

# DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE

Maître d'Ouvrage :  
**SAS Parc Éolien des Portes de Champagne II**

Maître d'Ouvrage délégué :  
**EDF Renouvelables**



## **Parc Éolien des Portes de Champagne II**

### **Pièce 4 - Etude de dangers**



Cœur Défense - Tour B  
100, esplanade de Général de Gaulle  
92932 PARIS LA DÉFENSE CEDEX  
+33 1 40 90 23 00

ENVIROSCOP  
27 rue André MARTIN  
76710 MONTVILLE  
Tél. 0952 081 201

Décembre 2019

Date

Novembre 2020

Date de mise à jour  
suite à la demande de compléments

EDF Renouvelables France, filiale nationale de EDF Renouvelables  
a initié un projet éolien sur les communes de La Forestière et Les Essarts-le-Vicomte (51),  
pour le compte de la SAS PARC EOLIEN DES PORTES DE CHAMPAGNE II.

**Maître d'ouvrage :** SAS PARC EOLIEN DES PORTES DE  
CHAMPAGNE II

**Assistance à maîtrise d'ouvrage :** EDF Renouvelables France



**Adresse de correspondance**

Chez EDF Renouvelables France  
A l'attention de Tanguy COLLIN  
Cœur Défense - Tour B  
100, esplanade du Général de Gaulle  
92932 PARIS LA DEFENSE Cedex  
Tel : 01 41 02 78 64 / Fax : 01 40 90 23 41  
Mail : Tanguy.Collin@edf-re.fr

**Adresse du demandeur**

SAS PARC EOLIEN DES PORTES DE  
CHAMPAGNE II  
Chez EDF Renouvelables  
Cœur Défense Tour B  
100 Esplanade du Général de Gaulle  
92 932 PARIS LA DEFENSE Cedex

Références : Enviroscop, Décembre 2019. Etude de dangers du Parc Eolien des Portes de Champagne II (Communes de La Forestière et Les Essarts-le-Vicomte (51). Dossier d'autorisation environnementale. SAS PARC EOLIEN DES PORTES DE CHAMPAGNE II

Réalisation : Nathalie BILLER, ingénieure Environnement, SIG et paysage (chef de projet), Caroline JAMBON, ingénieure environnement. ENVIROSCOP, 27 rue André Martin 76710 MONTVILLE | Tél. +33°(0)952 081°201 | [contact@enviroscop.fr](mailto:contact@enviroscop.fr) | Société coopérative à responsabilité limitée, à capital variable | RCS : Rouen 498 711 290 / APE/NAF : 74 90 B

Rédaction de l'étude sur la base de la « Trame type de l'étude de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), examinée par la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR).  
Les illustrations du présent document, hors mention contraire, sont réalisées par Enviroscop, à partir de fonds cartographiques sous les licences suivantes : BD ORTHO® ©IGN 2014 Commande en ligne n°49984 « copie et reproduction interdites », Scan 25® ©IGN 2014 Commande n° 51576 « copie et reproduction interdites », Scan 100® ©IGN 2014 Commande n°51576 « copie et reproduction interdites ». BD Alti® 75m ©IGN PARIS-2008 licence ouverte ETALAB, BD Carthage® licence ouverte ETALAB, DREAL, DRAC, BRGM, SANDRE, données cadastrales du Ministère des Finances pour le bâti... licence ouverte ETALAB, Registre parcellaire graphique agricole licence ouverte ETALAB. open street map (OSM) licence libre ODbL.

## Sommaire

### A. PREAMBULE \_\_\_\_\_ 7

A.1. Objectif de l'étude de dangers _____	7
A.2. Contexte législatif et réglementaire _____	7
A.3. Nomenclature des installations classées _____	8
A.4. Cas des éoliennes et méthodologie _____	9

### B. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION 10

B.1. Renseignements administratifs _____	10
B.2. Localisation du site _____	10
B.3. Définition de l'aire d'étude _____	10

### C. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION \_\_\_\_\_ 14

C.1. Environnement humain _____	14
C.1 - 1. Zones urbanisées _____	14
C.1 - 2. Etablissements recevant du public (ERP) _____	16
C.1 - 3. Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base _____	16
C.1 - 4. Synthèse des enjeux humains dans l'environnement de l'installation _____	18
C.2. Environnement naturel _____	18
C.2 - 1. Contexte climatique _____	18
C.2 - 2. Risques naturels _____	19
C.3. Environnement matériel _____	24
C.3 - 1. Risques technologiques _____	24
C.3 - 2. Voies de communication _____	25
C.3 - 3. Réseaux publics et privés _____	25
C.4. Cartographie de synthèse _____	26

### D. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION \_\_\_\_\_ 32

D.1. Caractéristiques de l'installation _____	32
---	----

D.1 - 1. Caractéristiques générales d'un parc éolien _____	32
D.1 - 2. Caractéristiques du Parc Eolien des Portes de Champagne II _____	34
D.1 - 3. Composition de l'installation _____	34
D.2. Fonctionnement de l'installation _____	36
D.2 - 1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur _____	36
D.2 - 2. Fonctionnement des réseaux de l'installation _____	37
D.2 - 3. Autres réseaux _____	37
D.2 - 4. Dispositions constructives _____	37
D.2 - 5. Opérations de maintenance de l'installation _____	41
D.2 - 6. Stockage et flux de produits dangereux _____	42

### E. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION \_\_\_\_\_ 43

E.1. Potentiels de dangers liés aux produits _____	43
E.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation _____	45
E.3. Réduction des potentiels de dangers à la source _____	45
E.3 - 1. Principales actions préventives _____	45
E.3 - 2. Utilisation des meilleures techniques disponibles _____	46

### F. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE \_\_\_\_\_ 47

F.1. Inventaire des accidents et incidents en France _____	47
F.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international _____	48
F.3. Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant _____	50
F.4. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience _____	50
F.4 - 1. Analyse de l'évolution des accidents en France _____	50
F.4 - 2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents _____	51
F.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie _____	51

### G. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES \_\_\_\_\_ 52

G.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques _____	52
G.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques _____	52

G.3. Recensement des agressions externes potentielles	52
G.3 - 1. Agression externes liées aux activités humaines	53
G.3 - 2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels	54
G.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	54
G.5. Effets dominos	58
G.6. Mise en place des mesures de sécurité	58
G.7. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	63

## H. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES 64

H.1. Rappel des définitions	64
H.1 - 1. Cinétique	64
H.1 - 2. Intensité	65
H.1 - 3. Gravité	65
H.1 - 4. Probabilité	66
H.1 - 5. Niveau de risque	67
H.2. Caractérisation des scénarios retenus	67
H.2 - 1. Effondrement de l'éolienne	67
H.2 - 2. Chute de glace	70
H.2 - 3. Chute d'éléments de l'éolienne	71
H.2 - 4. Projection de pales ou de fragments de pales	73
H.2 - 5. Projection de glace	76
H.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques	79
H.3 - 1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés	79
H.3 - 2. Synthèse de l'acceptabilité des risques	80
H.3 - 3. Cartographie des risques	80

## I. CONCLUSION 86

## J. ANNEXES 87

J.1. Cadre méthodologique	87
J.1 - 1. Contexte de l'éolien	87
J.1 - 2. Application du régime des installations classées aux parcs éoliens	89
J.1 - 3. Réglementation relative à l'étude de dangers	89
J.1 - 4. Démarche générale de l'étude de dangers	91
J.2. Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne	93
J.2 - 1. Terrains non bâtis	93
J.2 - 2. Voies de circulation	93
J.2 - 3. Chemins et voies piétonnes	94
J.2 - 4. Logements	94
J.2 - 5. Etablissements recevant du public (ERP)	94
J.2 - 6. Zones d'activité	95
J.3. Tableau de l'accidentologie française	95
J.4. Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques	106
J.4 - 1. Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)	106
J.4 - 2. Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)	106
J.4 - 3. Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)	107
J.4 - 4. Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)	108
J.4 - 5. Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P03)	108
J.4 - 6. Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10)	108
J.5. Probabilité d'atteinte et Risque individuel	109
J.6. Glossaire	109
J.7. Bibliographie et références utilisées	112

## Liste des cartes et autres figures

### Cartes

Carte 1 : Contexte géographique du projet	12
Carte 2 : Localisation du site et aire d'étude	13
Carte 3 : Eloignement des éoliennes aux habitations et aux zones d'habitation	15
Carte 4 : Synthèse des enjeux humains dans la zone d'étude	17
Carte 5 : Fréquence des tornades	19
Carte 6 : Aléa sismique	20
Carte 7 : Risques naturels autour des installations	22
Carte 8 : Synthèse de l'environnement pour l'éolienne A1	27
Carte 9 : Synthèse de l'environnement pour l'éolienne A2	28
Carte 10 : Synthèse de l'environnement pour l'éolienne E1	29
Carte 11 : Synthèse de l'environnement pour l'éolienne F1	30
Carte 12 : Synthèse de l'environnement pour l'éolienne F4	31
Carte 13 : Plan du parc éolien	35
Carte 14 : Synthèse des risques de l'éolienne A1	81
Carte 15 : Synthèse des risques de l'éolienne A2	82
Carte 16 : Synthèse des risques de l'éolienne E1	83
Carte 17 : Synthèse des risques de l'éolienne F1	84
Carte 18 : Synthèse des risques de l'éolienne F4	85

### Figures

Figure 1 : Diagramme des normales climatiques	18
Figure 2 : Risques naturels majeurs dans les communes de l'aire d'étude immédiate	20
Figure 3 : Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle	20
Figure 4 : Grille de lecture de l'estimation des enjeux humains	26
Figure 5 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur	33
Figure 6 : Schémas de principe des emprises au sol d'une éolienne	33
Figure 7 : Principe du raccordement électrique des installations	37
Figure 8 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et juillet 2019	48
Figure 9 : Répartition des événements accidentels sur le parc d'aérogénérateurs mondial	49
Figure 10 : Répartition des principales causes des événements accidentels sur le parc d'aérogénérateurs mondial	50
Figure 11 : évolution du nombre d'incidents annuels en France et puissance raccordée	51
Figure 12 : Démarche d'analyse des risques	92

## Tableaux

Tableau 1 : La nomenclature ICPE pour l'éolien _____	8	Tableau 18 : Définition des échelles de probabilité _____	66
Tableau 2 : Distance d'éloignement des éoliennes aux habitations et zone d'habitat les plus proches _____	14	Tableau 19 : Définition des niveaux de risques _____	67
Tableau 3 : Nombre de jours moyen de gels, d'épisode neigeux et de grêle _____	19	Tableau 20 : Intensité de l'effondrement d'une éolienne _____	68
Tableau 4 : Nombre de jours moyen de vents violents (rafales) _____	19	Tableau 21 : Gravité du risque de l'effondrement d'une éolienne _____	68
Tableau 5 : Ecart des éoliennes en exploitation dans l'aire d'étude avec celles du projet _____	24	Tableau 22 : Niveau de risque et de l'acceptabilité de l'effondrement d'une éolienne _____	69
Tableau 6 : Caractéristiques des éoliennes pouvant équiper le parc en réponse à l'appel d'offre européen _____	34	Tableau 23 : Intensité de chute de glace _____	70
Tableau 7 : Coordonnées des éoliennes projetées et des postes de livraison _____	34	Tableau 24 : Gravité du risque de chute de glace _____	71
Tableau 8 : Découplage fonctionnel de l'installation et des tensions électriques _____	36	Tableau 25 : Niveau de risque et de l'acceptabilité de chute de glace _____	71
Tableau 9 : Exemples des produits émis durant la phase d'exploitation d'un parc éolien _____	44	Tableau 26 : Intensité de chute d'éléments _____	72
Tableau 10 : potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation _____	45	Tableau 27 : Gravité du risque de chute d'éléments de l'éolienne _____	72
Tableau 11 : Principales agressions externes liées aux activités humaines _____	53	Tableau 28 : Niveau de risque et de l'acceptabilité de chute d'éléments _____	73
Tableau 12 : Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels _____	54	Tableau 29 : Intensité de projection de pale ou de fragment de pale _____	74
Tableau 13 : Analyse préliminaire des risques _____	57	Tableau 30 : Gravité de projection de pale ou de fragment de pale _____	75
Tableau 14 : Fonctions de sécurité _____	62	Tableau 31 : Niveau de risque et de l'acceptabilité de projection de pale ou de fragment de pale _____	76
Tableau 15 : Scénarios exclus de l'étude détaillée _____	63	Tableau 32 : Intensité de projection de morceaux de glace _____	76
Tableau 16 : Définition de l'intensité des effets _____	65	Tableau 33 : Gravité de projection de morceaux de glace _____	77
Tableau 17 : Définition des seuils de gravité _____	65	Tableau 34 : Niveau de risque et de l'acceptabilité de projection de morceaux de glace _____	78
		Tableau 35 : Synthèse des scénarios étudiés _____	79
		Tableau 36 : Définition des niveaux de risques _____	80

# A. PREAMBULE

## A.1. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la SAS PARC EOLIEN DES PORTES DE CHAMPAGNE II pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du Parc Eolien des Portes de Champagne II, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II. 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 à la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le Parc Eolien des Portes de Champagne II, 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.

Nous rappellerons ici les définitions de danger et de risque retenues dans la présente étude :

**Danger** : « Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore, ...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz, ...), à une disposition (élévation d'une charge), ..., à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable ». Sont ainsi rattachées à la notion de "danger" les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible (pneumatique ou potentielle) qui caractérisent le danger ». (Glossaire des risques technologiques, circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers).

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

## A.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. Selon l'article L. 181-25, **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 [10] 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 et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article L. 181-25 du Code de l'environnement :

- risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation ;
- une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite ;
- les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents.

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 [11] précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

## A.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 :

N°	A – Nomenclature des installations classées		
	Désignation de la rubrique.	A, E, D, S, C (1)	Rayon (2)
2980	Production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent (ensemble des machines d'un site) :		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m ;</li> </ul>	A	6
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât à 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 :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ supérieure ou égale à 20 MW .....</li> <li>▪ inférieure à 20 MW .....</li> </ul> </li> </ul>	A D	6

(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 / Décret n°2011-984 du 23 août 2011

**Tableau 1 : La nomenclature ICPE pour l'éolien**

Le Parc Eolien des Portes de Champagne II comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m. **Cette installation est donc soumise à autorisation (A)** au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation environnementale.

## A.4. CAS DES EOLIENNES ET METHODOLOGIE

Le cadre juridique de l'activité de la production d'énergie éolienne a été modifié depuis la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite « Loi Grenelle 2 ». En effet, depuis le 14 juillet 2011, les éoliennes sont désormais inscrites à la nomenclature des activités soumises au respect des règles applicables **aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)**.

L'éolien est l'une des branches des énergies renouvelables les plus matures, sa technologie étant désormais bien maîtrisée. Sa croissance dans le monde est considérable depuis une dizaine d'années et la puissance éolienne totale installée s'élevait à 539,4 GW fin 2017 (source : GWEC). En France, des éoliennes sont opérationnelles depuis 1991 (Port-La-Nouvelle). Fin 2017, la France totalisait 13,4 GW de puissance installée sur son territoire (source : SOeS), ce qui représente environ 1 560 parcs éoliens pour lesquels **très peu d'accidents majeurs** sont recensés du fait d'un retour d'expériences important à travers le monde (environ 140 000 éoliennes exploitées).

Dans la Circulaire du 29 août 2011, relative aux conséquences et orientations du classement des éoliennes dans le régime des installations classées (DEVPI119997C), le ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement précise que « *les études de dangers, désormais exigibles pour les éoliennes soumises à autorisation, pourront présenter un caractère plus léger que bon nombre d'autres installations classées, bien plus dangereuses, dans un souci de proportionnalité* ».

La présente étude de dangers respecte les prescriptions de l'article R.512-9 du Code de l'environnement et a donc été réalisée sur la base de la « *Trame type de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens* » achevée par l'INERIS (version de Mars 2012). En effet, le Parc Eolien des Portes de Champagne II est représentatif de ces parcs, au sens où il ne présente aucune particularité ni dans sa taille, ni dans sa conception, ni dans son implantation.

Par ailleurs, ce guide est le **référentiel officiel** pour l'élaboration des études de dangers de parc éolien validé par la Direction Générale de la Prévention de Risques (DGPR) du ministère en charge de l'environnement en 2012 et transmis à toutes les DREAL pour l'instruction des dossiers éoliens.

# B. INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION

## B.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Société porteuse du projet : SAS PARC EOLIEN DES PORTES DE CHAMPAGNE II

- Adresse du siège : Cœur Défense - Tour B - 100, Esplanade du Général de Gaulle - 92932 Paris La Défense Cedex
- Adresse des sites de production : Lieu-dit "Derrière le Verger" - 51310 Les Essarts-le-Vicomte  
Lieu-dit "Allée particulière dite Allée de France" - 51310 Les Essarts-le-Vicomte
- Forme juridique : Société par actions simplifiée
- Capital : 5 000,00 €
- RCS : 844.159.459.00016
- Code APE : 3511Z / Production d'électricité

## B.2. LOCALISATION DU SITE

Le Parc Eolien des Portes de Champagne II, composé de **5 aérogénérateurs et de deux postes de livraison électrique**, est localisé sur les communes des Essarts-le-Vicomte et de La Forestière, en région Grand Est.

Ces cinq éoliennes sont implantées à proximité des 6 éoliennes déjà existantes du parc éolien des Portes de Champagne. Le parc éolien des Portes de Champagne et le Parc Eolien des Portes de Champagne II sont gérés par deux sociétés de projet distinctes appartenant à EDF Renouvelables France.

Les éoliennes sont à environ 740 m du bourg de La Forestière, 1,2 km du bourg des Essarts-le-Vicomte, 1,9 km de Châtillon-sur-Morin, et 3 km d'Escardes.

Les positions des éoliennes sont présentées dans au D.1 - 2. en page 34.

## B.3. 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 pour chaque éolienne**.

Chaque aire d'étude correspond à **l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur**. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe H.3 - 4.

Note. Dans le document, sans mention précisant l'éolienne concernée, le terme « aire d'étude » fera référence aux aires d'étude de toutes les éoliennes du parc (notamment lors de la description de l'environnement de l'installation).

L'aire d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison, qui sont néanmoins représentés sur la carte. Les modélisations réalisées dans le cadre du **guide de l'INERIS ont en effet démontré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter**.

