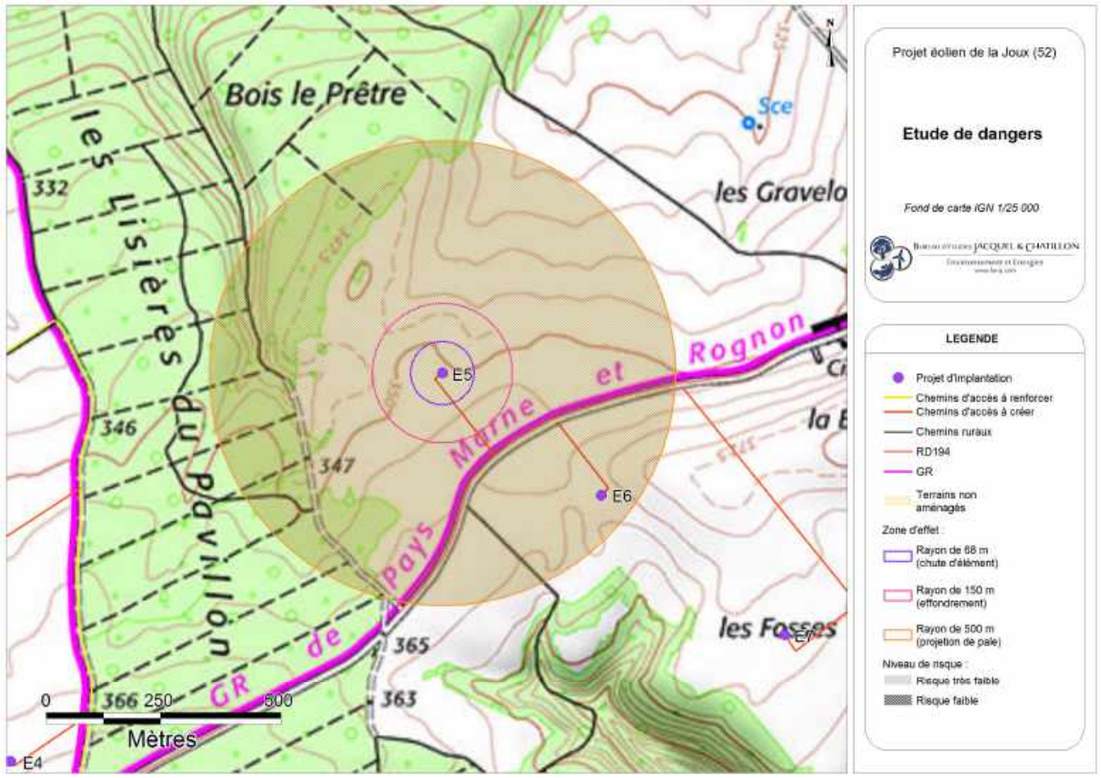


Carte 30 : Éolienne n°4 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Chute de glace	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « A »	**Risque faible (acceptable)**
Projection de glace	Rayon de 346.50 m *(1.5 x (H + 2 x R))*	Exposition modérée	< 10 personnes	Gravité sérieuse	Classe « B »	**Risque faible (acceptable)**

Tableau 68 : Éolienne n°4 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)

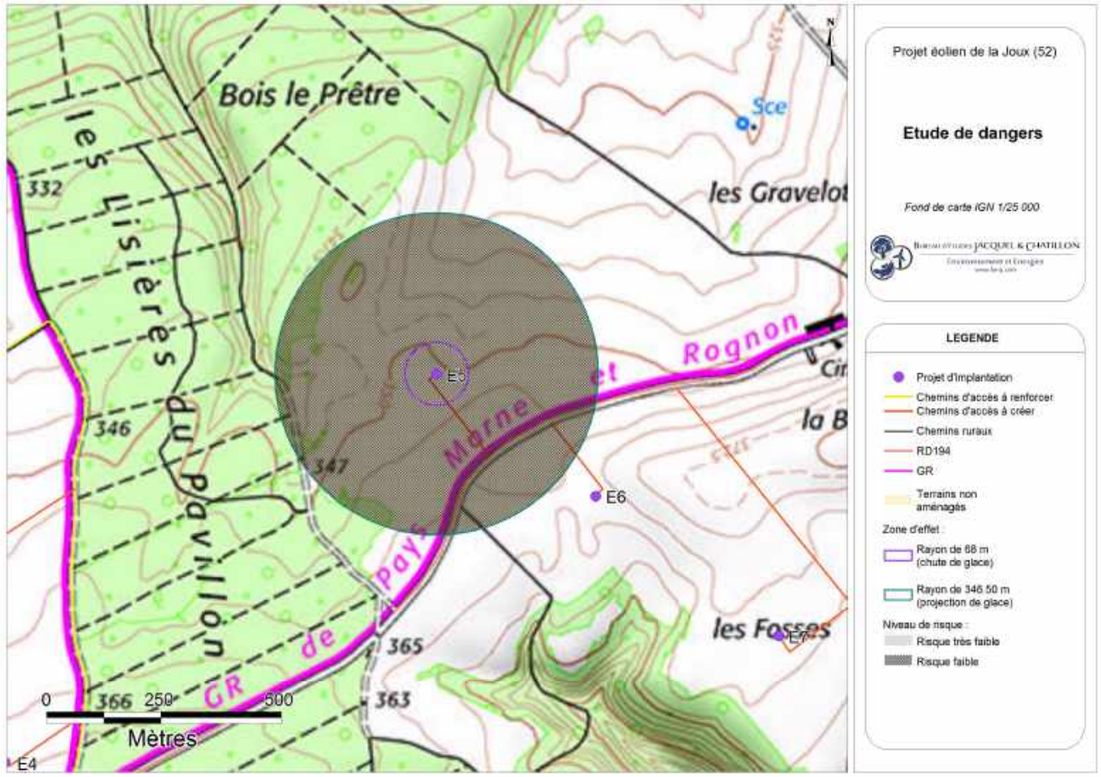
VII.3.3.1. Cartographie des risques pour l'éolienne n°5



Carte 31 : Éolienne n°5 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Effondrement de l'éolienne	Rayon de 150 m *(hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)*	Exposition forte	< 1 personne	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**
Chute d'élément de l'éolienne	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « C »	**Risque très faible (acceptable)**
Projection de pale ou de fragment de pale	Rayon de 500 m	Exposition modérée	< 10 personnes	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**

Tableau 69 : Éolienne n°5 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)

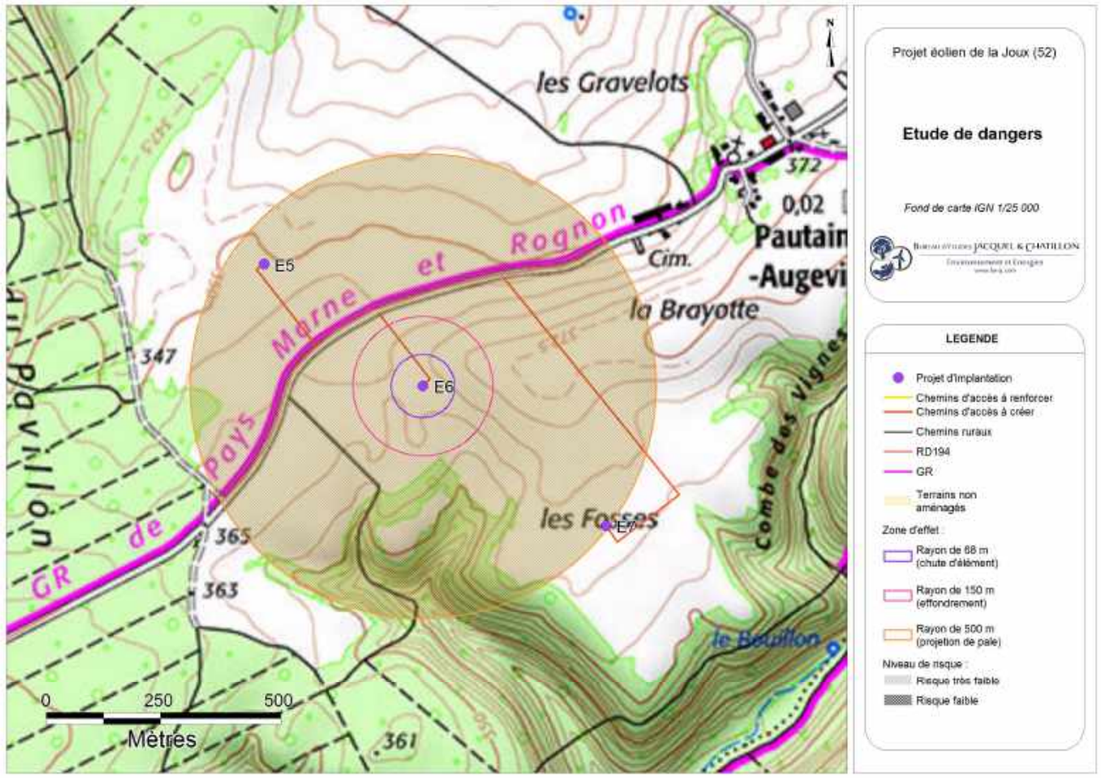


Carte 32 : Éolienne n°5 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Chute de glace	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « A »	**Risque faible (acceptable)**
Projection de glace	Rayon de 346.50 m *(1.5 x (H + 2 x R))*	Exposition modérée	< 10 personnes	Gravité sérieuse	Classe « B »	**Risque faible (acceptable)**

Tableau 70 : Éolienne n°5 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)

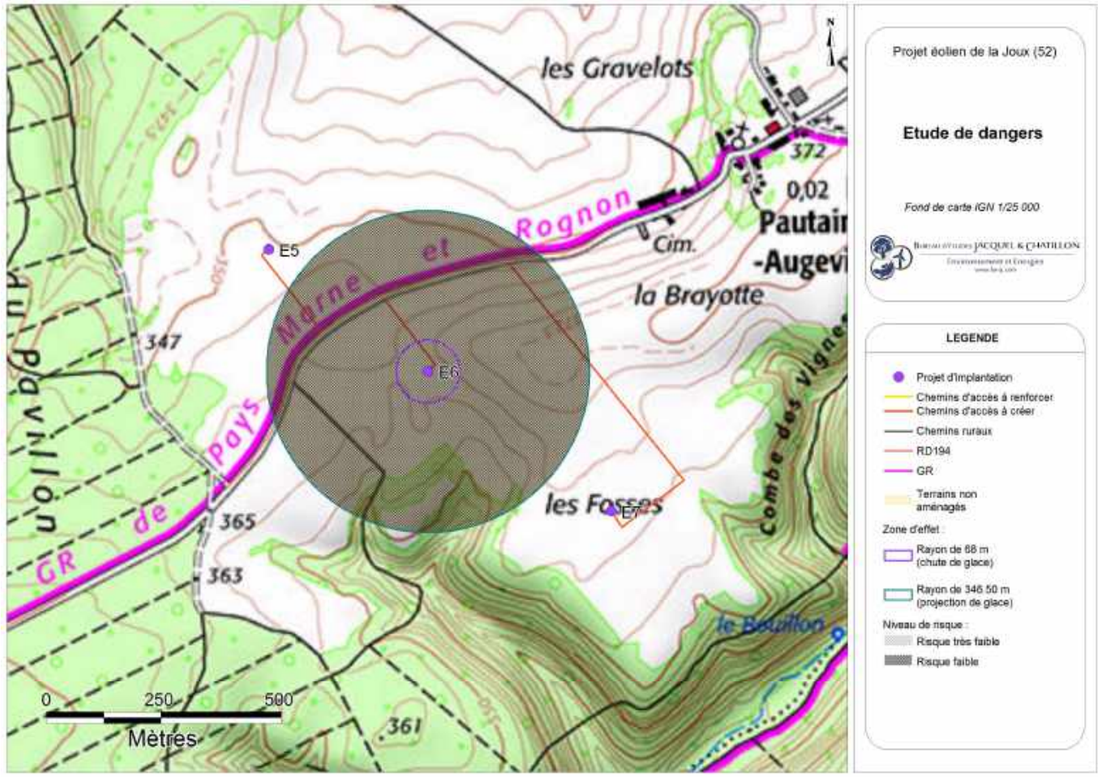
VII.3.3.1. Cartographie des risques pour l'éolienne n°6



Carte 33 : Éolienne n°6 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Effondrement de l'éolienne	Rayon de 150 m *(hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)*	Exposition forte	< 1 personne	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**
Chute d'élément de l'éolienne	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « C »	**Risque très faible (acceptable)**
Projection de pale ou de fragment de pale	Rayon de 500 m	Exposition modérée	< 10 personnes	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**

Tableau 71 : Éolienne n°6 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)