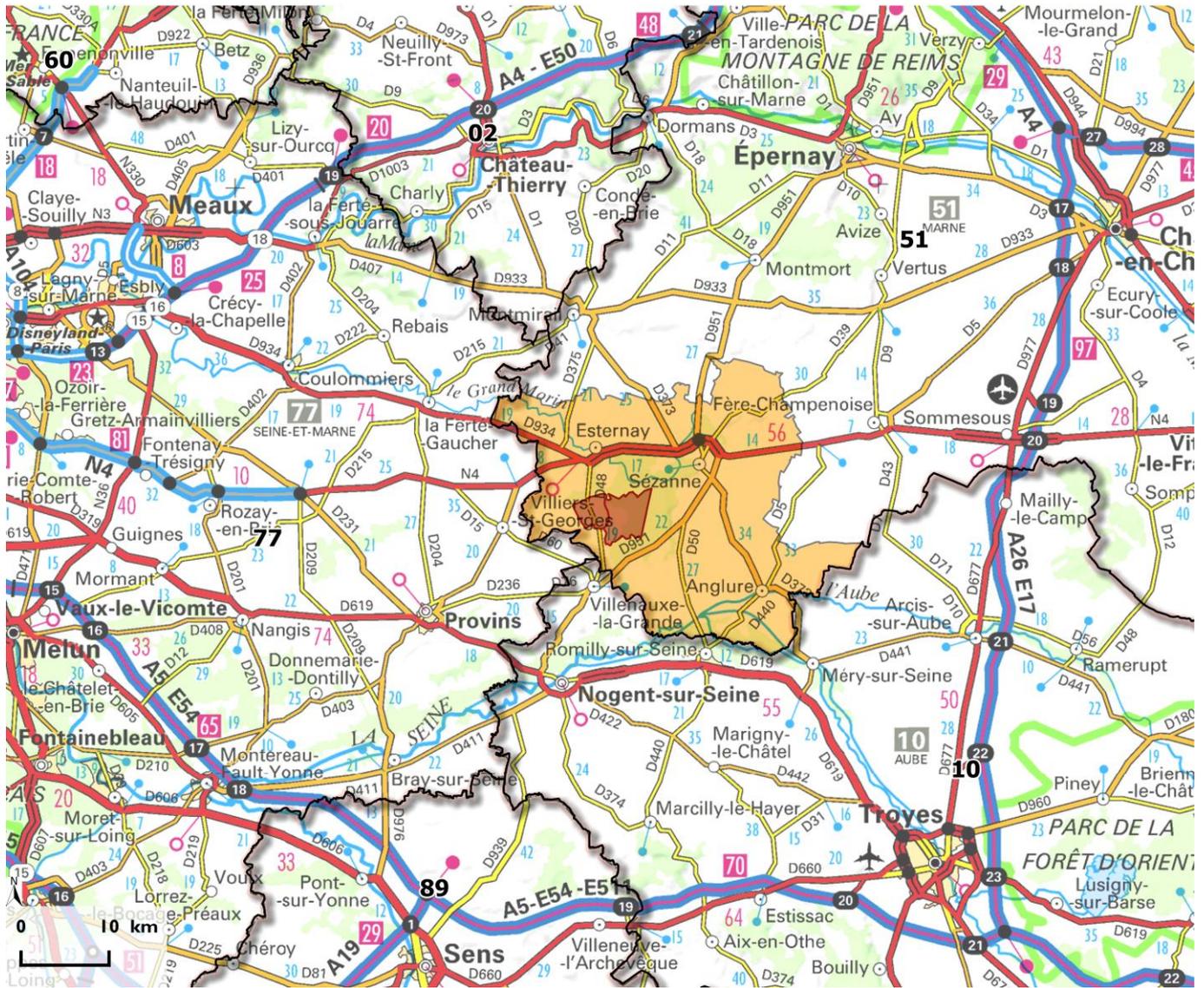
L'aire d'étude (périmètre de 500 m de rayon autour des éoliennes) du Parc Eolien des Portes de Champagne II, représentée sur la Carte 2 en page 13, se situe sur les communes suivantes :

- Les Essarts-le-Vicomte,
- La Forestière,
- Escardes,
- Châtillon-sur-Morin.

Remarque : Le Parc Eolien des Portes de Champagne II est en continuité géographique avec le parc existant des Portes de Champagne. Leurs éoliennes sont de dimension différente et notamment leur rotor : rotor de 92 m de diamètre pour les éoliennes en exploitation (MM92), contre 131 m de diamètre pour les éoliennes du projet.

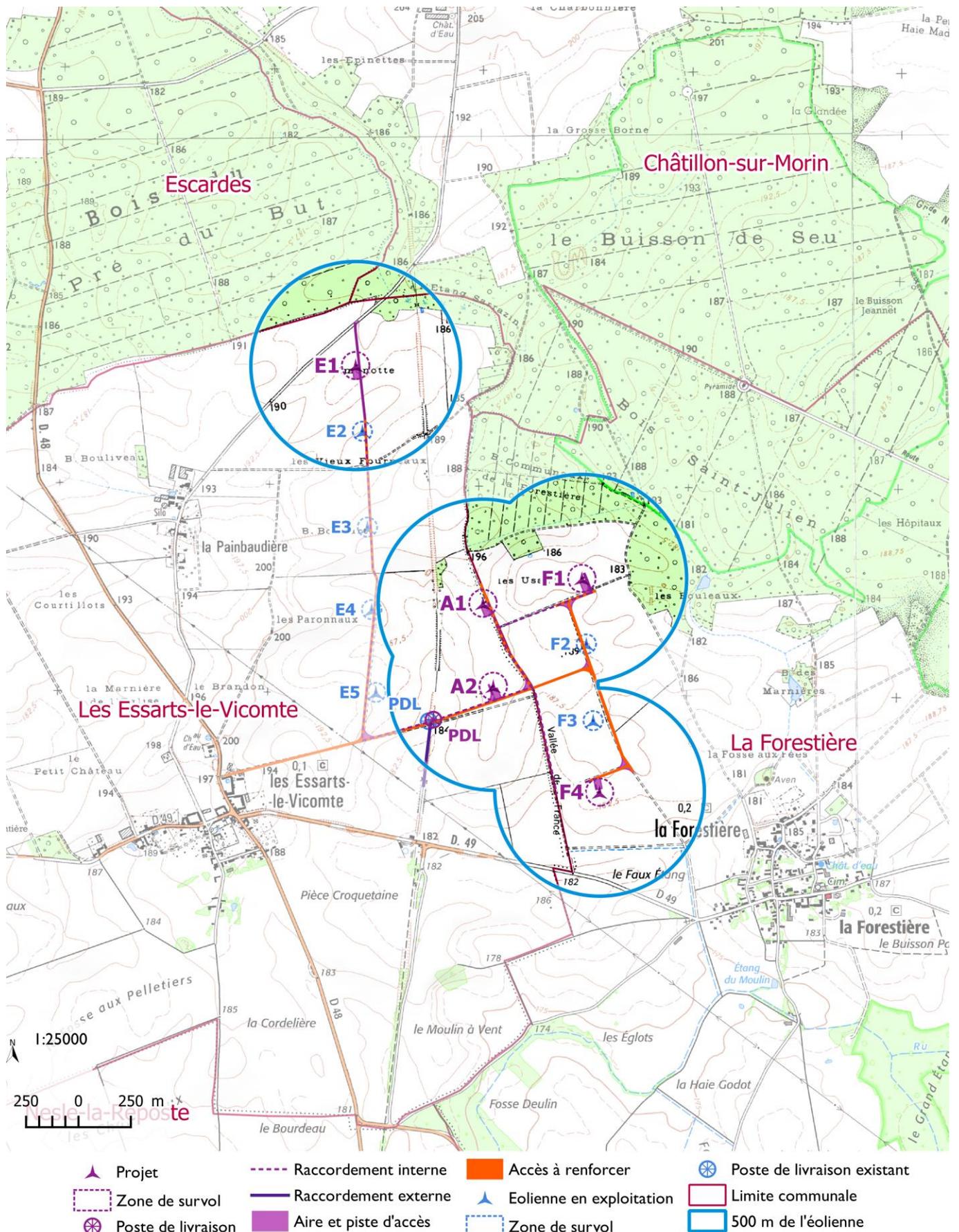


- Région
  - Grand-Est
- Département
  - 51 - Marne
- EPCI
  - CC de Sézanne-Sud Ouest Marnais
- Communes d'implantation
  - Les Essarts-le-Vicomte
  - La Forestière



Sources : IGN SCAN1000, ADMIN Express, EPCI DATAGOUV

**Carte 1 : Contexte géographique du projet**



- |                    |                       |                          |                             |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Projet             | Raccordement interne  | Accès à renforcer        | Poste de livraison existant |
| Zone de survol     | Raccordement externe  | Eolienne en exploitation | Limite communale            |
| Poste de livraison | Aire et piste d'accès | Zone de survol           | 500 m de l'éolienne         |

Sources : IGN SCAN25, EDF Renouvelables  
**Carte 2 : Localisation du site et aire d'étude**

# C. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de décrire l'environnement dans l'aire d'étude de l'installation, afin d'identifier :

- les principaux intérêts à protéger (enjeux humains)
- les **facteurs de risque** que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels : environnement naturel et environnement matériel).

## C.I. ENVIRONNEMENT HUMAIN

### C.I - I. ZONES URBANISEES

Dans un périmètre de 500 m des éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II, il n'y a pas d'espace à vocation d'habitat aux Essarts-le-Vicomte et à La Forestière, communes d'implantation, et Escardes et de Châtillon-sur-Morin. Les deux premières communes sont dotées de cartes communales, et les deux secondes sont soumises au Règlement National d'Urbanisme.

Les autres communes proches (dans un rayon de 5 km) sont Nesle-la-Reposte dont la limite communale est à 1,7 km de l'éolienne la plus proche, Bethon à 2,7 km, Bouchy-Saint-Genest à 2,9 km, Chantemerle à 3,2 km, Fontaine-Denis-Nuisy à 4 km et Le Meix-Saint-Epoing à 4,2 km.

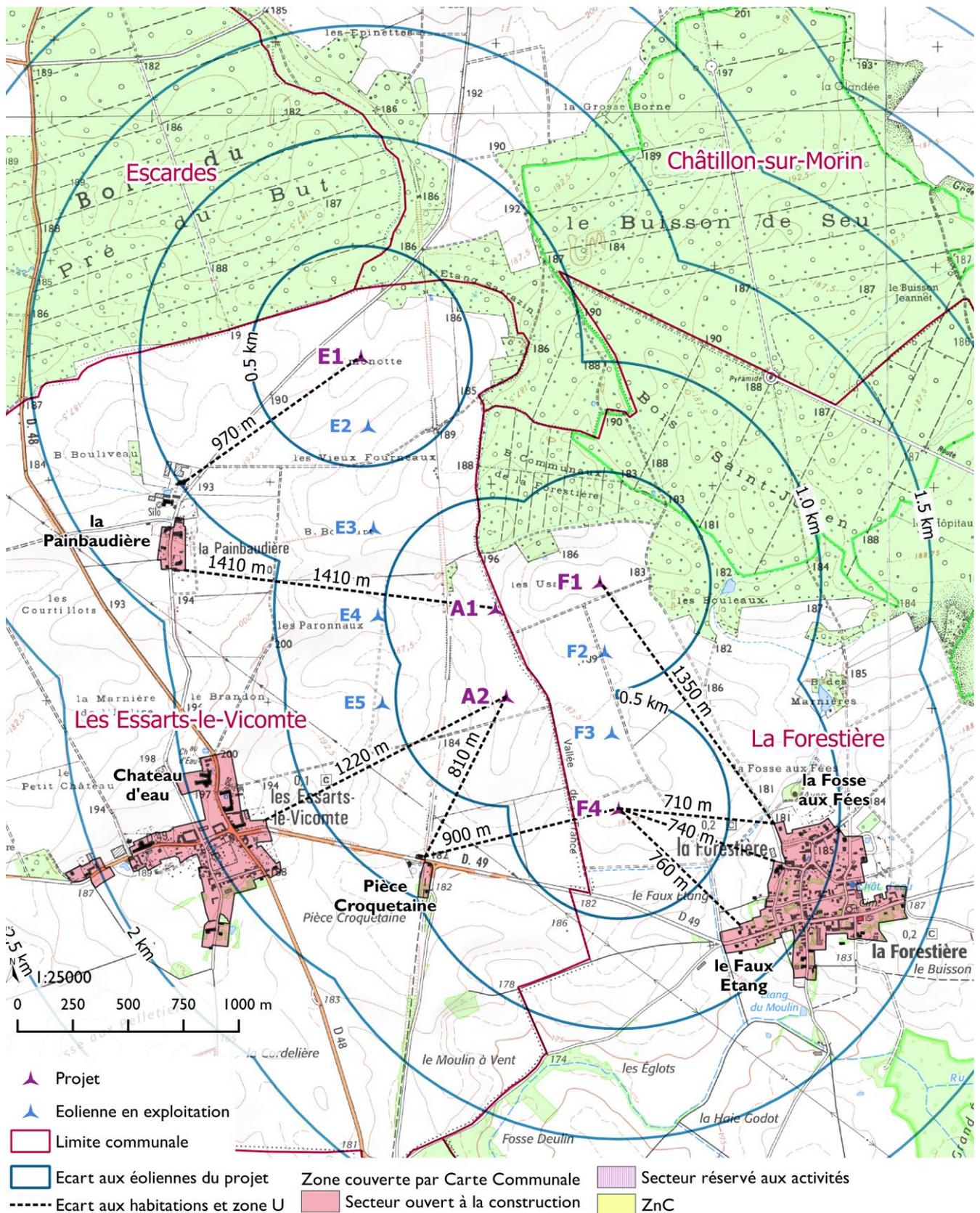
Les secteurs d'habitation riverains se concentrent au sein des villages des Essarts-le-Vicomte et de La Forestière, et dans le hameau de la Painbaudière qui appartient aux Essarts-le-Vicomte. Aucun de ces secteurs n'est à moins de 500 m. Les habitations les plus proches du parc sont toutes dans la commune de La Forestière : au lieu-dit de La Fosse aux Fées (extrémité nord-est du village) à 710 m de l'éolienne F4, le village à 740 m de F4, et Le Faux Etang à 760 m toujours de F4. Les autres habitations les plus proches (à moins de 1 km) sont situées aux Essarts-le-Vicomte : au hameau de la Pièce Croquetaine (810 m de l'éolienne A2) et au hameau de la Painbaudière (EI à 970 m). Les éoliennes sont à environ 1.2 km du village des Essarts-le-Vicomte et à 1.9 km de Châtillon-sur-Morin. L'aire de 500 m autour des éoliennes et les écarts aux habitations les plus proches sont illustrés en Carte 3 ci-dessous et indiqués dans le tableau suivant.

Distance minimale aux habitation	A1	A2	EI	F1	F4	Minimum
LA FORETIERE la Fosse aux Fées	1 590 m	1 340 m	2 820 m	1 350 m	710 m	<b>710 m</b>
LA FORETIERE le Bourg	1 700 m	1 420 m	2 950 m	1 490 m	740 m	<b>740 m</b>
LA FORETIERE le Faux Etang	1 810 m	1 480 m	3 090 m	1 680 m	760 m	<b>760 m</b>
LES ESSARTS-LE-VICOMTE Pièce Croquetaine	1 170 m	810 m	2 290 m	1 470 m	900 m	<b>810 m</b>
LA FORETIERE Centre-bourg	1 930 m	1 640 m	3 190 m	1 730 m	940 m	<b>940 m</b>
LES ESSARTS-LE-VICOMTE la Painbaudière	1 410 m	1 560 m	970 m	1 870 m	2 240 m	<b>970 m</b>
LES ESSARTS-LE-VICOMTE le Bourg	1 410 m	1 220 m	2 150 m	1 860 m	1 550 m	<b>1 220 m</b>
LES ESSARTS-LE-VICOMTE Chateau d'eau	1 360 m	1 270 m	1 890 m	1 840 m	1 770 m	<b>1 270 m</b>
CHATILLON-SUR-MORIN Seu	2 950 m	3 350 m	1 860 m	2 890 m	3 910 m	<b>1 860 m</b>

Les distances sont approximatives et données à titre indicatif. N'y sont indiqués que les lieux-dits à moins de 2 km d'une éolienne. Pour plus de lisibilités, toutes les distances ne sont pas indiquées. Ne sont mentionnées que les distances au bâti ou zone U la plus proche, tel que figurées dans la carte suivante. Sources : IGN Scan25, Bâti selon cadastre Ministère de l'Intérieur. BD Ortho, Géoportail de l'urbanisme, EDF Renouvelables

**Tableau 2 : Distance d'éloignement des éoliennes aux habitations et zone d'habitat les plus proches**

Ces distances minimales sont cohérentes avec la réglementation ICPE. Elles permettent également de limiter les effets résiduels (acoustiques, perception paysagère) à un niveau acceptable pour le maintien du cadre de vie.



Les distances sont approximatives et données à titre indicatif. Pour plus de lisibilité, toutes les distances ne sont pas indiquées. | Sources : IGN Scan25, Bâti selon cadastre Ministère de l'Intérieur. Géoportail de l'urbanisme, EDF Renewables.

**Carte 3 : Eloignement des éoliennes aux habitations et aux zones d'habitation**

**Aucune construction à usage d'habitation ou zone destinée à l'habitation, selon un document d'urbanisme opposable, n'est située à moins de 500 m Parc Eolien des Portes de Champagne II.**

## C.I - 2. ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Les établissements recevant du public sont : « tous les bâtiments, locaux et enceintes dans lesquels des personnes sont admises, soit librement, soit moyennant une rétribution ou une participation quelconque, ou dans lesquels sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitation, payantes ou non. » (Source : Article R 123-2 du code de la construction et de l'habitation). Ils constituent donc un très grand nombre d'établissements, comme les magasins et centres commerciaux, les cinémas, les théâtres, les hôpitaux, les écoles et universités, les hôtels et restaurants... que ces structures soient fixes ou provisoires (chapiteaux, tentes, structures gonflables).

Les établissements recevant du public à proximité du site sont de type églises, écoles, mairies, commerces, cimetière... Ils sont situés dans les villages voisins, tous situés au-delà de 500 m des éoliennes. L'école primaire la plus proche est ainsi dans le village des Essarts-le-Vicomte à 1300 m de l'éolienne EI [Source : GEOPORTAIL].

**Aucun établissement recevant du public n'est recensé dans la zone d'étude de 500 m des éoliennes.**

## C.I - 3. INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE) ET INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE

Dans les limites de la zone d'étude, il n'existe pas d'installation nucléaire de base (INB), ni d'établissement SEVESO. L'ICPE présente la plus proche est le parc éolien des Portes de Champagne I, soumis à autorisation (voir page 24).

- **Autres activités**

### Activités agricoles, exploitation du parc éolien et autres occupations des sols ponctuelles

Dans l'aire d'étude de dangers, sont recensées l'occupation des sols et activités suivantes (voir Carte 4 en page 17) :

- des parcelles agricoles en majeure partie,
- des parcelles boisées. On retiendra l'hypothèse de quelques promeneurs occasionnels ;
- des zones de friche ou de bosquets le long de la voie de chemin de fer désaffectée ;
- les aires de levage des éoliennes du parc éolien des Portes de Champagne I et de son extension qui peuvent constituer une zone de stationnement (voir page 24).

**Les principaux usagers du site sont les exploitants agricoles ou forestiers sur les surfaces agricoles ou boisées, le stationnement éventuel sur les aires permanentes des éoliennes.**

### Circulation sur les routes et les chemins

La zone d'étude est traversée à la marge par deux routes, de desserte locale : la route D86 au nord de l'éolienne EI, la D49 au sud de l'éolienne F4 (voir C.3 - 2. page 25). Plusieurs chemins ruraux ou privés quadrillent les parcelles dans l'aire d'étude. Aucun survol des pales n'est observé au-dessus des routes. Les pistes créées pour le projet sont également prises en compte, tels les chemins d'exploitation.