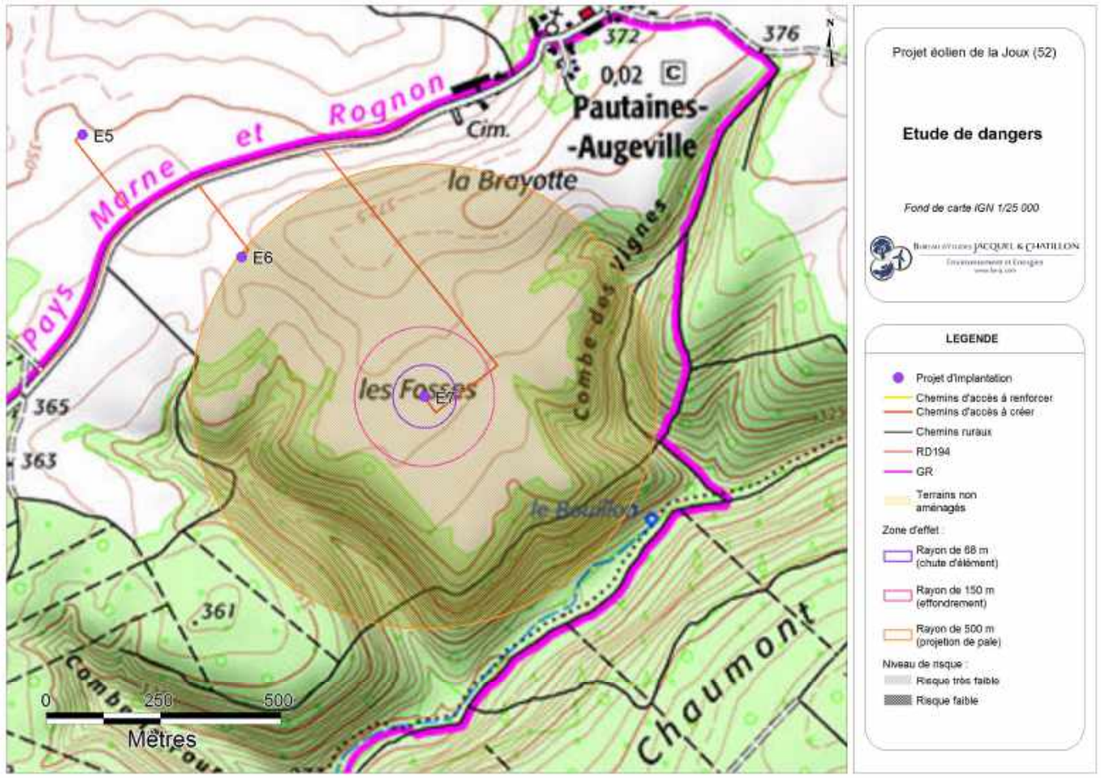


Carte 34 : Éolienne n°6 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Chute de glace	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « A »	**Risque faible (acceptable)**
Projection de glace	Rayon de 346.50 m *(1.5 x (H + 2 x R))*	Exposition modérée	< 10 personnes	Gravité sérieuse	Classe « B »	**Risque faible (acceptable)**

Tableau 72 : Éolienne n°6 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)

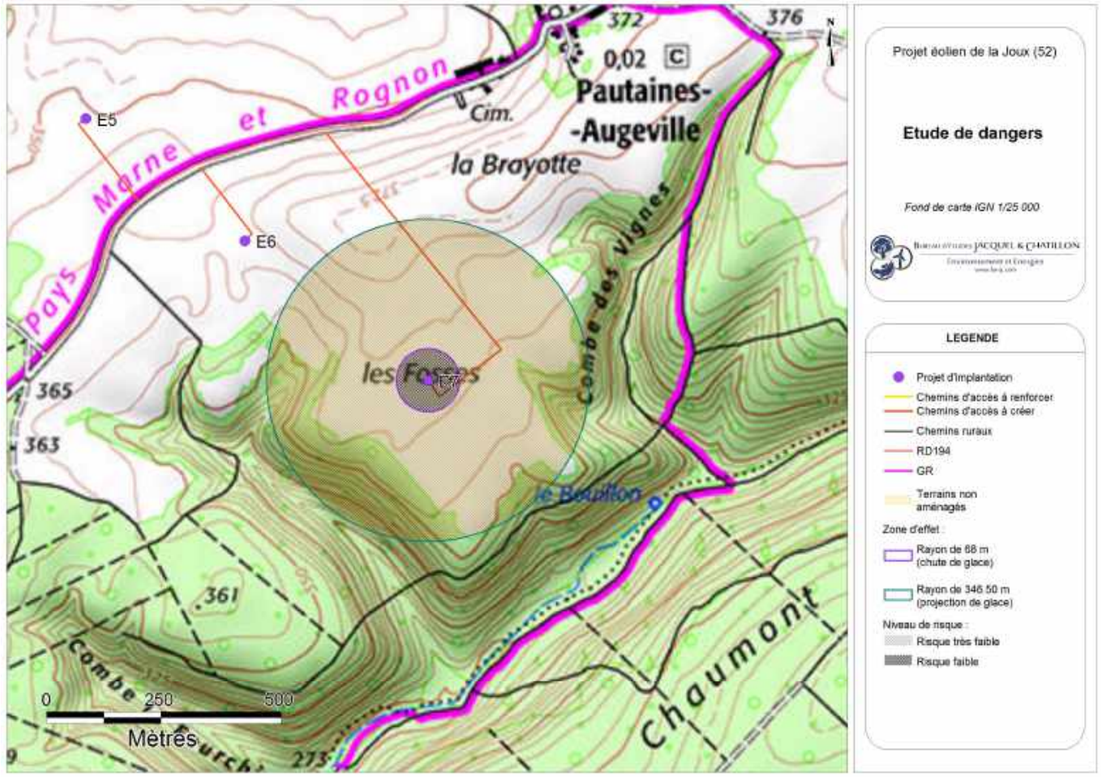
VII.3.3.1. Cartographie des risques pour l'éolienne n°7



Carte 35 : Éolienne n°7 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Effondrement de l'éolienne	Rayon de 150 m *(hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)*	Exposition forte	< 1 personne	Gravité sérieuse	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**
Chute d'élément de l'éolienne	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « C »	**Risque très faible (acceptable)**
Projection de pale ou de fragment de pale	Rayon de 500 m	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « D »	**Risque très faible (acceptable)**

Tableau 73 : Éolienne n°7 – Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'élément de l'éolienne, et à la projection de pale ou de fragment de pale (Source : d'après l'INERIS)



Carte 36 : Éolienne n°7 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Scénario	Zone d'effet	Intensité	Personnes permanentes comptées	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Chute de glace	Rayon de 68 m *(zone de survol des pales)*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « B »	**Risque très faible (acceptable)**
Projection de glace	Rayon de 346.50 m *(1.5 x (H + 2 x R))*	Exposition modérée	< 1 personne	Gravité modérée	Classe « B »	**Risque très faible (acceptable)**

Tableau 74 : Éolienne n°7 – Risques liés à la chute et à la projection de glace (Source : d'après l'INERIS)

CHAPITRE VIII.
CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS

L'étude de dangers permet d'identifier les principaux risques d'accidents concernant les éoliennes. Les cinq scénarios retenus pour l'analyse détaillée des risques sont :

- Effondrement de l'éolienne,
- Chute de glace,
- Chute d'élément de l'éolienne,
- Projection de pale ou de fragment de pale,
- Projection de glace.

Chaque scénario est caractérisé par une zone d'effet, une intensité, une gravité (incluant un nombre de personnes permanentes présentes dans la zone d'effet), une probabilité d'occurrence et un niveau de risque. Tous ces paramètres sont établis en s'appuyant sur le guide de l'INERIS (mai 2012), qui repose notamment sur les retours d'expérience en France et dans le monde. L'utilisation d'une matrice de criticité (circulaire du 10 mai 2010) permet enfin de conclure sur l'acceptabilité du risque pour chacun des scénarios envisagés.

Pour le projet éolien de la Joux les niveaux de risques et l'acceptabilité de ces risques pour chaque scénario retenu sont les suivants :

Scénario	Niveau de risque	Acceptabilité du risque
Effondrement de l'éolienne	Risque très faible	Risque acceptable
Chute de glace	Risque faible	Risque acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Risque très faible	Risque acceptable
Projection de pale ou de fragment de pale	Risque très faible	Risque acceptable
Projection de glace	Risque très faible (E1, E2, E3 et E7) à faible (E4, E5 et E6)	Risque acceptable

Tableau 75 : Synthèse des risques pour les scénarios retenus (Source : d'après l'INERIS)

Pour prévenir ou limiter les conséquences de ces phénomènes dangereux, des mesures de maîtrise des risques sont mises en place au niveau des éoliennes :

- Contrôle régulier des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex. : brides, joints, etc.),
- Procédures qualité,
- Procédures maintenance,
- Installation d'une classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents,
- Système de détection et d'adaptation aux conditions climatiques particulières : formation de glace, vents forts (dispositif de diminution de la prise au vent et d'arrêt automatique).

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 installations font l'objet de mesures réduisant significativement l'ensemble des risques majeurs étudiés, garantissant <u>pour toutes les éoliennes du projet éolien de la Joux un niveau de risque acceptable pour tous les scénarios retenus</u> dans la présente étude de dangers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Arrêté du 26 août 2011** relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
- **Arrêté du 29 septembre 2005** relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- **BENGT TAMMELIN et al., 2000** – *Wind energy production in cold climate (WECO), Final report*, Finnish Meteorological Institute
- **BRAAM H., VAN MULEKOM G.J., SMIT R.W., 2005** – *Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands*
- **CAITHNESS WINDFARM INFORMATION FORUM, mars 2011** – *Wind Turbine Accident data*
- **CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, 2006** – *Permitting setback requirements for wind turbine in California*
- **Circulaire du 10 mai 2010** récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la Loi du 30 juillet 2003
- **GUILLET R., LETEURTROIS J.P., juillet 2004** – *Rapport sur la sécurité des installations éoliennes*, Conseil Général des Mines
- **INERIS, 2011** – *L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience*
- **INERIS, 2005** – *Oméga 10 : évaluation des barrières techniques de sécurité*
- **NARVIK UNIVERSITY COLLEGE, novembre 2005** – *Wind energy in the BSR : impacts and causes of icing on wind turbines*
- **NF EN 61400-1, juin 2006** – *Éoliennes - Partie 1 : Exigences de conception*
- **SEIFERT H., WESTERHELLWEG A., KRÖNING J., avril 2003** – *Risk analysis of ice throw from wind turbines*
- **VEENKER INGENIEURGESELLSCHAFT, 2004** – *Specification of minimum distances*
- **WINDTEST KAISER-WILHELM-KOOG, août 2010** – *Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project : case study*

GLOSSAIRE

Les définitions ci-dessous sont reprises de la circulaire du 10 mai 2010. Ces définitions sont couramment utilisées dans le domaine de l'évaluation des risques en France.

Accident : Événement non désiré résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

Cinétique : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables (cf. Articles 5 à 8 de l'Arrêté du 29 septembre 2005). Dans le tableau d'analyse préliminaire des risques, la cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les enjeux ont le temps d'être mis en sécurité. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

Danger : Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance, à un système technique, à une disposition, à un organisme, de nature à entraîner un dommage sur un élément vulnérable (sont ainsi rattachées à la notion de danger les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc., inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible qui caractérisent le danger).

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

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

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

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

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

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projection). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables (ou enjeux) humains ou matériels. Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'Arrêté du 29 septembre 2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés.

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

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

Potentiel de danger : Système ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) danger(s) ; dans le domaine des risques technologiques un potentiel de danger correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

Prévention : Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

Probabilité d'occurrence : Au sens de l'Article L. 512-1 du Code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.

Protection : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.

Réduction du risque : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité et/ou les conséquences négatives (ou dommages) associés à un risque. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

- Réduction de la probabilité (réduction du risque à la source) : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité,
- Réduction de l'intensité (réduction du risque à la source) : par action sur le potentiel de danger, par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
- Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables, par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence.

Risque : Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences, et/ou combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité.

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

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

ANNEXES

ANNEXE I : ARRETE DU 26 AOUT 2011 RELATIF AUX INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'ELECTRICITE UTILISANT L'ENERGIE MECANIQUE DU VENT AU SEIN D'UNE INSTALLATION SOUMISE A AUTORISATION AU TITRE DE LA RUBRIQUE 2980 DE LA LEGISLATION DES INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement

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

NOR : DEVP1119348A

La ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement,

Vu la directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines ;

Vu le code de l'environnement, notamment le titre Ier de son livre V ;

Vu le code de l'aviation civile ;

Vu le code des transports ;

Vu le code de la construction et de l'habitation ;

Vu l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement ;

Vu l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;

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

Vu l'arrêté du 10 octobre 2000 fixant la périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications ;

Vu l'avis des organisations professionnelles concernées ;

Vu l'avis du conseil supérieur de la prévention des risques technologiques du 28 juin 2011 ;

Vu l'avis du conseil supérieur de l'énergie du 8 juillet 2011 ;

Arrête :

Article 1er

Le présent arrêté est applicable aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées.

L'ensemble des dispositions du présent arrêté s'appliquent aux installations pour lesquelles une demande d'autorisation est déposée à compter du lendemain de la publication du présent arrêté ainsi qu'aux extensions ou modifications d'installations existantes régulièrement mises en service nécessitant le dépôt d'une nouvelle demande d'autorisation en application de l'article R. 512-33 du code de l'environnement au-delà de cette même date. Ces installations sont dénommées « nouvelles installations » dans la suite du présent arrêté.

Pour les installations ayant fait l'objet d'une mise en service industrielle avant le 13 juillet 2011, celles ayant obtenu un permis de construire avant cette même date ainsi que celles pour lesquelles l'arrêté d'ouverture d'enquête publique a été pris avant cette même date, dénommées « installations existantes » dans la suite du présent arrêté :

- les dispositions des articles de la section 4, de l'article 22, et des articles de la section 6 sont applicables au 1er janvier 2012 ;
- les dispositions des articles des sections 2, 3 et 5 (à l'exception de l'article 22) ne sont pas applicables aux installations existantes.

Section 1
Généralités

Article 2

Au sens du présent arrêté on entend par :

Point de raccordement : point de connexion de l'installation au réseau électrique. Il peut s'agir entre autre d'un poste de livraison ou d'un poste de raccordement. Il constitue la limite entre le réseau électrique interne et externe.

Mise en service industrielle : phase d'exploitation suivant la période d'essais et correspondant à la première fois que l'installation produit de l'électricité injectée sur le réseau de distribution.

Survitesse : vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

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

Emergence : la différence entre les niveaux de pression acoustiques pondérés « A » du bruit ambiant (installation en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'installation).

Zones à émergence réglementée :

- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'autorisation pour les installations nouvelles ou à la date du permis de construire pour les installations existantes, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse) ;

- les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation pour les installations nouvelles ou à la date du permis de construire pour les installations existantes ;
- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont fait l'objet d'une demande de permis de construire, dans les zones constructibles définies ci-dessus, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse), à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles, lorsque la demande de permis de construire a été déposée avant la mise en service industrielle de l'installation.

Périmètre de mesure du bruit de l'installation : périmètre correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini comme suit :

R = 1,2 x (hauteur de moyeu + longueur d'un demi-rotor).

Section 2
Implantation

Article 3

L'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de :

- 500 mètres 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 ;
- 300 mètres d'une installation nucléaire de base visée par l'article 28 de la loi n°2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire ou d'une installation classée pour l'environnement soumise à l'arrêté du 10 mai 2000 susvisé en raison de la présence de produits toxiques, explosifs, comburants et inflammables.