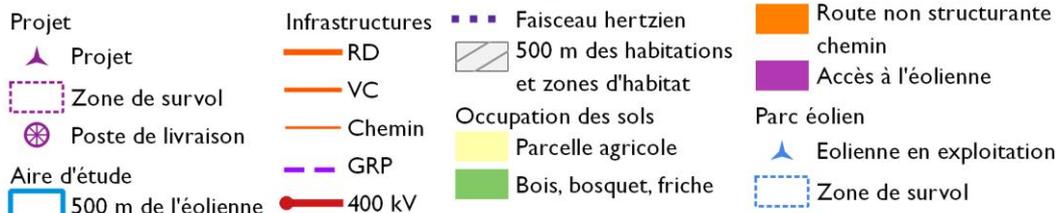
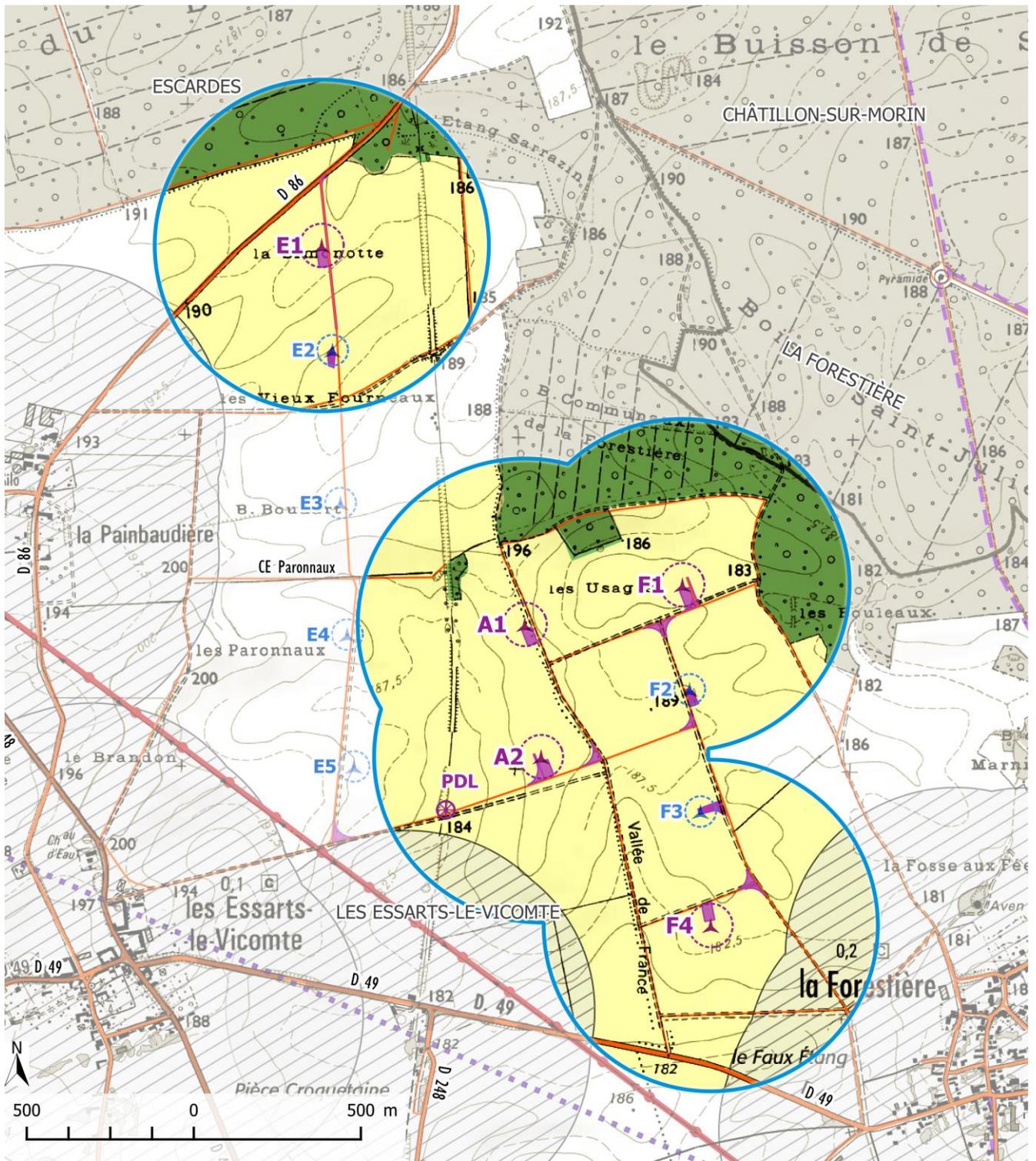
**On retiendra la circulation des véhicules sur les routes de desserte locale et sur les chemins.**

### Itinéraire de promenade

Aucun chemin de grande randonnée GR, ni chemin de randonnée de pays, ni chemin de promenade de l'office de tourisme n'est recensé dans l'aire d'étude de 500 m des éoliennes. L'aire d'étude ne contient pas non plus de chemin de petite randonnée ou boucle locale. Le chemin de Grande randonnée de pays le plus proche est situé à l'est, à environ 1 km des éoliennes FI et F4.

**Sans itinéraire balisé, la circulation des promeneurs n'est pas prise en compte dans l'aire d'étude.**

Aucune autre activité ou infrastructure nécessitant la présence de personne n'est observée dans la zone d'étude.



Sources : IGN SCAN25, ADMIN EXPRESS, OSM, EDF Renouvelables  
**Carte 4 : Synthèse des enjeux humains dans la zone d'étude**

## C.1 - 4. SYNTHÈSE DES ENJEUX HUMAINS DANS L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

La carte ci-dessus présente les enjeux humains pour les aires d'étude de dangers de toutes les éoliennes. Ces enjeux seront déclinés selon une carte par éolienne en synthèse (voir 0).

Dans la zone d'étude, nous considérons que les enjeux humains sont localisés :

- sur les terrains non aménagés et très peu fréquentés à savoir : les parcelles agricoles, les boisements et les friches ;
- sur les terrains aménagés mais peu fréquentés à savoir : les voies de circulation des dessertes locales RD49 et RD86, les chemins existants ou créés pour le projet, les aires de levage des éoliennes.

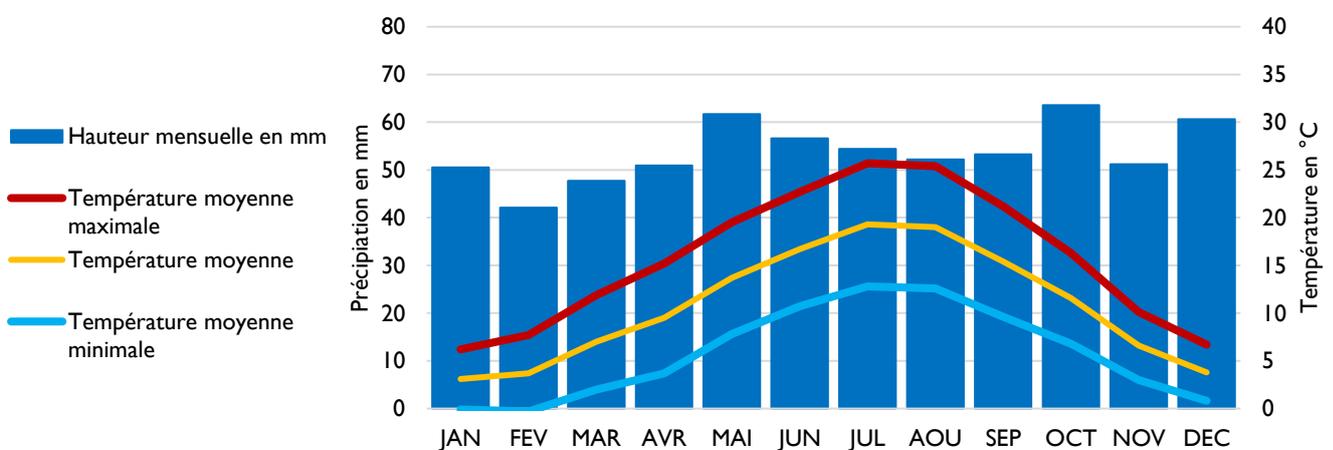
## C.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

### C.2 - 1. CONTEXTE CLIMATIQUE

#### Températures et précipitations

La station de référence est celle de Troyes (10) - altitude 135 m, située à 58 km au sud-est. Les données des normales Météo France correspondent à la période 1981-2010. Le climat est de **régime océanique dégradé**. Les températures sont intermédiaires (environ 10,8°C en moyenne annuelle). La moyenne mensuelle de la température varie de 3,1°C en janvier à 19,3°C en juillet.

Les pluies sont distribuées de manière assez homogène sur l'année, sans mois pouvant être qualifié de « secs », avec un cumul minimum de 42,1 mm en février et un maximum de 63,6 mm en octobre. Le cumul annuel des précipitations est de 644,8 mm, soit nettement inférieur à la moyenne nationale (environ 890 mm/an).



Source : ENVIROSCOP d'après Météo-France. Station de Troyes (10) - altitude 135 m. normales climatiques 1981-2010

Figure 1 : Diagramme des normales climatiques

**Les précipitations ne sont pas retenues** comme source potentielle de dangers pour les installations du Parc Eolien des Portes de Champagne II.

#### Gel

Bien que la moyenne de température soit au-dessus de 0°C annuellement, les moyennes minimales sont de -0,1° et -0,3° en janvier et février. On observe environ 72,2 jours de gel dans l'année en moyenne répartis d'octobre à mai, et 15,4 jours de neige. Note : il peut également se produire un phénomène de formation de givre sur les pales, sous certaines conditions concomitantes d'humidité et de température. Ces données ne sont toutefois pas renseignées par les services de Météo France dont nous disposons.

Nombre moyen de jours avec	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNEE
<b>Gel</b>	15,7	15,1	11,3	5,3	0,3	0	0	0	0	2,4	8,9	13,2	<b>72,2</b>
<b>Neige</b>	4,1	4,2	2,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	2,7	<b>15,4</b>
<b>Grêle</b>	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	<b>1,8</b>

Source : ENVIROSCOP d'après Météo-France. Station de Troyes (10) - altitude 135 m. normales climatiques 1981-2010

**Tableau 3 : Nombre de jours moyen de gels, d'épisode neigeux et de grêle**

**La combinaison de phénomènes neigeux et des périodes de gel est retenue comme source potentielle de dangers pour les installations du Parc Eolien des Portes de Champagne II.**

#### Vents violents : Intensité maximale de vent observée (hauteur 10 m)

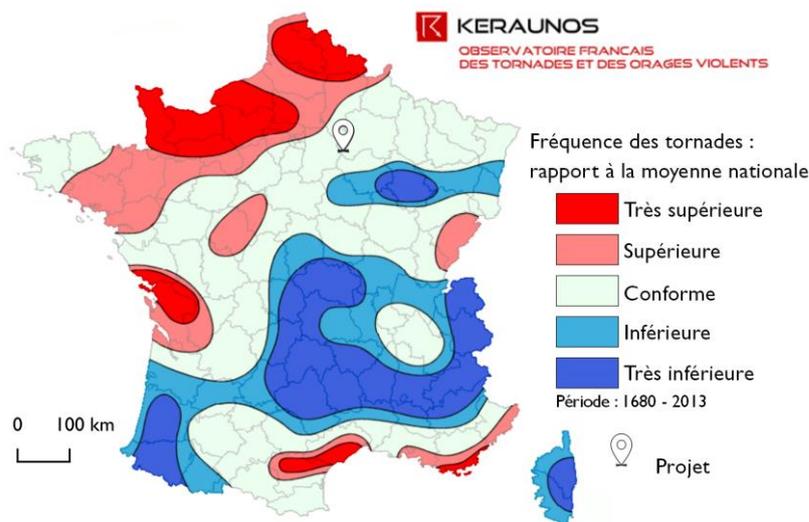
Le secteur est hors zone cyclonique. Entre 1981 et 2010, on observe en moyenne à Troyes 50,3 jours/an avec des vents de plus de 57 km/h ( $\geq 16$  m/s), dont moins de 2 jours avec des vents au-delà de 100 km/h ( $\geq 28$  m/s).

Nombre moyen de jours avec	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	AN
<b>Rafales <math>\geq 16</math> m/s</b>	7,0	5,3	5,9	3,6	2,5	2,2	2,8	2,7	3,3	5,0	4,0	6,0	50,3
<b>Rafales <math>\geq 28</math> m/s</b>	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,01	0,1	0,3	0,3	1,8

Source : Enviroscop d'après Météo-France. normales 1981-2010 à Troyes . hauteur de 10 m

**Tableau 4 : Nombre de jours moyen de vents violents (rafales)**

Le site internet de l'observatoire français des tornades et des orages violents nous apprend que l'aire d'étude se situe dans un secteur peu sensible aux tornades et des orages violents : leur fréquence y est conforme à la moyenne nationale, mais les vents violents sont tout de même observés.



Source : Observatoire français des tornades et des orages violents, www.keranaus.org

**Carte 5 : Fréquence des tornades**

**Les vents violents sont retenus comme une source potentielle de dangers pour les installations du Parc Eolien des Portes de Champagne II.**

## C.2 - 2. RISQUES NATURELS

- Inventaire des risques naturels majeurs

Les seuls risques naturels majeurs recensés dans l'aire d'étude sont liés à un risque sismique très faible [GEORISQUES] :

Type de Risque	Les Essarts-le-Vicomte	La Forestière	Châtillon-sur-Morin	Escardes
----------------	------------------------	---------------	---------------------	----------

Séisme - Zone de sismicité : I (très faible)	Oui	Oui	Oui	Oui
<b>TOTAL</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>

Source : GEORISQUES

**Figure 2 : Risques naturels majeurs dans les communes de l'aire d'étude immédiate**

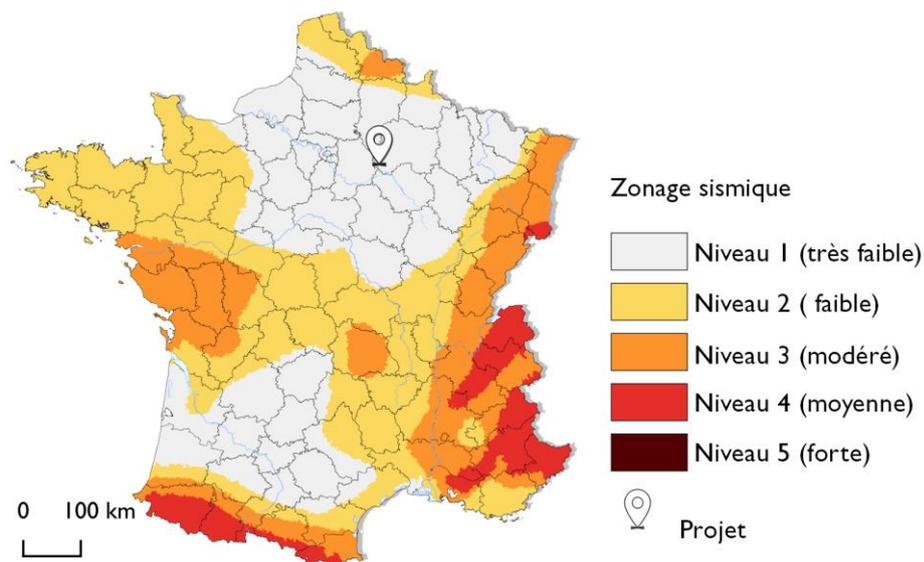
Les communes de l'aire d'étude n'ont été concernées que par un seul arrêté de reconnaissance naturelle, celui de l'épisode de Noël 1999, qui a touché de très nombreux départements en France.

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Les Essarts-le-Vicomte	La Forestière	Châtillon-sur-Morin	Escardes
<b>Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain</b>	25/12/1999	29/12/1999	X	X	X	X
<b>Total</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>

**Figure 3 : Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle**

## • Séisme

La présence d'une grande partie de la masse en haut de la tour rend les éoliennes particulièrement vulnérables aux séismes. Un séisme pourrait conduire à la chute du mât. Les éoliennes doivent être dimensionnées conformément à la réglementation française en vigueur. L'actuel zonage sismique classe le périmètre d'étude de dangers en zone de **sismicité I (très faible)**.


 Source. BRGM. <http://www.planseisme.fr>
**Carte 6 : Aléa sismique**

Il est à préciser que dans le cadre de la construction du parc éolien, une étude géotechnique sera réalisée. Les résultats permettront notamment de dimensionner correctement les fondations.

*Bien que le risque soit très faible, le risque sismique est retenu comme source potentielle de dangers pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II.*

## • Inondations

### Inondation de cours d'eau ou ruissellement

De fortes précipitations peuvent entraîner une inondation ayant pour conséquence une fragilisation des fondations et une détérioration des installations électriques. Un risque d'emballement de l'éolienne, voire la chute de celle-ci, n'est pas à exclure en cas d'endommagement des systèmes de sécurité et de régulation.

La zone d'étude ne présente aucun risque majeur d'inondation selon le Ministère (zone d'étude hors atlas de zones inondables et hors plan de prévention des risques naturels Inondation). Les Plans de prévention des risques inondations (PPRI) définissent des zonages réglementaires d'utilité publique. **Aucun Plan de prévention des risques inondations n'est arrêté dans l'aire d'étude.**

## Remontées de nappes

L'aire d'étude est sujette en partie aux remontées de nappe. Selon les informations du BRGM, les éoliennes E1, F1 et F4 sont dans une zone potentiellement sujettes aux inondations de remontées de nappes, tout comme les éoliennes E2, F2 et F3 en exploitation du parc éolien des Portes de Champagne. Toutefois, aucun incident n'est répertorié pour ces éoliennes en exploitation. En outre, l'inventaire des zones humides par le critère pédologique mené dans le cadre de l'étude d'impact a confirmé l'absence de zones humides aux abords des fondations des éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II. Remarque : Au sud de l'éolienne F4, la zone sujette aux débordements de nappes correspond au talweg marqué par un fossé intermittent au lieu-dit Le Faux Etang, à 250 m de la fondation de l'éolienne. Il est à préciser que dans le cadre de la construction du parc éolien, une étude géotechnique sera réalisée. Les résultats permettront notamment de dimensionner correctement les fondations.

***Le risque inondation n'est pas retenu comme source potentielle de dangers pour les installations du Parc Eolien des Portes de Champagne II.***

- **Mouvement de terrain par effondrement**

Le risque de mouvement de terrain pourrait être à l'origine d'une chute d'éolienne. Le risque de mouvement de terrain n'est pas recensé comme un risque majeur pour les communes de l'aire d'étude. Aucun plan de prévention de risques naturels « Mouvement de terrain » ne concerne ces communes. La consultation du site internet du BRGM (<http://www.georisques.gouv.fr>) a permis de montrer qu'aucun mouvement de terrain par effondrement n'a été recensé dans l'aire d'étude de danger. Le risque d'effondrement le plus proche recensé se trouve à 790 m de l'éolienne F4 (au lieu-dit la Fosse aux Fées) ; les autres points d'effondrement se trouvent à une distance de plus d'1 km. Une cavité d'origine naturelle est recensée dans l'espace boisé, à 710 m à l'est de l'éolienne E1 (voir Carte 7 en page 22).

Il est à préciser que dans le cadre de la construction du parc éolien, une étude géotechnique sera réalisée. Les résultats permettront notamment de dimensionner correctement les fondations.

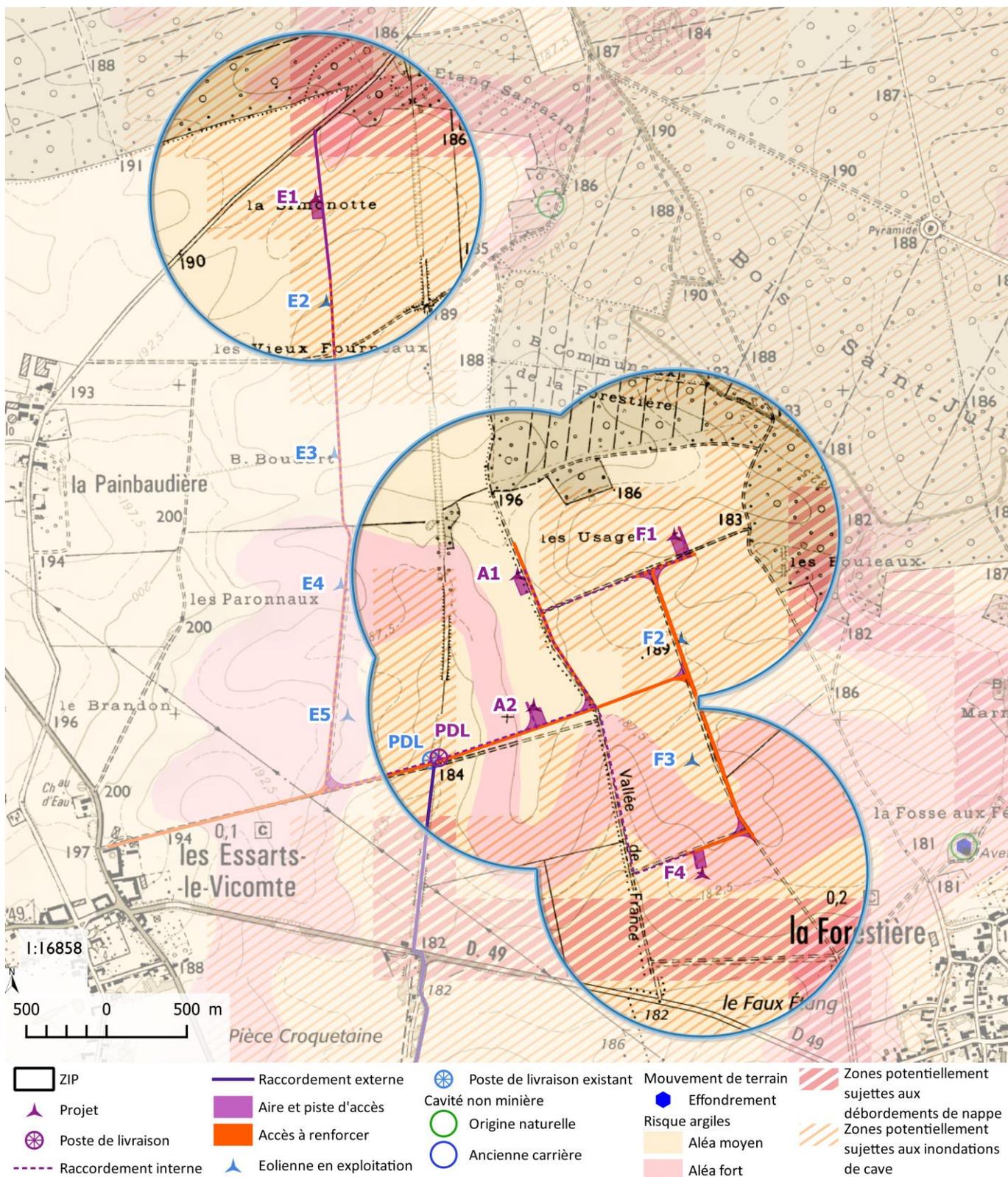
***Le risque de mouvement de terrain par effondrement n'est pas retenu comme source potentielle de dangers pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II.***

- **Retrait et gonflement des argiles**

Un sol argileux peut présenter des caractéristiques hétérogènes suivant son taux d'hygrométrie. Lorsqu'il est desséché, il devient dur et cassant. A contrario lorsqu'il est humide, il devient plastique et malléable. Les variations de volume sont constatées en période estivale. En effet, les températures élevées accentuent le phénomène d'évaporation. Par conséquent les sols argileux se rétractent en période de sécheresse, ce qui se traduit par des tassements différentiels qui peuvent occasionner des dégâts parfois importants aux constructions.

L'aléa retrait et gonflement des argiles n'est pas recensé comme un risque majeur pour les communes de l'aire d'étude et aucun plan de prévention de risques naturels « Retrait-gonflements des sols argileux » ne les concerne. Le site internet du BRGM (<http://www.georisques.gouv.fr>) cartographie l'aléa retrait-gonflement d'argile. L'aire d'étude est dans un grand secteur d'aléa de retrait-gonflement des argiles de niveau moyen, avec des affleurements de marnes où l'aléa est de niveau fort (voir Carte 7 en page 22). Toutes les éoliennes du projet, comme celles en exploitation, sont au moins en aléa moyen, les éoliennes E4 et E5 en exploitation, et l'éolienne F4 du Parc Eolien des Portes de Champagne II en zone d'aléa fort. Toutefois, on observe qu'aucun incident n'a été observé durant l'exploitation. Dans le cadre de la construction du parc éolien, une étude géotechnique sera réalisée. Les résultats permettront notamment de dimensionner correctement les fondations.

***Le risque de retrait et gonflement d'argile n'est pas retenu comme source potentielle de dangers pour le parc éolien Parc Eolien des Portes de Champagne II, considérant les dispositions prises lors de l'étude géotechnique.***



Sources : GEORISQUES, IGN Scan25, EDF Renouvelables  
**Carte 7 : Risques naturels autour des installations**

## • Foudre

Une éolienne étant par définition une construction d'une hauteur importante érigée sur une surface dégagée, la possibilité d'un foudroiement n'est pas à exclure au cours de son utilisation. Une telle éventualité est particulièrement sensible lorsque des pales en fibres de carbone sont utilisées, en raison de la forte conductivité électrique de ce matériau. Aujourd'hui la quasi-totalité des pales d'éoliennes sont constituées de fibres de verre. Les dangers liés à la foudre sont :

- les effets thermiques pouvant être à l'origine :
  - d'un incendie ou d'une explosion, soit au point d'impact, soit par l'énergie véhiculée par les courants de circulation conduits ou induits,
  - de dommages aux structures et constructions,
- les perturbations électromagnétiques pouvant endommager les équipements électroniques, en particulier les équipements de contrôle commande et/ou de sécurité,
- les effets électriques pouvant induire des différences de potentiel.

On observe 17,4 jours d'orage en moyenne chaque année d'après Météo France. La densité de foudroiement est faible sur les communes accueillant le parc éolien d'après le site Météorage.

*Bien que le risque soit faible, **la foudre est retenue** comme source potentielle de dangers pour les installations du Parc Eolien des Portes de Champagne II car celle-ci est la deuxième cause identifiée de rupture de pale (guide INERIS, 2012).*

- Incendie de forêt

Un éventuel incendie de la végétation aux alentours serait susceptible de se propager aux installations.

Le nord et l'est du Parc Eolien des Portes de Champagne II sont entourés de milieux boisés avec la forêt domaniale de la Traconne à l'est et le Bois du Pré du But au nord. Le risque incendie n'est pas recensé comme un risque majeur sur l'aire d'étude et les communes de l'aire d'étude immédiate ne font pas l'objet d'un plan de prévention des risques naturels Incendies.

***Le risque feux de forêt n'est donc pas retenu** comme source potentielle de dangers pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II.*

## C.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL

### C.3 - I. RISQUES TECHNOLOGIQUES

- **Transport de marchandise dangereuse (TMD)**

Un accident à proximité du parc éolien (incendie, explosion, projection) pourrait être à l'origine de dégradations des éoliennes et causer des détériorations majeures (chute du mât, incendie, rupture de pales ou de fragments de pales). Si l'expérience montre que les accidents de TMD peuvent se produire en tout point du département, il semble toutefois opportun de destiner l'information préventive en priorité aux communes supportant les plus grands flux de transport de matières dangereuses.

Aucune commune de l'aire d'étude n'est concernée par un risque majeur de transport de matières dangereuses.

Aucune canalisation de transport de matières dangereuses n'est présente dans l'aire d'étude. Les canalisations de matières dangereuses les plus proches (gaz naturel, hydrocarbures) sont situées à l'ouest et au nord, à plus de 4 km de l'aire d'étude.

Remarque. Au-delà de la servitude induite de quelques mètres du tracé, le gestionnaire de canalisation enterrée recommande habituellement le recul des mâts d'au moins 1 fois la hauteur totale de l'éolienne (hauteur du mât + rayon de la pale) depuis l'ouvrage enterré. Au-delà de deux fois la hauteur complète, le gestionnaire estime que les risques d'accidents sont réduits au maximum.

**Le risque de transport de marchandise dangereuse n'est donc pas retenu** comme source potentielle de dangers pour Parc Eolien des Portes de Champagne II.

- **Rupture de barrage**

**Les communes de l'aire d'étude ne sont pas concernées par le risque de rupture de barrage, ce risque n'est donc pas retenu** comme source potentielle de dangers pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II.

- **ICPE et SEVESO**

**Aucun site SEVESO** n'est compris dans l'aire d'étude, le plus proche étant l'entreprise Petroleum France, sur la commune de Montmirail à environ 30 km au nord. Ce risque est donc absent pour le projet.

**Dans l'aire d'étude**, seul le Parc Eolien des Portes de Champagne en cours d'exploitation est recensé comme Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Aucune autre installation soumise à autorisation ou à déclaration n'y est connue. L'autre ICPE en exploitation la plus proche est un élevage de bovins soumis à enregistrement à 950 m de EI, dans le lieu-dit la Painbaudière aux Essarts-le-Vicomte. Le Parc Eolien des Portes de Champagne est composé de 6 éoliennes mises en service en juillet 2013, de la marque SENVION (anciennement REPOWER) MM92/2050 et de 125 m en bout de pale. Il est exploité par la SAS du Parc éolien des portes de Champagne, une société de projet appartenant à EDF Renouvelables, tout comme celle de la présente installation. Trois de ses éoliennes (E2, F2 et F3) sont à moins de 500 m d'une éolienne du projet, toujours à plus de 316 m :

Parc Eolien des Portes de Champagne	Ecart en m à l'éolienne du projet	Eolienne du projet
<b>E2</b>	317 m	E1
<b>F2</b>	316 m	F1
<b>F3</b>	345 m	F4

**Tableau 5 : Ecart des éoliennes en exploitation dans l'aire d'étude avec celles du projet**

En effet, les éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II sont disposées en trois lignes (voir Carte 2 page 13), en continuité géographique avec celles du parc éolien existant des Portes de Champagne :

- l'éolienne E1 est à l'extrémité nord de la ligne ouest ;
- les éoliennes A1 et A2 sont sur la ligne centrale ;
- les éoliennes F1 et F4 sont aux extrémités nord et sud de la ligne est.

Remarque : certaines éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II sont à moins de 500 m les unes des autres, toujours au-delà de 400 m : A1 et A2 sont à 402 m l'une de l'autre ; A1 et F1 sont à 485 m.

**Le risque lié à 3 éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne est retenu** comme source potentielle de dangers pour les éoliennes E1, F1 et F4 du Parc Eolien des Portes de Champagne II.

## C.3 - 2. VOIES DE COMMUNICATION

### • Transport routier

Dans la zone d'étude (voir Carte 4 en page 17), le réseau routier est constitué de dessertes locales uniquement : la route D86 au nord-ouest à 152 m de l'éolienne E1 ; et de la route D49 au sud-est à moins de 402 m de l'éolienne F4. Les données de trafic ne sont pas portées à notre connaissance. Cependant, de desserte locale, on estime qu'elles sont empruntées par un nombre inférieur à 2 000 véhicules par jour.

**Aucune route n'est recensée dans la zone de survol des pales** des éoliennes du projet.

Conformément à la méthodologie du guide INERIS, les voies de circulation de moins de 2 000 véhicules/jour sont comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés pour l'évaluation des enjeux humains.

### • Transport ferroviaire

Aucune voie ferrée en exploitation n'est recensée dans l'aire d'étude. La ligne ferroviaire en exploitation la plus proche est celle d'Esternay-Sézanne à plus de 4 km. Seules subsistent les emprises d'une voie ferrée démantelée, passant entre la rangée d'éoliennes E et la rangée d'éoliennes A (voir Carte 4 en page 17),

### • Transport fluvial

Aucune voie navigable n'est recensée à proximité du projet.

### • Transport aérien

Aucune infrastructure aéronautique n'est recensée à proximité du projet. Les éoliennes sont situées à plus de 2 km d'un aéroport, le plus proche étant celui de Sézanne-St-Remy à plus de 15 km.

*Au regard de l'activité du site (installation fixe), de l'éloignement des routes au trafic supérieur à 2 000 véhicules/jour et l'absence de voie ferrée en exploitation dans la zone d'étude, la circulation des véhicules n'est pas retenue comme source potentielle de dangers pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II. N'est pas retenue non plus la circulation aérienne.*

## C.3 - 3. RESEAUX PUBLICS ET PRIVÉS

La ligne électrique aérienne à Très Haute Tension CHAMBRY – MERY-SUR-SEINE à 400 kV passe au sud-ouest de l'aire d'étude, à plus de 500 m des éoliennes. L'éolienne F4 est à 520 m de cette ligne et l'éolienne A2 à 625 m.

Par ailleurs, dans les limites de la zone d'étude, il n'est recensé aucune installation publique ou privée non enterrée, liée aux :

- canalisations de transport (gaz combustibles, hydrocarbures liquides ou liquéfiés et produits chimiques) ;
- réseaux d'assainissement (stations d'épuration) ;
- réseaux d'alimentation en eau potable (captages AEP, zones de protection des captages).

*Ces contraintes ne constituent pas des sources potentielles de danger pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II.*

## C.4. CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

L'estimation des enjeux humains est menée selon la démarche retenue par le guide INERIS et plus précisément l'annexe fixant les comptages de personnes en fonction de la surface ou du linéaire concerné (voir 0 en page 93). 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. Elle permet de compter le nombre de personnes exposées selon des règles forfaitaires en fonction de l'occupation des sols, selon des ensembles homogènes (zones habitées, ERP, zones industrielles, voies de circulation, terrains non bâtis...).

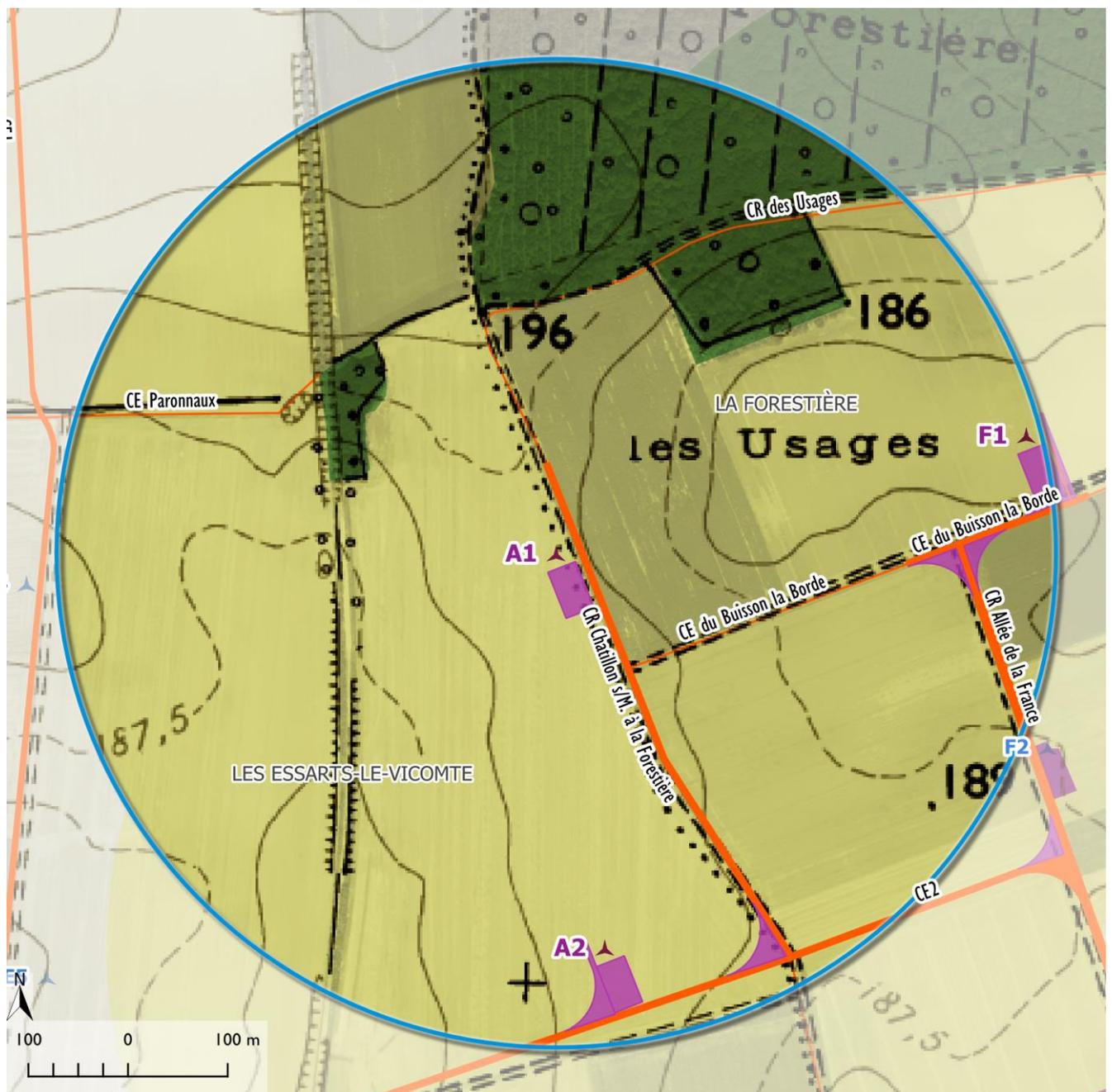
- **Les zones agricoles et boisées** sont constituées d'éléments disparates : champs, bois, friches, aire de levage des éoliennes du parc éolien des Portes de Champagne, voies de circulation non structurantes. Selon le guide, les parcelles de champs, de bois, de friche ou bosquets sont des "Terrains non aménagés et très peu fréquentés", pour lesquelles on compte 1 personne pour 100 ha. Les voies de circulation non structurantes, chemins et aires de levage sont classés en "Terrains aménagés mais peu fréquentés", considérant 1 personne pour 10 ha. **Pour simplifier l'analyse, ces différents éléments ne sont pas différenciés, et nous classerons donc les zones agricoles, bois et friches en "terrains aménagés mais peu fréquentés", qui est la catégorie la plus majorante quant aux personnes exposées, soit 1 personne pour 10 ha.**
- **Les aires de levage** et chemins d'accès aux éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II pouvant constituer une zone de stationnement, tout comme celle des éoliennes en exploitation, sont considérées comme des **terrains aménagés mais peu fréquentés**.
- **Les voies de communication** dans l'aire d'étude sont des dessertes locales, c'est-à-dire des routes peu fréquentées. Ainsi, il est estimé que ces routes sont empruntées par un nombre non significatif de personnes (inférieures à 2 000 véhicules par jour). Conformément au guide, elles n'ont donc pas vocation à être prises en considération, car elles sont déjà comptées dans la catégorie des **terrains aménagés mais peu fréquentés**. Y sont également considérés de façon majorante, les chemins ruraux ou privés.

*Toutes les hypothèses sont majorantes vis-à-vis du comptage du nombre de personnes exposées en permanence.*

Ainsi, en se basant sur la méthode de comptage des personnes exposées (Annexe 2) et selon la démarche conservatrice exposée ci-avant, nous retiendrons :

Nature	Catégorie	Unité	Calcul de l'équivalent de personnes présentes exposées en permanence
Parcelle agricole, boisement, friche, aire de l'éolienne, chemins ruraux, chemins d'exploitation, route non structurante	Terrains aménagés mais peu fréquentés	ha	<b>1 personne pour 10 ha</b>

**Figure 4 : Grille de lecture de l'estimation des enjeux humains**

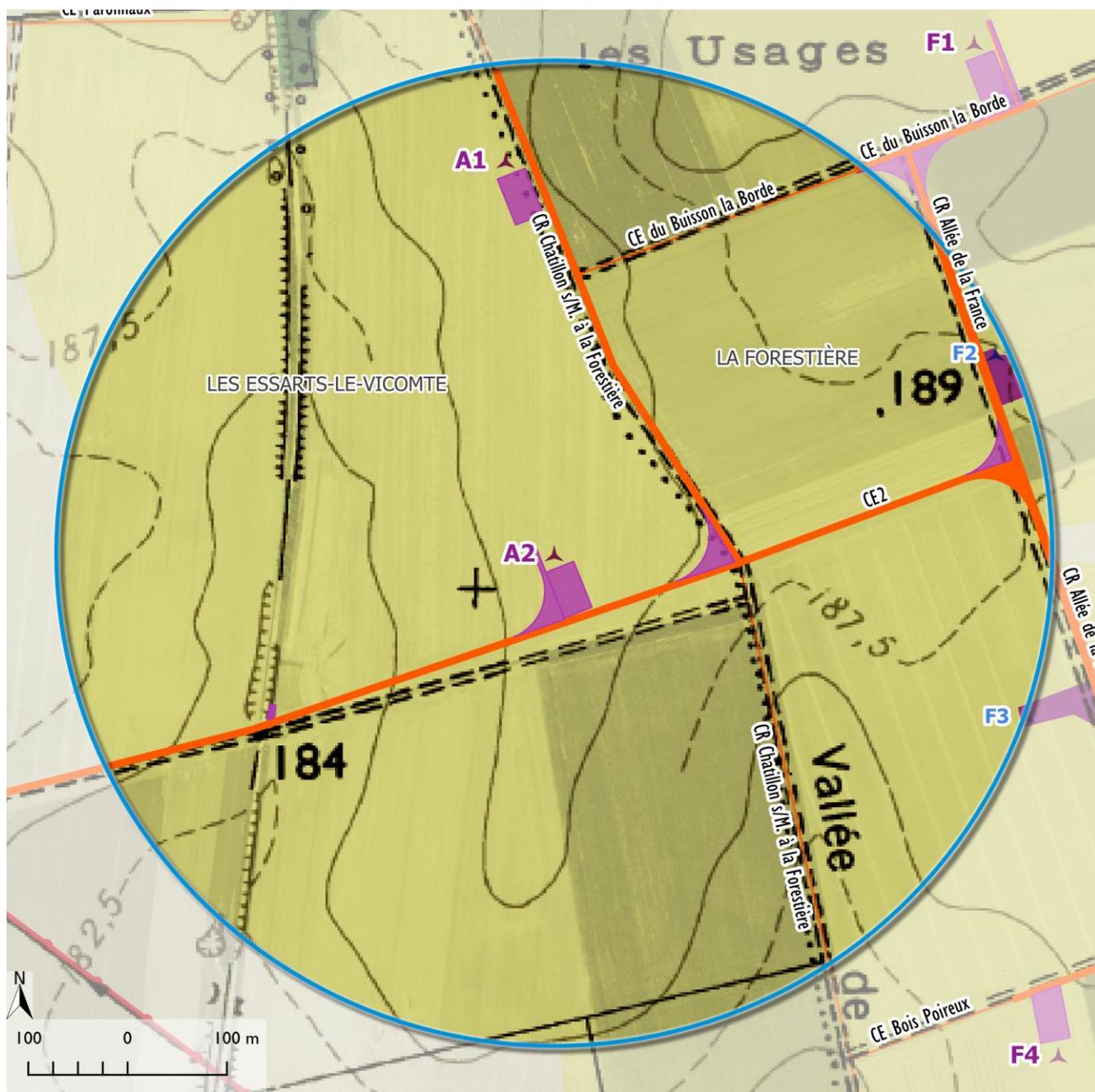


-  Projet
-  Occupation des sols
-  Bois, bosquet, friche
-  Accès à l'éolienne
-  Eolienne en exploitation
-  Parcelle agricole
-  Route non structurante chemin