Cette distance est mesurée à partir de la base du mât de chaque aérogénérateur.

Article 4

L'installation est implantée de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens.

A cette fin, les aérogénérateurs sont implantés dans le respect des distances minimales d'éloignement indiquées ci dessous sauf si l'exploitant dispose de l'accord écrit du ministère en charge de l'aviation civile, de l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens ou de l'autorité portuaire en charge de l'exploitation du radar.

	Distance minimale d'éloignement en kilomètres
Radar météorologique	
- Radar de bande de fréquence C	20
- Radar de bande de fréquence S	30
- Radar de bande de fréquence X	10
Radar de l'aviation civile	
- Radar primaire	30
- Radar secondaire	16
- VOR (Visual Omni Range)	15
Radar des ports (navigations maritimes et fluviales)	
Radar portuaire	20
Radar de centre régional de surveillance et de sauvetage	10

En outre les perturbations générées par l'installation ne gênent pas de manière significative le fonctionnement des équipements militaires. A cette fin l'exploitant implante les aérogénérateurs selon une configuration qui fait l'objet d'un accord écrit des services de la zone aérienne de défense compétente sur le secteur d'implantation de l'installation concernant le projet d'implantation de l'installation.

Les distances d'éloignement indiquées ci-dessus feront l'objet d'un réexamen dans un délai n'excédant pas 18 mois en fonction des avancées technologiques obtenues.

Article 5

Afin de limiter l'impact sanitaire lié aux effets stroboscopiques, lorsqu'un aérogénérateur est implanté à moins de 250 mètres d'un bâtiment à usage de bureaux, l'exploitant réalise une étude démontrant que l'ombre projetée de l'aérogénérateur n'impacte pas plus de 30 heures par an et une demi-heure par jour le bâtiment.

Article 6

L'installation est implantée de telle sorte que les habitations ne sont pas exposées à un champ magnétique émanant des aérogénérateurs supérieur à 100 microteslas à 50-60 Hz.

Section 3
Dispositions constructives

Article 7

Le site dispose en permanence d'une voie d'accès carrossable au moins pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours.

Cet accès est entretenu.

Les abords de l'installation placés sous le contrôle de l'exploitant sont maintenus en bon état de propreté.

Article 8

L'aérogénérateur est conforme aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté. L'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

En outre l'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation est conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation.

Article 9

L'installation est mise à la terre. Les aérogénérateurs respectent les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010). L'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

Les opérations de maintenance incluent un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.

Article 10

Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respectent 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 auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé.

Article 11

Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions réglementaires 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.

Section 4
Exploitation

Article 12

Au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les 10 ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs.

Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole.

Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées.

Article 13

Les personnes étrangères à l'installation n'ont pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs.

Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non-autorisées d'accéder aux équipements.

Article 14

Les prescriptions à observer par les tiers sont affichées soit en caractères lisibles soit au moyen de pictogrammes sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement. Elles concernent notamment :

- les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ;
- l'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur ;
- la mise en garde face aux risques d'électrocution ;
- la mise en garde, le cas échéant, face au risque de chute de glace.

Article 15

Avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalise des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent :

- un arrêt ;
- un arrêt d'urgence ;
- un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime.

Suivant une périodicité qui ne peut excéder 1 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.

Article 16

L'intérieur de l'aérogénérateur est maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables est interdit.

Article 17

Le fonctionnement de l'installation est assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques présentés par l'installation, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours.

Article 18

Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pâles et un contrôle visuel du mât.

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.

Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

Article 19

L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. L'exploitant tient à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

Article 20

L'exploitant élimine ou fait éliminer les déchets produits dans des conditions propres à garantir les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement. Il s'assure que les installations utilisées pour cette élimination sont régulièrement autorisées à cet effet.

Le brûlage des déchets à l'air libre est interdit.

Article 21

Les déchets non dangereux (par exemple bois, papier, verre, textile, plastique, caoutchouc) et non souillés par des produits toxiques ou polluants sont récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées.

Les seuls modes d'élimination autorisés pour les déchets d'emballage sont la valorisation par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir des matériaux utilisables ou de l'énergie. Cette disposition n'est pas applicable aux détenteurs de déchets d'emballage qui en produisent un volume hebdomadaire inférieur à 1 100 litres et qui les remettent au service de collecte et de traitement des collectivités.

Section 5
Risques

Article 22

Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes indiquent :

- les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation ;
- les limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt ;
- les précautions à prendre avec l'emploi et le stockage de produits incompatibles ;
- les procédures d'alertes avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours.

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

Article 23

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

L'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné est 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.

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

Article 24

Chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, notamment :

- d'un système d'alarme qui peut être couplé avec le dispositif mentionné à l'article 23 et qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées à l'article 22 dans un délai de 60 minutes ;
- d'au moins deux extincteurs situés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façon bien visible et facilement accessibles. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Cette disposition ne s'applique pas aux aérogénérateurs ne disposant pas d'accès à l'intérieur du mât.

Article 25

Chaque aérogénérateur est équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur est mis à l'arrêt dans un délai maximal de 60 minutes. L'exploitant définit une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales. Cette procédure figure parmi les consignes de sécurité mentionnées à l'article 22.

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

Cet article n'est pas applicable aux installations implantées dans les départements où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C.

Section 6
Bruit

Article 26

L'installation est construite, équipée et exploitée de façon telle que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage.

Les émissions sonores émises par l'installation ne sont pas à l'origine, dans les zones à émergence réglementée, d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles définies dans le tableau suivant :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée incluant le bruit de l'installation	Emergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures	Emergence admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures
Sup à 35 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Les valeurs d'émergence mentionnées ci-dessus peuvent être augmentées d'un terme correctif en dB (A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit de l'installation égal à:

- Trois pour une durée supérieure à 20 minutes et inférieure ou égale à 2 heures ;
- Deux pour une durée supérieure à 2 heures et inférieure ou égale à 4 heures ;
- Un pour une durée supérieure à 4 heures et inférieure ou égale à 8 heures ;
- Zéro pour une durée supérieure à 8 heures.

En outre, le niveau de bruit maximal est fixé à 70dB(A) pour la période jour et de 60 dB(A) pour la période nuit. Ce niveau de bruit est mesuré en n'importe quel point du périmètre de mesure du bruit défini à l'article 2. Lorsqu'une zone à émergence réglementée se situe à l'intérieur du périmètre de mesure du bruit, le niveau de bruit maximal est alors contrôlé pour chaque aérogénérateur de l'installation à la distance R définie à l'article 2. Cette disposition n'est pas applicable si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe de l'arrêté du 23 janvier 1997 susvisé, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 pour cent de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne définies dans le tableau ci-dessus.

Lorsque plusieurs installations classées, soumises à autorisation au titre de rubriques différentes, sont exploitées par un même exploitant sur un même site, le niveau de bruit global émis par ces installations respecte les valeurs limites ci-dessus.

Article 27

Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'installation sont conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier sont conformes à un type homologué.

L'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (par exemple sirènes, avertisseurs, haut-parleurs), gênant pour le voisinage, est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents.