Occupation du sol		Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	
Nature	Quantité	Catégorie (Calcul)	Total
Parcelles agricoles, bois, friches, aires de lavage (A1, A2, F1), chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, CR Allée de la France, CR des Usages, chemin d'exploitation (CE) Paronnaux, CE du Buisson la Borde, CE n°2	78,54 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	<b>7,854 pers.</b>

Sources : IGN SCAN25, Photo aérienne, ADMIN EXPRESS, OSM, EDF Renouvelables

**Carte 8 : Synthèse de l'environnement pour l'éolienne A1**

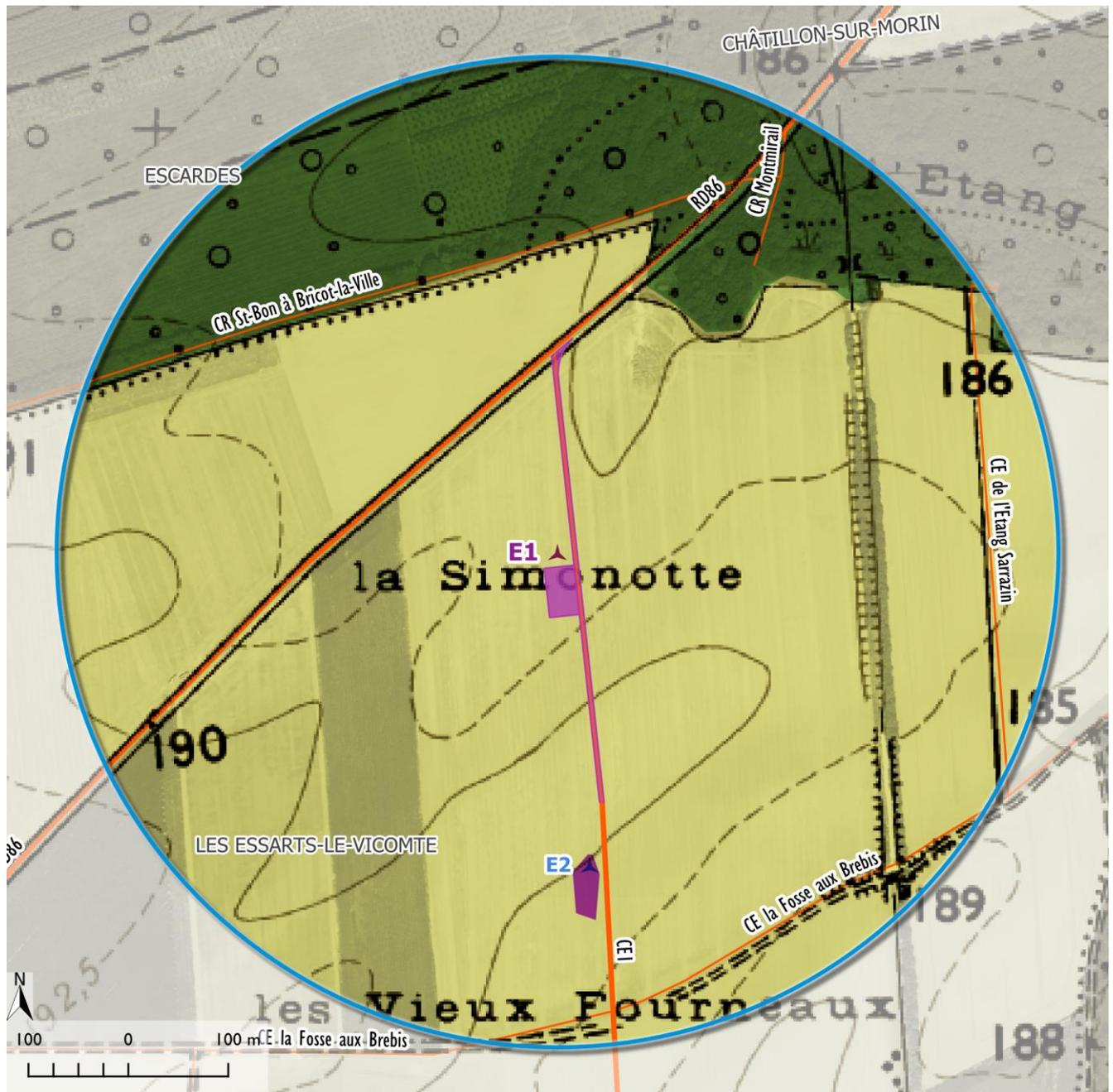


-  Projet
-  Eolienne en exploitation
-  Infrastructures 400 kV
-  Occupation des sols Parcelle agricole
-  Bois, bosquet, friche
-  Route non structurante chemin
-  Accès à l'éolienne

Occupation du sol		Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	
Nature	Quantité	Catégorie (Calcul)	Total
Parcelles agricoles, friches, aires de levage (A1, A2, F2, F3), chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, CR Allée de la France, chemin d'exploitation (CE) du Buisson la Borde, CE n°2	78,54 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	<b>7,854 pers.</b>

Sources : IGN SCAN25, Photo aérienne, ADMIN EXPRESS, OSM, EDF Renouvelables

**Carte 9 : Synthèse de l'environnement pour l'éolienne A2**

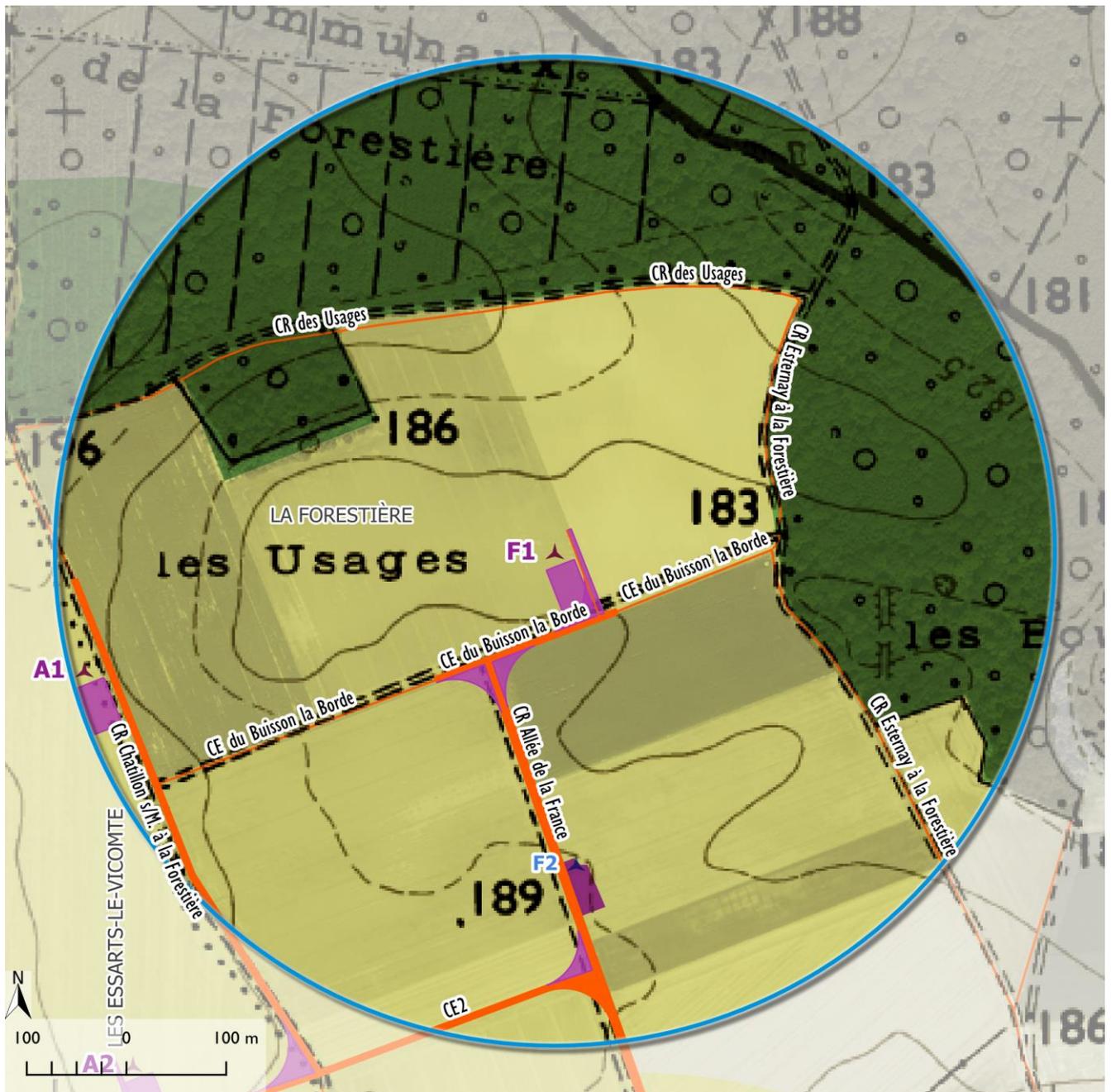


-  Projet
-  Eolienne en exploitation
-  Occupation des sols
-  Parcelle agricole
-  Bois, bosquet, friche
-  Route non structurante chemin
-  Accès à l'éolienne

Occupation du sol		Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	
Nature	Quantité	Catégorie (Calcul)	Total
Parcelles agricoles, friches, bois, aires de levage (E1, E2), RD86 non structurante, chemin rural (CR) la Fosse aux Brebis, CR Montmirail, CR St-Bon à Bricot-la-Ville, chemin d'exploitation (CE) de l'Etang Sarrazin, CE n°1	78,54 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	<b>7,854 pers.</b>

Sources : IGN SCAN25, Photo aérienne, ADMIN EXPRESS, OSM, EDF Renouvelables

**Carte 10 : Synthèse de l'environnement pour l'éolienne E1**

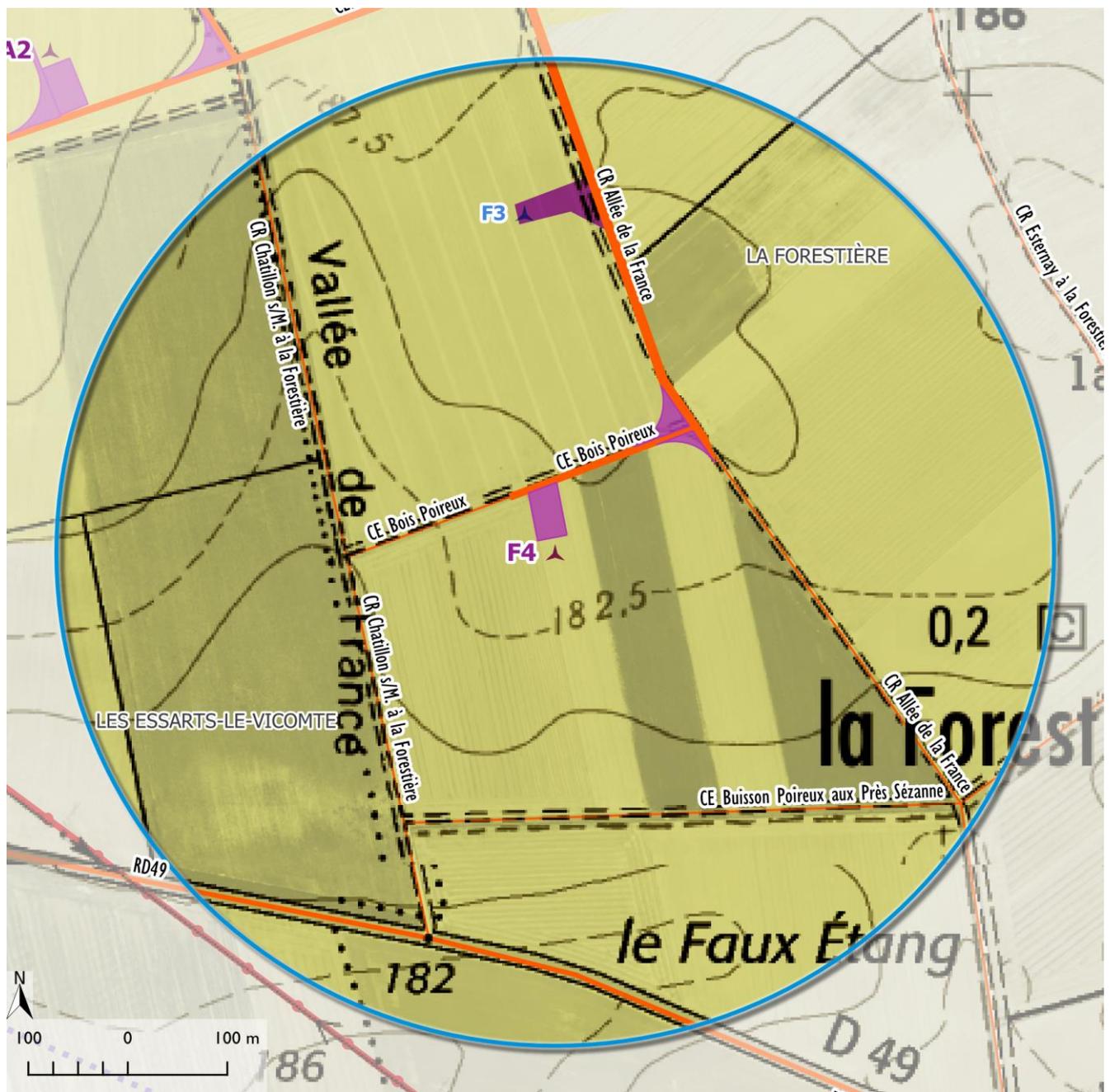


-  Projet
-  Occupation des sols Bois, bosquet, friche
-  Accès à l'éolienne
-  Eolienne en exploitation
-  Parcelle agricole
-  Route non structurante chemin

Occupation du sol		Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	
Nature	Quantité	Catégorie (Calcul)	Total
Parcelles agricoles, friches, aires de lavage (A1, F1, F2), chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, CR Esternay à La Forestière, CR Allée de la France, CR des Usages, chemin d'exploitation (CE) du Buisson la Borde, CE n°2	78,54 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	<b>7,854 pers.</b>

Sources : IGN SCAN25, Photo aérienne, ADMIN EXPRESS, OSM, EDF Renouvelables

**Carte 11 : Synthèse de l'environnement pour l'éolienne F1**



-  Projet
-  Eolienne en exploitation
-  Infrastructures Faisceau hertzien
-  400 kV
-  Occupation des sols Parcelle agricole
-  Route non structurante chemin
-  Accès à l'éolienne

Occupation du sol		Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	
Nature	Quantité	Catégorie (Calcul)	Total
Parcelles agricoles, aires de levage (F3, F4), RD49 non structurante, chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, CR Allée de la France, chemin d'exploitation (CE) Bois Poireux, CE Buisson Poireux aux Prés Sézanne	78,54 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	<b>7,854 pers.</b>

Sources : IGN SCAN25, Photo aérienne, ADMIN EXPRESS, OSM, EDF Renouvelables France

**Carte 12 : Synthèse de l'environnement pour l'éolienne F4**

# D. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

## D.I. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

### D.I - I. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

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

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme », ou « aire de grutage », ou « aire de lavage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le poste de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Un poste 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 poste 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

#### • Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** sur lequel se montent les trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles), construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 5 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
  - le système de freinage mécanique ;
  - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
  - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
  - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

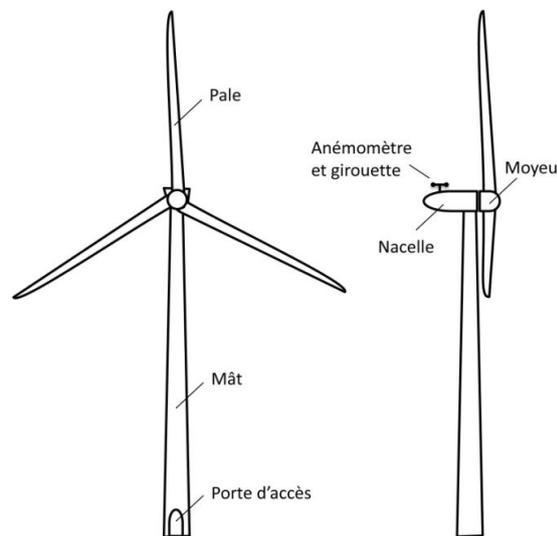
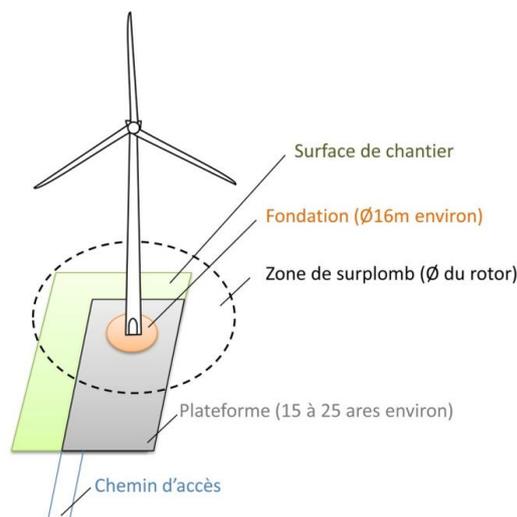


Figure 5 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

### • Emprise au sol

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

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



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

Figure 6 : Schémas de principe des emprises au sol d'une éolienne

### • Chemins d'accès

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

- L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles ou chemins d'exploitation 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).

## D.1 - 2. CARACTERISTIQUES DU PARC EOLIEN DES PORTES DE CHAMPAGNE II

- **Activité de l'installation**

L'activité principale du Parc Eolien des Portes de Champagne II est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) supérieure à 50 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

## D.1 - 3. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le Parc Eolien des Portes de Champagne II est composé de 5 aérogénérateurs d'un même modèle et de deux postes de livraison situés côte-à-côte.

Dans le cadre de la procédure de demande d'autorisation environnementale, afin de ne pas risquer de sous-évaluer les impacts, dangers et inconvénients de l'installation, nous avons choisi de définir une éolienne dont **les caractéristiques maximisent ces évaluations**.

Ainsi, dans le cadre de l'étude de dangers, les dimensions suivantes sont considérées : chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 84,5 mètres et un diamètre de rotor de 131 mètres maximum, soit une hauteur totale en bout de pale de 150 mètres maximum. La longueur de pale est représentée par le rayon du rotor [R], ici  $131/2 = 65,5$  m.

<b>Hauteur Mât au moyeu (centre du rotor)</b>	H	84,5	m
<b>Diamètre de rotor</b>	D	131	m
<b>Hauteur totale en bout de pale</b>	Htot	150	m
<b>Largeur Base Mât</b>	L	4,5	m
<b>Largeur Base Pale</b>	LB	3,9	m

**Tableau 6 : Caractéristiques des éoliennes pouvant équiper le parc en réponse à l'appel d'offre européen**

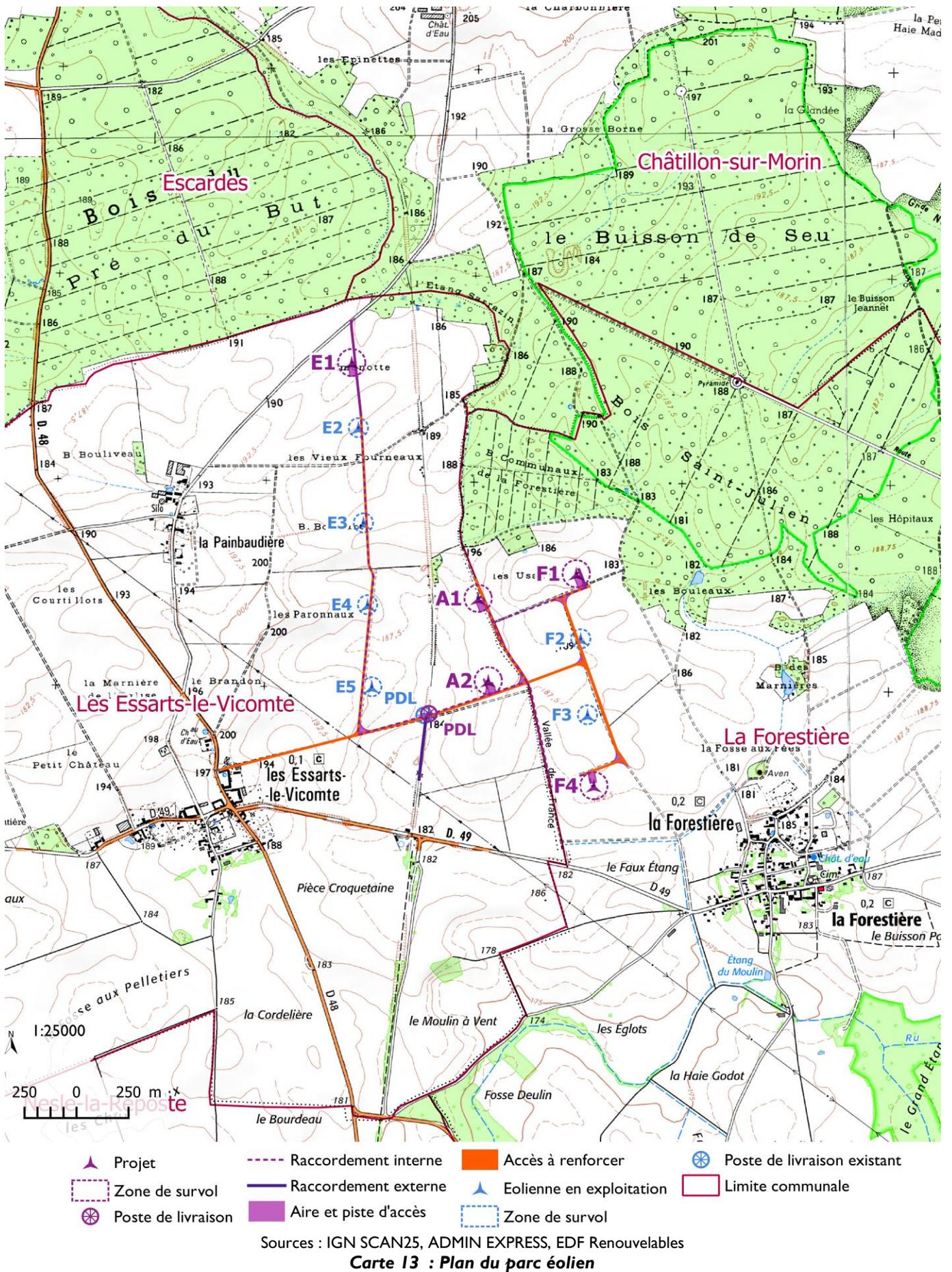
Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs :

Éolienne	Coordonnées Lambert 93		Coordonnées WGS 84 - DMS		Altitude au Sol (m NGF)	Altitude en bout de pale (m NGF)
	X	Y	Latitude (Nord)	Longitude (Est)		
<b>E1</b>	741 544	6 842 366	48°40'48"	3°33'51"	186	336
<b>A1</b>	742 152	6 841 224	48°40'11"	3°34'21"	191	341
<b>A2</b>	742 201	6 840 825	48°39'58"	3°34'23"	192	342
<b>F1</b>	742 623	6 841 343	48°40'15"	3°34'44"	184	334
<b>F4</b>	742 708	6 840 316	48°39'42"	3°34'47"	185	335
<b>PdLs</b>	741 917	6 840 663	48°39'53"	3°34'09"	184	334

Légende. Ex. numéro de l'éolienne du projet. PdLs : postes de livraison.

**Tableau 7 : Coordonnées des éoliennes projetées et des postes de livraison**

La carte suivante présente un plan détaillé des différents éléments composant le parc éolien :



## D.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

### D.2 - I. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR

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

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

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

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

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité.

Deux systèmes de freinage permettent d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

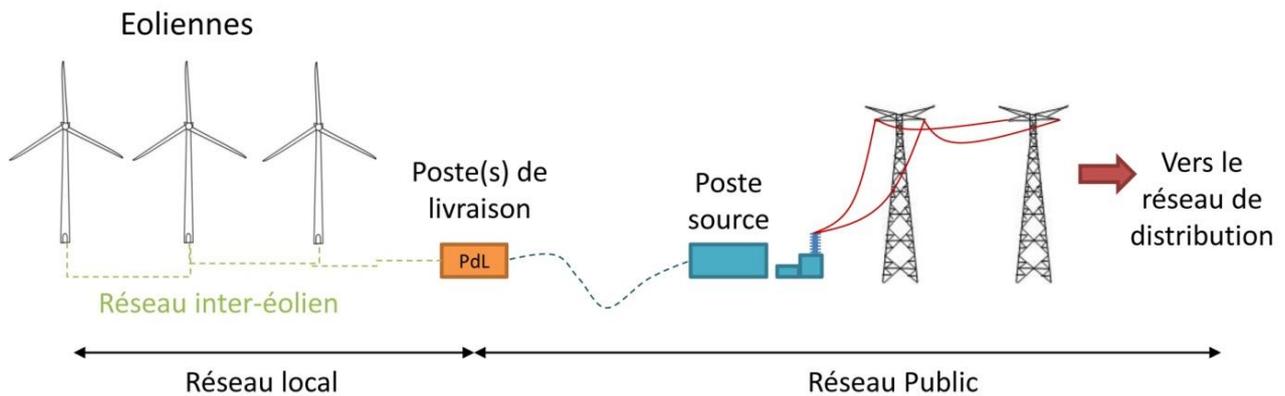
Plusieurs boutons d'arrêt d'urgence, situés en divers endroits de l'éolienne, permettent une immobilisation rapide de l'éolienne. Ces boutons permettent un freinage d'urgence via la mise en position "drapeau" des pales et l'actionnement des freins du rotor. Cette procédure implique aussi la séparation entre la génératrice et le réseau électrique. En cas d'arrêt d'urgence, l'éolienne ne peut être redémarrée qu'avec l'intervention du personnel.

Le tableau suivant décrit les principales caractéristiques techniques et dimensionnelles des différents éléments des éoliennes.

Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
<b>Fondation</b>	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Jusqu'à 25 m de diamètre et 3-4 m de profondeur environ
<b>Mât</b>	Supporter la nacelle et le rotor	Pièces en acier Courant alternatif, tension de 690 V (50 Hz)
<b>Nacelle</b>	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	Génératrice asynchrone à double alimentation Courant alternatif, tension de 690 V (50 Hz) Puissance nominale : 3 MW
<b>Rotor / pales</b>	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	3 pales. Vitesse de démarrage : 3 à 4 m/s (10 à 15 km/h env.) Vitesse nominale : 11 à 13 m/s (40 à 45 km/h env.) Vent de coupure : 22 à 25 m/s (80 à 90 km/h env.)
<b>Transformateur</b>	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	20 000 V

**Tableau 8 : Découplage fonctionnel de l'installation et des tensions électriques**

## D.2 - 2. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION



**Figure 7 : Principe du raccordement électrique des installations**

### Poste de livraison

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire vont venir 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.

Deux postes de livraison électrique, situés côte-à-côte, sont prévus pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II.

### Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public en 20 000 V. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Les câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

Ainsi, les 5 éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II sont interconnectées entre elles, et raccordées aux postes de livraison électrique par un réseau de câbles électriques triphasés HTA (tension nominale : 20 000 V).

Ces ouvrages seront établis suivant les prescriptions de l'arrêté technique du 17 mai 2001, conformément aux règles de l'art et suivant les publications UTE. Ainsi, ils sont conformes à la réglementation technique en vigueur.

### Réseau électrique externe

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

## D.2 - 3. AUTRES RESEAUX

Le Parc Eolien des Portes de Champagne II ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont proches d'aucun réseau de gaz.

## D.2 - 4. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Le Parc Eolien des Portes de Champagne II est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation.

L'arrêté du 26 Août 2011 fixe les dispositions constructives à respecter par l'exploitant qui permettent de diminuer les risques de dysfonctionnement des éoliennes (articles 7 à 11).

Ces dispositions sont les suivantes :

Art. 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.

Art. 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.

Art. 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.

Art. 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.

Art. 11. - Le balisage de l'installation est 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.

## • Sécurité de l'installation

L'objectif de ce paragraphe est de montrer que l'installation respecte la réglementation en vigueur en matière de sécurité. La description des différents systèmes de sécurité de l'installation sera effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques, dans la partie G. de l'étude de dangers.

### Conformité par rapport aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations soumises à autorisations au titre de la rubrique 2980 des ICPE

Seuls les articles en lien direct avec la sécurité sont mentionnés ci-après. Les articles en lien avec les phases de maintenance feront l'objet du paragraphe suivant.

#### *Conformité par rapport à l'article 3 - Distance par rapport aux tiers*

Nous avons constaté qu'aucune habitation et qu'aucun établissement susceptible d'accueillir du public ne se trouve dans le périmètre de 500 mètres autour des éoliennes.

Les aérogénérateurs sont situés :

- A plus 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 ;
- A plus de 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 ;
- 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 mètres de bâtiments à usage de bureaux.

#### *Conformité par rapport à l'article 4 - Radars et systèmes d'aide à la navigation*

Les éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II sont situées en dehors des zones de protection et de coordination des radars météorologiques, des radars militaires et des radars de l'aviation civile.

#### *Conformité par rapport à l'article 5 - Effets liés aux ombres des éoliennes*

La réglementation au titre de l'ICPE impose une étude pour tout bureau situé à moins de 250m d'une éolienne. Les aérogénérateurs sont situés à plus de 250 mètres des bureaux et habitations.

#### *Conformité par rapport à l'article 6 - Champs magnétiques*

Les caractéristiques des machines du Parc Eolien des Portes de Champagne II permettront d'éviter que les habitations voisines du projet ne soient exposées à un champ magnétique émanant des éoliennes supérieur à 100 micro teslas à 50-60Hz. En outre, l'ensemble du réseau électrique enterré est protégé par des gaines limitant la diffusion des ondes.

#### *Conformité par rapport à l'article 7 - Accès au site*

Les services d'incendies et de secours pourront accéder au site par tout temps via les voies carrossables utilisées pour la maintenance du site.

#### *Conformité par rapport à l'article 8 - Normes*

L'ensemble nacelle / pales / rotor / mât fourni sera conforme à la norme NF EN 61 400-I dans sa version de juin 2006 ou CEI 61 400-I dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union Européenne, à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011.

L'exploitant tiendra à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée. En outre, l'exploitant tiendra à disposition de l'inspection des installations classées les justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation est conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation

#### *Conformité par rapport à l'article 9 - Mise à la terre*

L'ensemble de l'aérogénérateur est mis à la terre et respecte la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010). Plusieurs paratonnerres sont installés sur les pales, la nacelle et le mât. Chaque pale est pourvue d'une pointe en aluminium ou d'un récepteur de foudre de chaque côté de la pointe qui dévie le courant de la foudre par un câble en acier vers le moyeu du rotor. Les opérations de maintenance du système de la mise à la terre incluront un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.

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.

#### *Conformité par rapport à l'article 10 - Installations électriques*

Les générateurs sont bien conformes à la Directive Machines du 17 mai 2006. Les installations électriques extérieures aux générateurs (réseau inter-éolien, postes de livraison) respecteront les normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200. Les installations électriques seront entretenues et maintenues en bon état et seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.

#### *Conformité par rapport à l'article 11 - Balisage*

Le balisage des machines sera bien 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 de l'aviation civile et respectera notamment l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne, qui indique le balisage que le parc éolien doit suivre.

#### *Conformité par rapport à l'article 13 - Accès installation*

Les personnes étrangères au site n'auront pas accès à l'intérieur des éoliennes, ces dernières étant fermées à clefs.

#### *Conformité par rapport à l'article 14 - Consignes de sécurité*

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

concernent notamment :

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

Les consignes de sécurité et autres mises en garde seront affichées sur les chemins d'accès au site et facilement lisibles.

#### *Conformité par rapport à l'article 15 - Phases d'essais*

Avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalisera 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 pourra excéder un an, l'exploitant réalisera une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

En outre, une fois les aérogénérateurs installés, des essais (arrêt d'urgence, simulation de survitesse) seront réalisés avant la mise en service du parc.

#### *Conformité par rapport à l'article 16 - Matériaux combustibles ou inflammables*

L'entreposage de ce type de matériaux est interdit dans les éoliennes.

#### *Conformité par rapport à l'article 17 - Compétence du personnel*

Le personnel amené à travailler sur le Parc Eolien des Portes de Champagne II sera formé sur les risques présentés par l'installation, les moyens mis en œuvre pour les éviter et les procédures d'urgence à appliquer.

#### *Conformité par rapport aux articles 20 et 21 - Traitement des déchets*

Les déchets générés par l'exploitation seront traités et si possible valorisés dans des centres adéquats. Aucun déchet ne sera brûlé à l'air libre.

#### *Conformité par rapport à l'article 22 - Consignes de sécurité*

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

Le maître d'ouvrage confiera l'exploitation de l'installation au terme d'un appel d'offres, soit aux équipes d'exploitation du fournisseur des aérogénérateurs, soit à la filiale d'exploitation maintenance du groupe EDF Renouvelables - EDF Renouvelables Services –, soit à tout autre exploitant en mesure de démontrer les compétences et les capacités attendues. Dans tous les cas, le maître d'ouvrage exigera que l'exploitant retenu produise et applique des procédures d'urgence et des consignes de sécurité conformes à la réglementation.

#### *Conformité par rapport à l'article 23 - Système de détection contre les incendies*

Chaque éolienne sera équipée d'un système de détection permettant d'alerter à tout moment l'exploitant ou un opérateur désigné en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse. Ces systèmes de détection fixés dans la partie supérieure des armoires électriques et sur le toit de la nacelle se déclenchent lorsqu'un capteur de fumée détecte de la fumée et/ou lorsque le capteur de température détecte un dépassement de seuil de température défini. Ils feront l'objet de vérifications lors des phases de maintenance notamment.

#### *Conformité par rapport à l'article 24 - Moyen de lutte contre l'incendie*

Chaque éolienne sera équipée de plusieurs systèmes d'alarmes et d'au moins deux extincteurs. En respect des normes en vigueur, deux extincteurs portatifs à poudre destinés à combattre les débuts d'incendies seront installés au pied du mât et dans la nacelle. Rappelons en outre que la majeure partie de l'éolienne est constituée de matériaux non inflammables (mât en acier et fondation en béton, machines, freins, génératrice (...) en métal), et que les seuls composants inflammables sont les pales du rotor et la cabine (matière plastique renforcée de fibres de verre), les câbles et petites pièces électriques, les huiles mécaniques (combustibles mais non inflammables), les tuyaux et autres petites pièces en matière plastique et les accumulateurs.

#### *Conformité par rapport à l'article 25 - Protection contre les jets de glace*

Chaque éolienne sera équipée d'un système permettant de détecter la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Le capteur est installé sur le toit de la nacelle et mesure la température et l'humidité relative de l'air ambiant ; si les conditions dépassent certaines valeurs limites fixées d'avance par le service de météorologie, l'installation est arrêtée par l'ordinateur de commande. Le système de contrôle procède par ailleurs à un arrêt automatique de l'éolienne s'il relève une inadéquation entre la puissance produite et la vitesse du vent (en cas de présence de glace ou de givre sur les pales, le rendement de la machine se trouve affecté).

#### *Conformité par rapport aux articles 26, 27 et 28 - Protection contre le bruit*

Des études ont été réalisées afin de s'assurer que le Parc Eolien des Portes de Champagne II ne dépassera pas les valeurs d'émergences réglementaires. Ces résultats font apparaître, pour certaines vitesses de vent et certaines périodes (de nuit), des risques d'émergence importants lorsque les éoliennes fonctionnent en mode dit standard.

Aussi, un plan de gestion acoustique devra être mis en place. Il consiste à appliquer à certaines éoliennes des bridages acoustiques. Ces modes de fonctionnement sont proposés en option par les turbiniers. Ils consistent à réduire la signature acoustique de l'éolienne (notamment en réglant l'angle de pitch) au détriment d'une petite perte de production électrique. Les réductions qui devront être appliquées sont présentées dans l'étude acoustique jointe au dossier et permettront de respecter l'ensemble des critères réglementaires.

Lors de la phase chantier une attention particulière sera portée sur les possibles nuisances sonores.

### Normes et certifications applicables à l'installation

Le type d'éolienne implanté sur le Parc Eolien des Portes de Champagne II respectera les normes CEI 61 400 et NF EN 61 400-1, spécifiant les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégralité technique des éoliennes et fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par les risques pendant la durée de vie des aérogénérateurs.

Lors de la future mise en service du parc, les éoliennes installées seront conformes à la norme IEC IIIA (capable de résister à des vents extrêmes de l'ordre de 52.5 m/s et à des intensités de turbulences élevées).

### Organisation des services de secours en cas d'accident

En cas d'incident, un système de détection permet d'alerter à tout moment l'opérateur. Ce dernier peut alors transmettre l'information aux services d'urgence compétents les plus proches dans un délai inférieur à 15 minutes.

## D.2 - 5. OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Une maintenance prédictive et préventive des éoliennes sera mise en place. Celle-ci porte essentiellement sur l'analyse des huiles, l'analyse vibratoire des machines tournantes et l'analyse électrique des éoliennes.

La maintenance préventive des éoliennes a pour but de réduire les coûts d'interventions et d'immobilisation des éoliennes. En effet, grâce à la maintenance préventive, les arrêts de maintenance sont programmés et optimisés afin d'intervenir sur les pièces d'usure avant que n'intervienne une panne.

Les arrêts de production d'énergie éolienne sont anticipés pour réduire leur durée et leurs coûts.

L'Arrêté du 26 Août 2011 indique que « 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 (Art. 17).

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. Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspection des installations classées (Art. 18).

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. » (Art. 19).

Conformément à l'article 18, des contrôles réguliers seront menés afin de s'assurer du bon comportement de l'éolienne.

Un manuel d'entretien sera disponible et des opérations de maintenance régulièrement réalisées et enregistrées.

Les maintenances préventives sont différentes pour chaque type d'éolienne et de constructeur. Généralement, les opérations de maintenance préventives se déroulent après le premier trimestre de la mise en service du parc éolien. D'autres opérations ont lieu six mois après, puis un an après.

L'entretien annuel est en règle générale beaucoup plus poussé que l'entretien semestriel.

Ces entretiens périodiques consistent, en résumé, en des opérations de :

- Lubrifications (pales, axe lent, génératrice, réducteurs d'orientation, etc....) ;
- Vérification visuelle des pales ;
- Vérification des boulons (des pales et de la tour), visuelle ou par échantillonnage ;
- Test du groupe hydraulique ;
- Inspection du multiplicateur, de la génératrice, du transformateur, des systèmes de freins, etc. ;
- Tests de fonctionnement via l'automate (survitesse, etc).