Article 28

Lorsque des mesures sont effectuées pour vérifier le respect des présentes dispositions, elles sont effectuées selon les dispositions de la norme NF 31-114 dans sa version en vigueur six mois après la publication du présent arrêté ou à défaut selon les dispositions de la norme NFS 31-114 dans sa version de juillet 2011.

Article 29

Entre le deuxième et le troisième alinéa de l'article 1er de l'arrêté du 23 janvier 1997 susvisé, il est inséré un alinéa rédigé comme suit :

« - des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 et visées par l'arrêté du [date de l'arrêté]. »

Article 30

Entre le neuvième et le dixième alinéa de l'article 1er de l'arrêté du 2 février 1998 susvisé, il est inséré un alinéa rédigé comme suit :

« - des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent ; »

Article 31

Le directeur général de la prévention des risques est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 26 août 2011.

Signé
Pour la ministre et par délégation :
Le directeur général de la prévention des risques,
L Michel

ANNEXE II : METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE

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

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation, de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces…) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée. D'autre part, cette méthode permet ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques.

- **Terrains non bâtis :**
  - Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais…) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.
  - Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plates-formes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage…) : compter 1 personne par tranche de 10 ha.
  - Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin)…) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes par ha.

- **Voies de circulation :**
  - Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes. En effet, les voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules/jour) sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

- **Voies de circulation automobile :**
  - Dans le cas général, on comptera 0.4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour (cf. Tableau 76).
  - *Exemple : 20 000 véhicules/jour sur un tronçon de 500 m : 0.4 × 0.5 × 20 000/100 = 40 personnes.*

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

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

Tableau 76 : Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes (Source : INERIS)

- **Voies ferroviaires (trains de voyageurs) :**
  - Compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0.4 personne permanente par kilomètre et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie.

- **Voies navigables :**
  - Compter 0.1 personne permanente par kilomètre exposé et par péniche/jour.

- **Chemins et voies piétonnes :**
  - Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée (les personnes les fréquentant sont en effet déjà comptées comme habitants ou salariés exposés).
  - Pour les chemins de promenade et de randonnée : compter 2 personnes par kilomètre par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

- **Logements :**
  - Compter la moyenne INSEE par logement (et par défaut : 2.5 personnes), sauf si les données locales indiquent une valeur différente.

- **Établissements recevant du public (ERP) :**
  - Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisirs, religieux, grands centres commerciaux, etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du Code de la construction et de l'habitation), sans compter leurs routes d'accès le cas échéant.
  - Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante : compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ; compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste. Ces chiffres peuvent être remplacés par des chiffres issus du retour d'expérience local sous condition qu'ils restent représentatifs du maximum de personnes présentes et que la source du chiffre soit soigneusement justifiée.
  - *Une distance d'éloignement de 500 m aux habitations est imposée par la loi. La présence d'habitations ou d'ERP se rencontrera donc peu en pratique.*

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

ANNEXE III : SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques présenté dans l'étude de danger peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.

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

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

Scénario G01

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

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

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

Scénario G02

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

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

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

Les éventuels incendies interviendront dans le cas où plusieurs conditions seraient réunies (ex. : foudre + défaillance du système parafoudre).

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

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

- Concernant le défaut de conception et fabrication : contrôle qualité,
- Concernant le non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : formation du personnel intervenant, contrôle qualité (inspections),
- Concernant les causes externes dues à l'environnement : mise en place de solutions techniques visant à réduire l'impact.

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

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

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

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

Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée. En revanche, en cas de perte de communication pendant une longue durée, le superviseur du parc éolien concerné dispose de plusieurs alternatives dont deux principales :

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

Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

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

Une attention particulière est à porter aux mesures préventives des parcs présents dans des zones protégées au niveau environnemental, notamment en cas de présence de périmètres de protection de captages d'eau potable. Dans ce dernier cas, un hydrogéologue agréé devra se prononcer sur les mesures à prendre en compte pour préserver la ressource en eau.

Scénario F01

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

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

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance,
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances,
- Procédure de gestion des situations d'urgence.

Deux événements peuvent être aggravants :

- Écoulement de ces produits le long des pales de l'éolienne, surtout si celle-ci est en fonctionnement.
- Présence d'une forte pluie qui dispersa rapidement les produits vers puis dans le sol.

Scénario F02

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

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

- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits,
- Mise à disposition de kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence.

Un événement peut être aggravant : la présence d'une forte pluie qui dispersa rapidement les produits vers puis dans le sol.

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

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

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

Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)

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

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

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

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

Scénario P01

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

Scénario P02

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

La maintenance constituera une mesure préventive (inspections régulières des pales, et réparations si nécessaire). L'infiltration d'eau et la formation de glace dans une fissure, les vents violents, l'emballement de l'éolienne constitueront des facteurs aggravants.

- **Scénarios P03**

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

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

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

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

ANNEXE IV : PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

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

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

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

- P_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = <u>probabilité de départ</u>
- $P_{orientation}$ = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)
- $P_{rotation}$ = probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)
- $P_{atteinte}$ = probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation)
- $P_{présence}$ = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

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

Le Tableau 77 récapitule les probabilités d'atteinte en fonction de l'événement redouté central.

Événement redouté central	Borne supérieure de la classe de probabilité *(pour les éoliennes récentes)*	Degré d'exposition	Probabilité d'atteinte
Effondrement	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Chute de glace	1	5×10^{-2}	5×10^{-2} (A)
Chute d'éléments de l'éolienne	10^{-3}	1.8×10^{-2}	1.8×10^{-5} (D)
Projection de pale ou de fragment de pale	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Projection de glace	10^{-2}	1.8×10^{-6}	1.8×10^{-8} (E)

Tableau 77 : Probabilités d'atteinte en fonction de l'événement redouté central (Source : INERIS)