A ces entretiens s'ajoutent des entretiens de pales et les contrôles réglementaires (lignes de vie, rail, treuil de levage, monte-personne, électricité).

En résumé, un entretien préventif des éoliennes aura lieu tous les six mois.

L'entretien des différents composants de l'installation d'une éolienne s'effectuera à différentes périodes et est d'envergure diverse. On peut classer 4 types de travaux d'entretien :

- maintenance de type 1 : 300 à 500 heures d'exploitation après la mise en service ;
- maintenance de type 2 : Entretien intermédiaire semestriel ;
- maintenance de type 3 : Entretien principal annuel, inclut l'entretien intermédiaire ;
- maintenance de type 4 : Entretien après 5 ans, inclut l'entretien de type 3 ;
- les différents travaux d'entretien sont eux-mêmes expliqués plus en détail dans les manuels d'entretien pour les différents composants de l'installation. Outre l'entretien prévisionnel, des inspections de l'éolienne dans sa totalité ou pour des groupes de composants peuvent avoir lieu à tout moment.

Des informations plus détaillées pourront être fournies à l'inspection des installations classées au moment de la mise en service du parc éolien.

## D.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 Eolien des Portes de Champagne II.

# E. 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.*

## E.I. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

Les produits identifiés dans le cadre du Parc Eolien des Portes de Champagne II sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

La liste en est fournie dans le tableau suivant :

Type de produit	Type de déchets (code)	Quantités maximales émises	Origine	Type de stockage avant enlèvement	Traitement
<b>Cartons non souillés</b>	Non dangereux (15 01 01)	Selon utilisation	Contenants des produits utilisés	Container fermé	Recyclage
<b>Emballages plastiques non souillés</b>	Non dangereux (15 01 02)	Selon utilisation	Contenants des produits utilisés	Container fermé	Recyclage
<b>Câbles électriques</b>	Non dangereux (17 04 11)	Selon utilisation	Câbles électriques remplacés	Bacs	Recyclage
<b>Métaux</b>	Non dangereux (20 01 40)	Selon utilisation	Visserie / ferrailles...	Bacs	Recyclage
<b>Déchets industriels banals</b>	Non dangereux (20 03 01)	Selon utilisation	Équipement de protection individuelle usagés / déchets alimentaires / poussières...	Container fermé	Valorisation énergétique
<b>Huiles usagées</b>	Dangereux (13 02 05/6* 15 01 10*)	≈600 l./machine tous les 3 à 5 ans	Huiles issues des vidanges	Cuve fermée	Régénération
<b>Chiffons et contenants souillés par des produits dangereux</b>	Dangereux (15 02 02* et 15 01 10*)	≈50 kg/an/machine	Chiffons /Contenants	Bacs fermés	Valorisation énergétique
<b>Filtres à huile ou carburants</b>	Dangereux (16 01 07)	≈60 kg/opération de maintenance	Remplacements de filtres	Fûts fermés	Recyclage
<b>Aérosols contenant des substances dangereuses</b>	Dangereux (16 05 04*)	≈10 kg/ opération de maintenance	Aérosols usagés	Fûts fermés	Traitement
<b>Déchets d'équipements électriques et électroniques</b>	Dangereux (20 01 35*)	≈60 kg/cas de panne	Disjoncteurs /Relais /Condensateurs / Sondes / Prises de courant...	Bacs	Recyclage

La nomenclature des déchets dangereux est définie par l'Annexe II du Décret n° 2002-540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets.

**Tableau 9 : Exemples des produits émis durant la phase d'exploitation d'un parc éolien**

Une vingtaine de kilos de graisse par an est généralement nécessaire aux différents engrenages (roulements de la génératrice, roues dentées, palier d'orientation, roulement d'azimut, roulements de pitch). Ces graisses utilisées sont des graisses synthétiques multiservice avec lubrifiants et additifs. Elles ne sont pas considérées comme substance dangereuse au titre de la Directive Européenne 1999/45/CE modifiée et adaptée, relative à la classification des substances dangereuses.

Du fait de leur faible inflammabilité et des faibles quantités présentes (au regard d'autres installations classées), **les huiles et les graisses contenues dans les éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II ne sont pas retenues comme sources potentielles de dangers.**

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

Les risques associés aux différents produits concernant le site du Parc Eolien des Portes de Champagne II sont :

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

## E.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien Parc Eolien des Portes de Champagne II sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

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

**Tableau 10 : potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation**

## E.3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

### E.3 - I. PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

Plusieurs démarches préalables concernant les implantations des éoliennes et le choix de la technologie utilisée ont permis de réduire les potentiels de dangers identifiés sur le site et de garantir une sécurité optimale de l'installation.

- Lors de la démarche de conception du projet, le porteur de projet a étudié plusieurs scénarios d'implantation afin de déterminer celui qui minimise les impacts vis-à-vis des intérêts mentionnés par l'article L511-1 du code de l'environnement.
- Dans le cadre de l'étude d'impacts, le choix de localisation des éoliennes a fait l'objet d'études spécifiques :
  - analyse paysagère,
  - analyse de l'environnement naturel,
  - analyse de l'environnement humain,
  - analyses des contraintes techniques,
  - disponibilité foncière,
  - volontés politiques locales.

- L'exploitant a effectué des choix techniques pour implanter les éoliennes le plus à l'écart des zones à enjeux, le choix même du site correspondant à un **secteur éloigné de toute habitation**. Le respect des prescriptions générales de l'arrêté du 26 août 2011 impose au projet :
- Un éloignement des éoliennes de 500m des zones dédiées à l'habitation
- Un choix d'éoliennes respectant les normes de sécurité et disposant d'équipements de prévention des risques.
- La réalisation obligatoire d'un contrôle technique des ouvrages.
- Le projet bénéficie de l'expérience de EDF Renouvelables dans le développement de projet éolien.

Il apparaît donc que les choix effectués lors de la phase de conception du projet ont permis de proposer une implantation réduisant les potentiels de dangers.

## E.3 - 2. UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

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

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

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

## F. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

### F.I. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

L'inventaire des incidents et accidents en France permet d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter un parc éolien. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (oct. 2012), et est complété par les données disponibles dans la base de données ARIA (Ministère du Développement Durable) et certains articles de presse divers. Voir le J.3. J.4. .

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

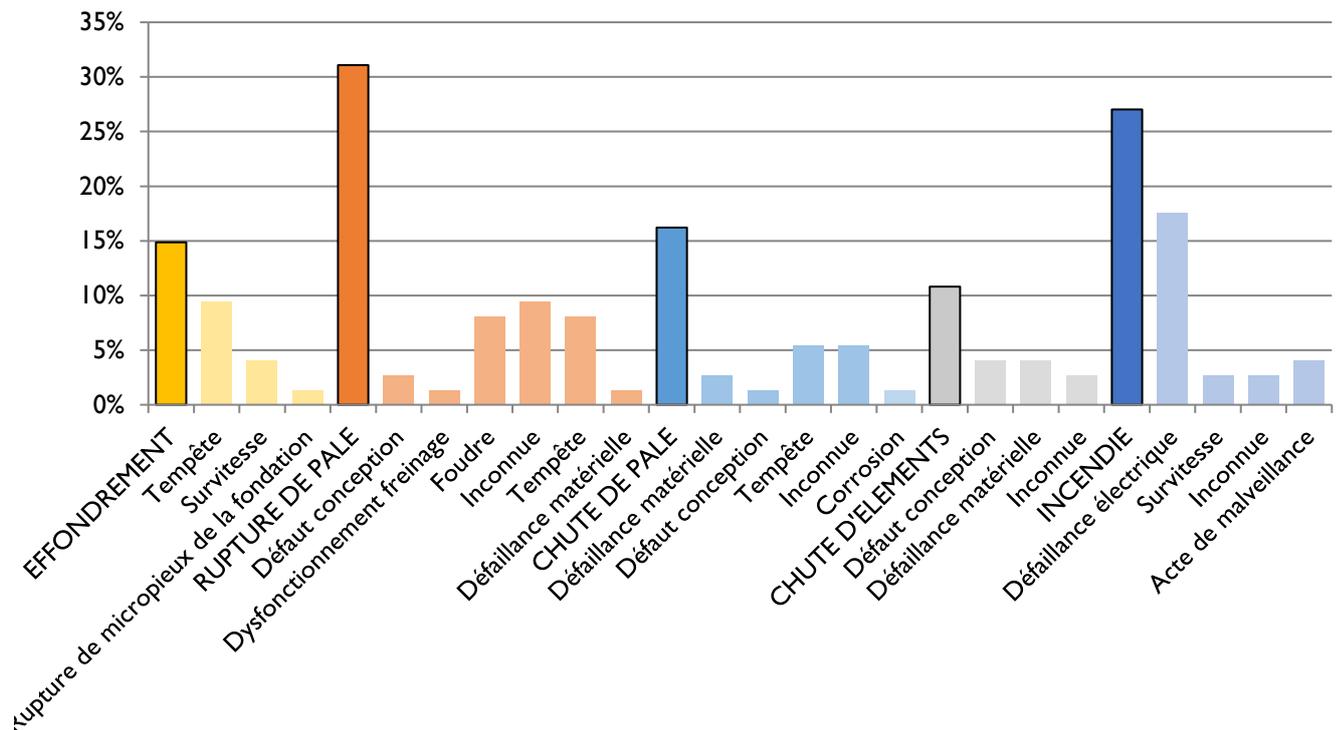
- Rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004) ;
- Base de données ARIA du Ministère du Développement Durable ;
- Communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens ;
- Site Internet de l'association « Vent de Colère » ;
- Site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable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

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

La base de données réalisée par le groupe de travail SER/FEE pour l'édition du « guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » apparaît comme la plus représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français entre 2000 et 2012. Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012, lors du travail réalisé par les membres du groupe de travail SER/FEE.

On recense 74 accidents enregistrés en France entre 2000 et juillet 2019 par la base de données ARIA. Ce recensement met en évidence que les aérogénérateurs accidentés sont notamment les modèles anciens, qui ne bénéficiaient généralement pas des dernières avancées technologiques.

### Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et fin juin 2019



Sources : Enviroscop. Sources : retour d'expérience de la filière éolienne du guide INERIS 2012, complément par Enviroscop d'après consultation base ARIA et articles de presse en juillet 2019

**Figure 8 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et juillet 2019**

Le graphique en Figure 8 ci-dessus montre la répartition des différentes catégories d'événements accidentels recensés et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et juillet 2019. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des conséquences sur les zones autour des aérogénérateurs. Dans ce graphique, sont présentés :

- La répartition des catégories des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents observés en France : effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie. Ces catégories sont représentées par des histogrammes de couleur foncée bordés de noir, intitulées en majuscule ;
- La répartition des causes premières pour chacun des événements décrits ci-dessus. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents observés dans une catégorie d'événements accidentels en France. Elles sont représentées par des histogrammes sans bordure, de couleur claire.

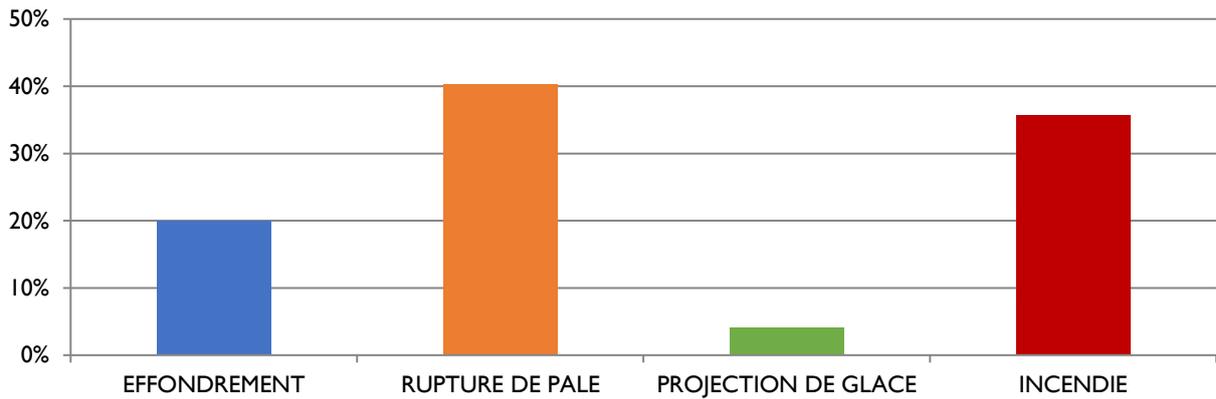
Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les incendies, les chutes de pale, les effondrements et les chutes des autres éléments de l'éolienne. Les principales causes de ces accidents sont liées aux tempêtes et défaillances mécaniques.

## F.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010, et actualisé jusqu'à fin juin 2019. La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 2 500 accidents décrits dans la base de données, seuls 1 050 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante. Le graphique suivant montre la répartition

des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.

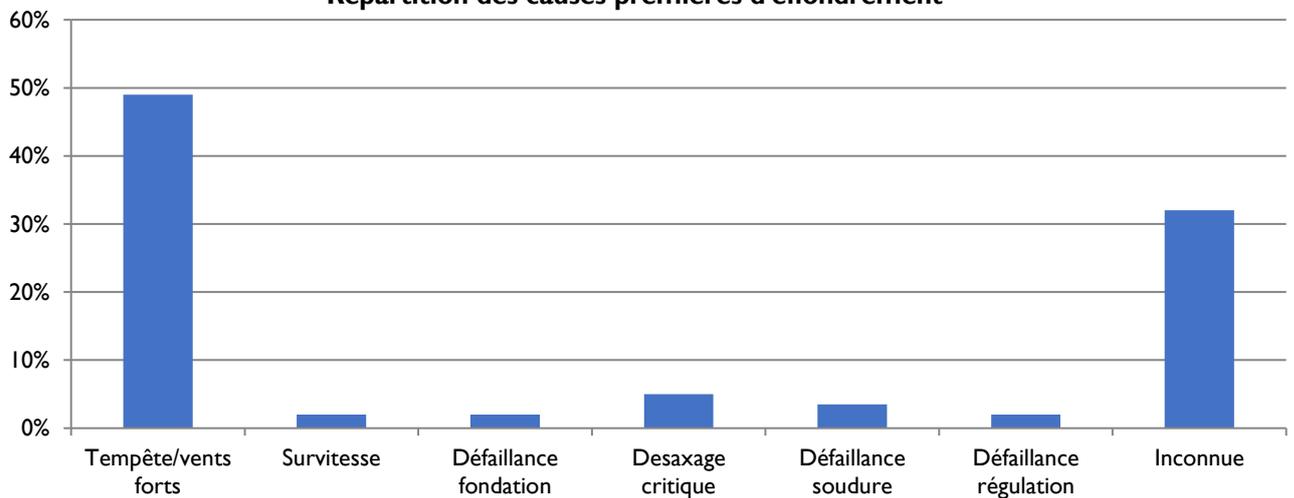
### Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et fin juin 2019



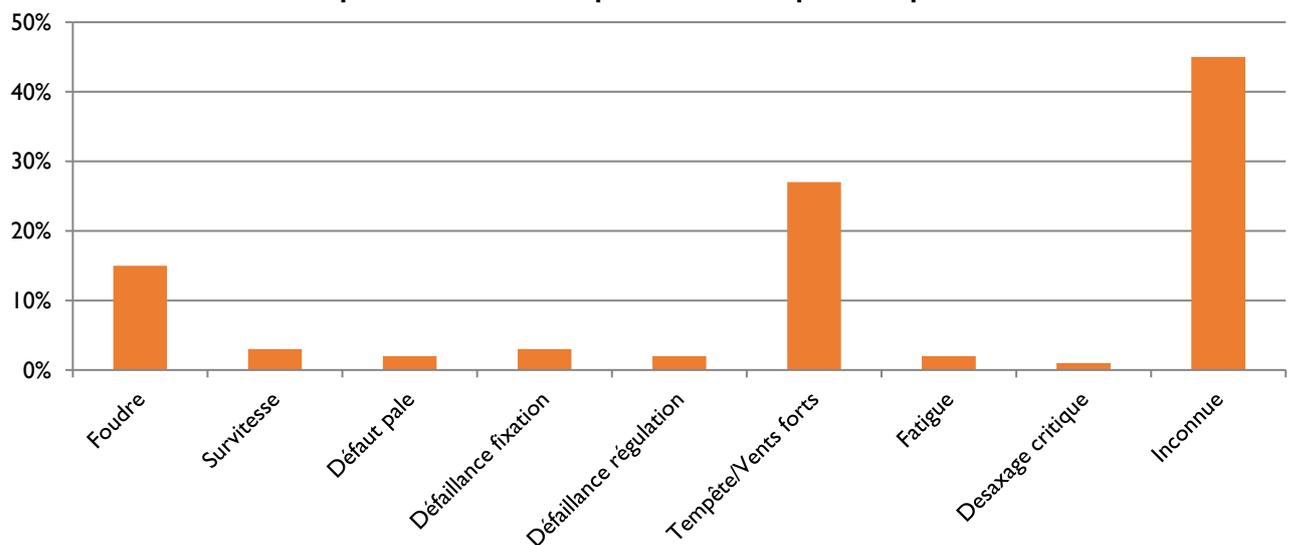
**Figure 9 : Répartition des événements accidentels sur le parc d'aérogénérateurs mondial**

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).

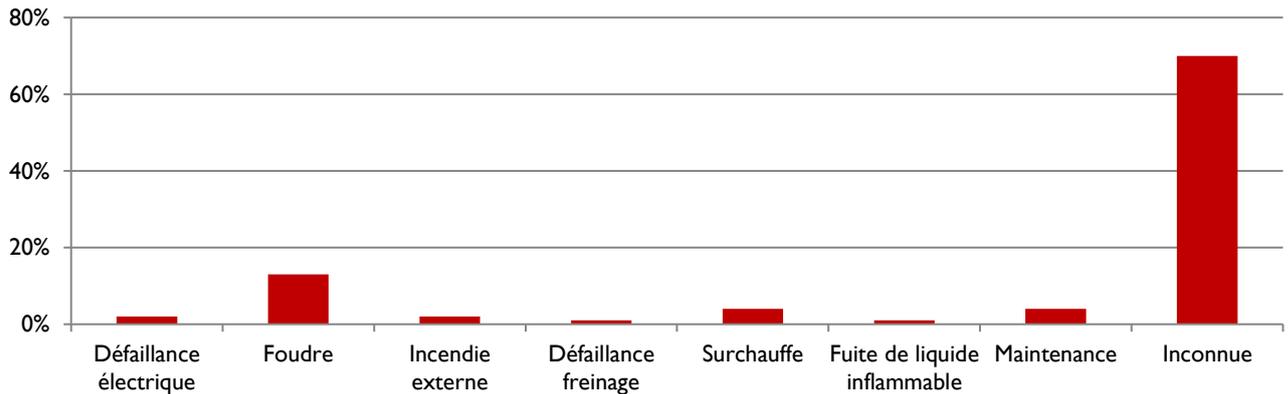
### Répartition des causes premières d'effondrement



### Répartition des causes premières de rupture de pale



### Répartition des causes premières d'incendie



**Figure 10 : Répartition des principales causes des événements accidentels sur le parc d'aérogénérateurs mondial**

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.