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

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

ANNEXE V : TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	2000	Port-la-Nouvelle	Aude	0.5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0.75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	Inconnue	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0.4	1997	Non	Bris de pale et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port-la-Nouvelle – Sigean	Aude	0.66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1.46 m, s'est plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian – Grande Garrigue	Aude	0.85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête et dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0.75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0.75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne-sur-Mer	Pas-de-Calais	0.75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0.3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ – Site du Télégraphe	Finistère	0.3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1.5 et 2.5 m à 50 m, mât intact	Tempête et problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest-France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ – Site du Télégraphe	Finistère	0.3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1.5 et 2.5 m à 50 m, mât intact	Tempête et problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest-France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0.75	2003	Non	Bris de trois pales	Inconnue	Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale et incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0.75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004)	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0.4	1997	Non	Bris de pale	Inconnue	Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ – Site du Télégraphe	Finistère	0.3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Site FED Articles de presse (Ouest France)	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0.66	2001	Oui	Acte de malveillance : explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. Sur l'une le feu s'est propagé jusqu'à la nacelle	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0.08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137 km/h)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1.5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0.66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Inconnue	Site FED	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1.3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation	Article de presse (Le Télégramme)	-
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	0.3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête et système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable dans l'étude de dangers : événement unique et sans répercussion sur les personnes
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1 000 m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée – Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre et défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain du 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture de pale	26/12/2008	Raival – Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale	Inconnue	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2.75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	08/06/2009	Bolléne	Vaucluse	2.3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond – Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0.15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord du 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port-la-Nouvelle	Aude	0.2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entrainant la chute de l'ensemble	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0.75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire-Atlantique	2.3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. Intervention du GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave	Inconnue	SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau. Aucun blessé	Inconnue	Article de presse (Le Bien Public du 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2.5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2.3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts limités et restreints au pied de la tour	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0.75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne)	Tempête et panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord du 06/01/2012) Interne exploitant	-
Arc électrique	06/02/2012	Lehaucourt	Aisne	2.5	2007	Oui	Un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un gravement (brûlures aux mains et au visage) et l'autre légèrement (brûlures aux mains)	Inconnue	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	11/04/2012	Sigean	Aude	0.66	2000	Non	Les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m	Impact de foudre sur l'éolienne	Base de données ARIA	-
Effondrement	30/05/2012	Port-la-Nouvelle	Aude	0.2	1991	Non	Effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut	Des rafales de vent atteignent les 130 km/h	Base de données ARIA	-
Chute d'élément	01/11/2012	Vieillespesse	Cantal	2.5	2011	Oui	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât	Inconnue	Base de données ARIA	-
Incendie	05/11/2012	Sigean	Aude	0.66	2000	Non	Un feu se déclare sur une éolienne. Des projections incandescentes enflamment 80 m² de garrigue environnante. Chute d'une pale	Un dysfonctionnement de disjoncteur situé sur l'éolienne a entraîné la propagation de courants de court circuit faisant fondre les câbles	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	0.66	2001	Non	A la suite d'un défaut de vibration détecté, une éolienne se met à l'arrêt. Des techniciens trouvent au sol l'une des pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât	Inconnue	Base de données ARIA	-
Incendie	17/03/2013	Euvy	Marne	2.5	2011	Oui	Un feu est signalé dans la nacelle d'une éolienne. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. 450 l. d'huile de boîte de vitesse d'écoulent	Défaillance électrique	Base de données ARIA	-
Arc électrique	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche	0.9	2009	Oui	Un impact de foudre endommage une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées	Incursion d'un arc électrique dans la pale	Base de données ARIA	-
Maintenance	01/07/2013	Cambon-et-Salvergues	Hérault	1.3	2006	Oui	En maintenance dans le hub d'une éolienne un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement	Dépressurisation brutale de l'azote dans un accumulateur projetant une partie de la vanne au visage de l'opérateur	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	2.5	2013	Oui	Un feu se déclare au niveau de la partie moteur d'une éolienne ; la nacelle est détruite	Inconnue	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	0.66	2001	Non	Les techniciens de maintenance retrouvent une pale de 20 m au pied du mât	Des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée « alu-ring »située à la base de la pale	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	14/11/2014	Saint-Cirgues-en-Montagne	Ardèche	2.05	2011	Oui	La pale d'une éolienne chute lors d'un orage ; certains débris sont projetés à 150 m	Des rafales de vent atteignent les 130 km/h	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	05/12/2014	Fitou	Aude	1.3	2002	Non	Des techniciens de maintenance constatent l'extrémité d'une pale d'éolienne au sol ; il s'agit d'une des 2 parties (3 m) de l'aérofrein de la pale, elle est retrouvée à 80 m du mât	Défaillance matérielle ou décollage sur les plaques en fibre de verre	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	2.3	2015	Oui	Un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée. Des employés constatent la présence de flammes et de fumée. Ils alertent les pompiers. A cause des fumées, ces derniers ne parviennent pas à approcher de la source de l'incendie. Ils doivent attendre leur dissipation avant de réussir à progresser dans l'éolienne et d'éteindre finalement l'incendie.	Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie	Base de données ARIA	L'éolienne n'était pas encore en exploitation, mais en phase de test. L'exploitant prévoit de tester la qualité de l'isolation de tous les câbles de puissance avant la mise en service. Il prévoit également de réaliser des mesures thermiques sur tous les câbles de puissance à 80% de leur charge nominale.
Incendie	06/02/2015	Lusseray	Deux-Sèvres	2.0	2011	Oui	Un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs.	Défaillance électrique	Base de données ARIA	-
Incendie	24/08/2015	Santilly	Eure-et-Loir	2.5	2007	Oui	Un feu se déclare sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur. La nacelle étant trop haute pour la grande échelle des pompiers, ces derniers décident de laisser brûler le foyer sous surveillance. Les chemins menant à l'éolienne sont interdits à la circulation.	Inconnue	Base de données ARIA	-
Chute de rotor	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	1.5	2007	Oui	Les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé. De l'huile s'en écoule mais reste confinée dans la rétention. Le centre de supervision à distance du parc constate la perte de communication avec l'éolienne. Il la découple du réseau. Le lendemain, les agents de maintenance constatent sur place la rupture du rotor. Ils sécurisent la zone. Les 6 autres éoliennes du parc sont mises à l'arrêt. Les débris, disséminés sur 4000 m², sont ramassés.	Défaillance de l'arbre lent, qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice. Elle trouverait son origine dans un défaut de fabrication de la pièce	Base de données ARIA	-
Chute d'élément	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude	2.3	2014	Oui	L'aérofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol	Un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein (système à câble) se serait rompu	Base de données ARIA	-
Chute de pale	08/02/2016	Dineault	Finistère	0.3	1999	Non	Lors d'une tempête, des vents à 160 km/h endommagent une éolienne : une pale chute au sol, une autre se déchire. La pale rompue est retrouvée à 40 m du pied du mat.	Des rafales de vent atteignent les 160 km/h	Base de données ARIA	-

ANNEXE VI : PRINCIPAUX AVIS DES ORGANISMES ET ADMINISTRATIONS CONTACTES

Gmail

Mael Sonrier <msonrier@gmail.com>

courrier projet éolien

LORION Thierry <thierry.lorion@rte-france.com> 2 août 2016 à 16:50
À : Mael Sonrier <mael.sonrier@calyce-developpement.fr>

Bonjour,

Seule la zone projet concernant Annonville / Epizon est impactée par la présence de la ligne à 225kV FRONCLES – EPIZON – MUREMONT portées pylône 46 à 50.

En premier lieu, l'arrêté interministériel du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire le transport et la distribution d'énergie électrique ne fixe pas expressément une distance minimale spécifique entre les éoliennes et nos ouvrages électriques. Toutefois, si l'on se réfère à l'article 26 de cet arrêté relatif à la « distance aux arbres et obstacles divers », il s'avère que le projet présenté respecte la distance prévue pour ces « obstacles divers ».

Compte tenu de l'importance que revêt une ligne électrique pour le bon fonctionnement et la sécurité du réseau public de transport, RTE estime qu'il serait hautement souhaitable qu'une distance supérieure à la hauteur des éoliennes (pales comprises) soit respectée entre ces dernières et le conducteur le plus proche de notre ligne et ce, afin de limiter les conséquences graves d'une chute ou de la projection de matériaux pour la sécurité des personnes et des biens. Nous attirons votre attention sur le fait qu'en cas de chute ou de projection de matériaux causant des dommages à notre réseau ou à des tiers, votre responsabilité serait susceptible d'être engagée.

Compte tenu du balancement des conducteurs, l'emprise totale d'une ligne est différente d'une portée à l'autre pour un même ouvrage, en fonction de la longueur de la portée entre chaque support et du paramètre de réglage de celle-ci.

Cependant nous vous préconisons de prendre en compte en zone de sécurité **d'une largeur de 35 mètres de part et d'autre de l'axe des lignes de niveau de tension 225kV.**

Par conséquent nous vous préconisons de vous éloigner d'une distance de 235,00 mètres par rapport à l'axe de nos ouvrages 225kV. Nous vous remercions de bien vouloir tenir compte de cette « contrainte technique » dans le cadre de l'instruction du futur permis de construire.

RTE GMR Champagne Morvan devra être consulté dans le cadre du projet et de la démarche administrative du permis de construire.

En second lieu, les entrepreneurs à qui seront confiés les travaux devront impérativement respecter l'obligation d'établir une déclaration de projet de travaux ainsi qu'une déclaration d'intention de commencement de travaux conformément aux articles L. 554-1 et suivants et R. 554-1 à 554-38 du Code de l'Environnement au moins un mois avant le commencement des travaux.

Cette réponse n'est valable que pour les ouvrages exploités par RTE à l'exclusion de ceux dépendants d'autres gestionnaires de réseaux (ERDF et autres).

Restant à votre entière disposition, nous vous prions d'agréer, Madame, l'expression de nos salutations distinguées.

Cordialement.

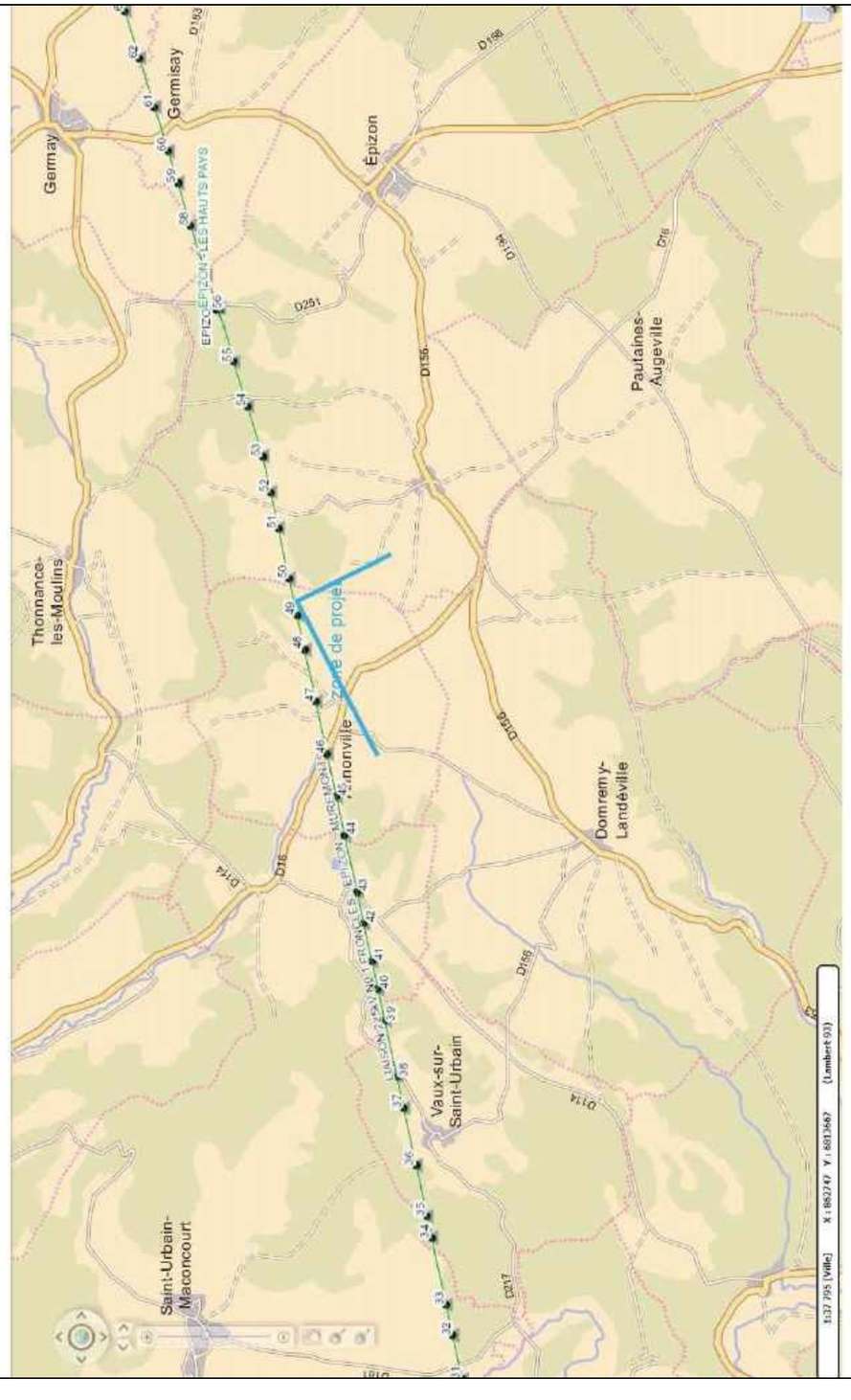
Rte
Réseau de transport d'électricité

Thierry LORION
Assistant technique
RTE Centre de Maintenance Nancy
GMR Champagne Morvan
route de Luyeres B.P.29
10150 Cranay Près Troyes
thierry.lorion@RTE-FRANCE.COM
Tel : 03 25 76 43 32 ou 0685 900 789

De : Mael Sonrier [mailto:mael.sonrier@calyce-developpement.fr]
Envoyé : lundi 25 avril 2016 16:02
À : LORION Thierry <thierry.lorion@rte-france.com>
Cc : KAMINSKI Brice <brice.kaminski@rte-france.com>
Objet : Re: courrier projet éolien

[Texte des messages précédents masqué]
[Texte des messages précédents masqué]

projet éolien zone Annonvile Epizon.pdf
114K



GRTgaz Direction des Opérations
Pôle Exploitation Nord Est
Département Maintenance, Données et Travaux Tiers
Boulevard de la République
BP 34
62232 Annezin

GRTgaz

CALYCE DEVELOPPEMENT
42 rue de Champagne
51240 VITRY LA VILLE

VOS RÉF. Courrier du 10/11/2015
NOS RÉF. P15-2086
INTERLOCUTEUR Régis DICHAMP (tél : 03.83.50.43.03)
OBJET Demande de servitudes concernant un projet éolien en Haute Marne - 52

Annezin, le 15/12/15

Madame, Monsieur,

Nous accusons réception de votre dossier en date du 24/11/2015 concernant votre projet ci-dessus référencé.

Nous vous informons que nous n'exploitons pas d'ouvrage de transport de gaz à proximité de votre zone de travaux.

Restant à votre disposition pour tout complément que vous jugeriez utile, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos salutations distinguées.

Patrice DUBOURG
Responsable du Département Maintenance, Données et Travaux Tiers

PS : Veuillez prendre note, que les projets liés à l'urbanisme sont à envoyer.

GRTgaz – DO - PENE
DMDTT – CTT Urbanisme
Boulevard de la République BP 34
62232 Annezin
Tel. 03.21.64.79.29

Page 1 sur 1