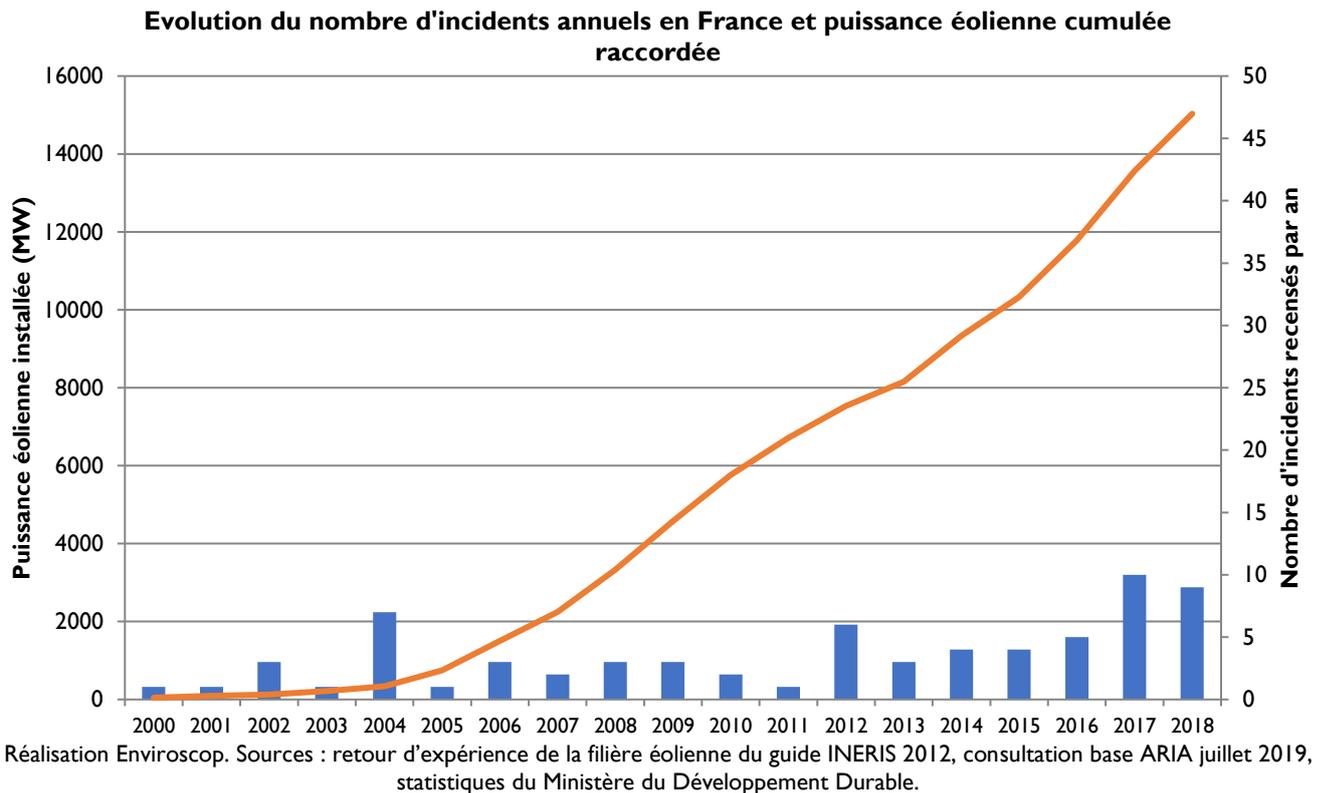
## F.3. INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

L'installation visée relève de l'extension d'une installation existante : le Parc Eolien des Portes de Champagne, mis en service en juillet 2013. Il n'a rencontré aucun accident majeur depuis sa mise en service.

## F.4. SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

### F.4 - I. ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

A partir de l'ensemble des phénomènes dangereux qui ont été recensés, il est possible d'étudier leur évolution en fonction de la puissance éolienne cumulée installée.



**Figure 11 : évolution du nombre d'incidents annuels en France et puissance raccordée**

La figure ci-dessus 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.

## F.4 - 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 accidentels suivants :

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

## F.5. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

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

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

# G. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Les outils d'analyse des risques sont nombreux (ex : AMDEC, APR, HAZOP, etc.). La présente analyse utilise la méthode APR qui est souple d'utilisation, adaptée et plus facile à mettre en œuvre et à instruire dans le contexte des éoliennes, comme le conseille le guide de l'INERIS.

## G.1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

## G.2. RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Plusieurs événements initiateurs peuvent être exclus de l'analyse préliminaire des risques, soit parce que ces exclusions sont prévues dans la circulaire du 10 mai 2010 relative à la méthodologie applicable aux études de dangers, soit parce que les conséquences de cet événement seront largement supérieures aux conséquences de l'accident qu'il entraînerait sur l'éolienne.

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

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

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

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

## G.3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les « agressions externes potentielles ». Ces agressions proviennent

d'une activité ou de l'environnement extérieur. Elles sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes. Par exemple, un séisme peut endommager les fondations d'une éolienne et conduire à son effondrement.

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

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

### G.3 - I. AGRESSION EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

Le guide technique de conduite de l'étude de dangers (Oct. 2012) donne la distance à partir de laquelle une activité considérée ne constitue plus un agresseur potentiel pour un aérogénérateur. Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 mètres sont recensées ici, à l'exception de la présence des aérodromes qui est reportée lorsque ceux-ci sont implantés dans un rayon de 2 kilomètres, et des autres aérogénérateurs qui sont reportés dans un rayon de 500 mètres.

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

Infrastructure	Fonction	Evénement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
<b>Voies de circulation</b>	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Aucune voie structurante. Voies présentes : dessertes locales, chemins ruraux publics ou privés. Très faible fréquentation et impact nul en termes d'agression externe
<b>Aérodrome</b>	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Aucun aérodrome.
<b>Ligne THT</b>	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Aucune ligne THT (ni même HT).
<b>Autres aérogénérateurs</b>	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	L'éolienne A1 est à 400 m de A2 et à 480 m de F1 ; l'éolienne A2 est à 480 m de F2 ; l'éolienne F1 est à 310 m de F2 ; l'éolienne F4 est à 340 m de F3. Les autres éoliennes des parcs éoliens de Champagne sont situées à plus de 500 m l'une de l'autre.

**Tableau 11 : Principales agressions externes liées aux activités humaines**

Aucune autre agression externe potentielle n'a été recensé au sein de l'aire d'étude de danger.

## G.3 - 2. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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

Agression externe	Intensité
<b>Vents et tempête</b>	Le secteur est hors zone cyclonique. 50,3 jours/an avec des vents de plus de 57 km/h ( $\geq 16$ m/s), dont moins de 2 jours avec des vents au-delà de 100 km/h ( $\geq 28$ m/s). Fréquence des tornades et des orages violents conforme à la moyenne nationale.
<b>Foudre</b>	17,4 jours d'orage/ an. Densité faible de foudroiement
<b>Glissement de sols/ affaissement miniers</b>	Aléas de retrait et gonflement des argiles moyen à fort ; l'éolienne F4 est située en zone d'aléa fort, tout comme les éoliennes E4 et E5 en exploitation. Aléa faible de mouvement de terrain par effondrement (cavité naturelle), l'indice le plus proche à 790 m de l'éolienne F4. Aire d'étude peu sensible aux remontées de nappes (nul à faible)

**Tableau 12 : Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels**

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

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 ci-après (chapitre G.6).

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.

## G.4. SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

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

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

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événements redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement). Ce tableau présentant le résultat d'une analyse des risques peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes. Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en annexe 4.

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
<b>« G » les scénarios concernant la glace</b>						
<b>G01</b>	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
<b>G02</b>	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
<b>« I » les scénarios concernant l'incendie</b>						
<b>I01</b>	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
<b>I02</b>	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
<b>I03</b>	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
<b>I04</b>	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
<b>I05</b>	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
<b>I06</b>	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
<b>I07</b>	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
<b>« F » les scénarios concernant les fuites</b>						
<b>F01</b>	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
<b>F02</b>	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
<b>« C » les scénarios concernant la chute d'éléments de l'éolienne</b>						

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
<b>« P » les scénarios concernant les risques de projection</b>						
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
<b>« E » les scénarios concernant les risques d'effondrement</b>						
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2

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

**Tableau 13 : Analyse préliminaire des risques**

## G.5. EFFETS DOMINOS

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

Les effets dominos susceptibles d'impacter les éoliennes sont décrits dans le tableau d'analyse des risques 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 ».

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

Dans le cadre des études de dangers éoliennes, l'INERIS propose de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres. aucune installation ICPE n'est présente à moins de 100 mètres des installations du Parc Eolien des Portes de Champagne II.

## G.6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

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

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

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

tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

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

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

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 ou de déduction redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise en drapeau des pales 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 des capteurs du système de détection ou de déduction de givre lors des maintenances préventives annuelles.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Installation d'un panneau d'affichage sur le chemin d'accès de chaque éolienne. Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace sur le chemin d'accès de chaque éolienne (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA		
Maintenance	vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

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

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

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

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010). Parafoudres sur la nacelle + récepteurs de foudre sur les 2 faces des pales. Mise à la terre (nacelle/mât, sections de mât, mât/fondation). Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	Mesure de terre lors des vérifications réglementaires des installations électriques		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine. Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Intervention des services de secours		
Description	DéTECTEURS de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)		
Indépendance	Oui		
Temps de	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en		

<b>réponse</b>	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.
<b>Efficacité</b>	100 %
<b>Tests</b>	Vérification de la plausibilité des mesures de température
<b>Maintenance</b>	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.

<b>Fonction de sécurité</b>	<b>Prévention et rétention des fuites</b>	<b>N° de la fonction de sécurité</b>	<b>8</b>
<b>Mesures de sécurité</b>	Détecteurs de niveau d'huiles. Procédure d'urgence. Kit antipollution. Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération.		
<b>Description</b>	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants. 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.</p> <p>Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; de récupérer les déchets absorbés.</p> <p>Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le revêtement souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.</p>		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Dépendant du débit de fuite		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	/		
<b>Maintenance</b>	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

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

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

<b>Tests</b>	NA
<b>Maintenance</b>	NA

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
<b>Mesures de sécurité</b>	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.		
<b>Description</b>	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	< 1 min		
<b>Efficacité</b>	100 %. NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.		
<b>Tests</b>	Test des programmes de freinage lors de la mise en service de l'éolienne. Test automatique du système de freinage mécanique et du fonctionnement de chaque système pitch (freinage aérodynamique) lors de la séquence de démarrage de l'éolienne.		
<b>Maintenance</b>	Maintenance préventive du système pitch, notamment vérification du câblage et du système de lubrification automatique, graissage des roulements de pitch. Maintenance préventive du frein mécanique, notamment inspection visuelle, vérification de l'épaisseur des plaquettes de frein et des capteurs du frein mécanique.		

Fonction de sécurité	Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau	N° de la fonction de sécurité	12
<b>Mesures de sécurité</b>	Détection des défaillances du réseau électrique. Batteries pour chaque système pitch. Système d'alimentation sans coupure (UPS)		
<b>Description</b>	Surveillance du réseau + surveillance des défaillances réseau par le convertisseur principal qui entraîne la déconnexion de l'éolienne du réseau électrique. Commande de l'éolienne et communication externe assurées pendant environ 10 min, permettant l'arrêt automatique de l'éolienne.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	150 ms pour identifier une défaillance réseau 15 à 60 s pour l'arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage		
<b>Efficacité</b>	100%		
<b>Tests</b>	Vérification de la charge des batteries d'alimentation de secours de systèmes pitch lors de la séquence de démarrage de l'éolienne		
<b>Maintenance</b>	Remplacement des batteries du système pitch au cours de la maintenance quinquennale. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

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	13
Sans objet			

**Tableau 14 : Fonctions de sécurité**

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.

## G.7. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

A l'issue de l'analyse préliminaire des risques, l'étude de dangers doit préciser quels scénarios sont retenus en vue de l'analyse détaillée des risques. Ne sont retenus que les séquences accidentelles dont l'intensité est telle que l'accident peut avoir des effets significatifs sur la vie humaine.

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

Nom du scénario exclu	Justification
<b>Incendie de l'éolienne (effets thermiques)</b>	<p>En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m<sup>2</sup> n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.</p> <p>Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.</p>
<b>Incendie du poste de livraison ou du transformateur</b>	<p>En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)</p>
<b>Infiltration d'huile dans le sol</b>	<p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Le parc éolien n'étant pas implanté dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique, ce scénario ne sera pas détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques.</p>

**Tableau 15 : Scénarios exclus de l'étude détaillée**

Remarque. Le guide INERIS de référence indique : « *Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul.* » Le site présente des températures moyennes hivernales au-dessus de 0°C. Toutefois, considérant le nombre de jours de gel observés, nous intégrerons ces scénarios dans l'analyse détaillée.

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

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

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

# H. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

## H.I. RAPPEL DES DEFINITIONS

Comme la réglementation l'impose aux exploitants, l'étude de dangers doit caractériser chaque scénario d'accident majeur potentiel retenu dans l'étude détaillée des risques en fonction des paramètres suivants :

- cinétique
- intensité
- gravité
- probabilité

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

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

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.

L'étude porte donc sur la probabilité que l'accident se produise, la vitesse avec laquelle il produit des effets et à laquelle les secours sont en mesure d'intervenir (cinétique), l'effet qu'il aura s'il se produit (intensité) et le nombre de personnes exposées (gravité).

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.

### H.I - I. 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 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

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

## H.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 [13]).

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

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 [13] caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

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

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

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

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

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

**Tableau 16 : Définition de l'intensité des effets**

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

## H.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 dans le paragraphe précédent.

Intensité Gravité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
« <b>Désastreux</b> »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
« <b>Catastrophique</b> »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
« <b>Important</b> »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« <b>Sérieux</b> »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« <b>Modéré</b> »	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

**Tableau 17 : Définition des seuils de gravité**

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

**Tableau 18 : Définition des échelles de probabilité**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## H.1 - 5. NIVEAU DE RISQUE

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

GRAVITÉ (conséquences sur les personnes exposées au risque)	Classe de Probabilité				
	E Événement extrêmement rare	D Événement rare	C Événement improbable	B Événement probable	A Événement courant
Désastreux	Risque faible	Risque important	Risque important	Risque important	Risque important
Catastrophique	Risque faible	Risque faible	Risque important	Risque important	Risque important
Important	Risque faible	Risque faible	Risque faible	Risque important	Risque important
Sérieux	Risque très faible	Risque très faible	Risque faible	Risque faible	Risque important
Modéré	Risque très faible	Risque très faible	Risque très faible	Risque très faible	Risque faible

Légende de la matrice :

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

Tableau 19 : Définition des niveaux de risques

## H.2. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

### H.2 - I. EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE

#### 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 (le périmètre de ruine), soit **150 m dans le cas des éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II**.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (références [5] et [6]). Les risques d'atteinte d'une personne ou d'un bien en dehors de cette zone d'effet sont négligeables et ils n'ont jamais été relevés dans l'accidentologie ou la littérature spécialisée.

#### Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du Parc Eolien des Portes de Champagne II. R est le rayon du rotor ( $R = D/2 = 131/2 = 65,5$  m), LB la largeur de la base de la pale de forme triangulaire (LB=3,9 m), H la hauteur du mât (H= 84,5 m), Htot la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale (150 m) et L la largeur du mât (L= 4,5 m).

<b>Effondrement de l'éolienne</b> (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
<b>Zone d'impact en m<sup>2</sup></b> = (H x L) + (3 x R x LB)/2	<b>Zone d'effet du phénomène étudié en m<sup>2</sup></b> =π x (Htot) <sup>2</sup>	<b>Degré d'exposition du phénomène étudié en %</b>	<b>Intensité de l'exposition</b>
(84,5 x 4,5) + (3 x 65,5*3,9)/2 =763 m <sup>2</sup>	70 686 m <sup>2</sup>	1,08 %	<b>Exposition forte</b>

**Tableau 20 : Intensité de l'effondrement d'une éolienne**

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

### Gravité

En fonction de l'intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe H.1.3.), 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 suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée :

<b>Effondrement de l'éolienne</b> (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)					
<b>Eolienne</b>	<b>Occupation du sol</b>		<b>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</b>		<b>Gravité</b>
	<b>Nature</b>	<b>Quantité</b>	<b>Catégorie (Calcul)</b>	<b>Total</b>	
<b>A1</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, chemin d'exploitation (CE) du Buisson la Borde	7,07 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,707 pers.	<b>Sérieux</b>
<b>A2</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, chemin d'exploitation (CE) n°2	7,07 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,707 pers.	<b>Sérieux</b>
<b>E1</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin d'exploitation (CE) n°1	7,07 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,707 pers.	<b>Sérieux</b>
<b>F1</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin rural (CR) Allée de la France, chemin d'exploitation (CE) du Buisson la Borde	7,07 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,707 pers.	<b>Sérieux</b>
<b>F4</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin d'exploitation (CE) Bois Poireux	7,07 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,707 pers.	<b>Sérieux</b>

**Tableau 21 : Gravité du risque de l'effondrement d'une éolienne**

## Probabilité

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

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

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, soit une probabilité de  $4,47 \times 10^{-4}$  par éolienne et par an. Par exemple, une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

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

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

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

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

**On note d'ailleurs, dans le retour d'expérience français, qu'aucun effondrement n'a eu lieu sur les éoliennes mises en service après 2005 sauf pour deux cas : effondrement d'une éolienne à Pithiviers en novembre 2018 (MSI 2010) et à Boutavent en janvier 2019 (MSI 2011) (sources : Aria et articles de presse). De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité d'effondrement. Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D », à savoir : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité ».**

## Acceptabilité

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

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du Parc Eolien des Portes de Champagne II, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Eolienne	Gravité	Niveau de risque	Acceptabilité
<b>A1</b>	Sérieux	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>A2</b>	Sérieux	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>E1</b>	Sérieux	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>F1</b>	Sérieux	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>F4</b>	Sérieux	Risque très faible	<b>Acceptable</b>

**Tableau 22 : Niveau de risque et de l'acceptabilité de l'effondrement d'une éolienne**

**Ainsi, pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.**

## H.2 - 2. CHUTE DE GLACE

### Considérations générales

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

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

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

### 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 Eolien des Portes de Champagne II, la zone d'effet a donc un **rayon de 65,5 mètres**. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

### Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du Parc Eolien des Portes de Champagne II.  $Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  est la zone d'effet,  $R$  est le rayon du rotor ( $R = D/2 = 131/2 = 65,5$  m) et  $SG$  est la surface du morceau de glace majorant ( $SG = 1$  m<sup>2</sup>).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 =$ zone de survol)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup> $Z_I = SG$	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup> $Z_E = \pi \times R^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en % $d = Z_I / Z_E$	Intensité de l'exposition
1 m <sup>2</sup>	13 478 m <sup>2</sup>	0,007% (< 1%)	<b>Exposition modérée</b>

**Tableau 23 : Intensité de chute de glace**

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

### Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à la zone de survol)					
Eolienne	Occupation du sol		Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)		Gravité
	Nature	Quantité	Catégorie (Calcul)	Total	
<b>A1</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière	1,35 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,135 pers.	<b>Modéré</b>
<b>A2</b>	Parcelles agricoles, aire de levage	1,35 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,135 pers.	<b>Modéré</b>
<b>E1</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin d'exploitation (CE) n°1	1,35 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,135 pers.	<b>Modéré</b>
<b>F1</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin d'exploitation (CE) du Buisson la Borde	1,35 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,135 pers.	<b>Modéré</b>
<b>F4</b>	Parcelles agricoles, aire de levage	1,35 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,135 pers.	<b>Modéré</b>

**Tableau 24 : Gravité du risque de chute de glace**

### Probabilité

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

### Acceptabilité

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

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du Parc Eolien des Portes de Champagne II, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à la zone de survol)			
Eolienne	Gravité	Niveau de risque	Acceptabilité
<b>A1</b>	Modéré	Risque faible	<b>Acceptable</b>
<b>A2</b>	Modéré	Risque faible	<b>Acceptable</b>
<b>E1</b>	Modéré	Risque faible	<b>Acceptable</b>
<b>F1</b>	Modéré	Risque faible	<b>Acceptable</b>
<b>F4</b>	Modéré	Risque faible	<b>Acceptable</b>

**Tableau 25 : Niveau de risque et de l'acceptabilité de chute de glace**

Ainsi, pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un **risque acceptable pour les personnes**. Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur ou à l'entrée de l'aire de levage. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

## H.2 - 3. CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE

### Zone d'effet

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

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales.

### Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du Parc Eolien des Portes de Champagne II.  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_i$  la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $RP$  la longueur d'une pale ( $RP = R$ ),  $R$  est le rayon du rotor ( $R = D/2 = 131/2 = 65,5$  m), et  $LB$  la largeur de la base de la pale ( $LB = 3,9$  m).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la zone de survol)			
Zone d'impact en $m^2$ $Z_i = RP \cdot LB/2$	Zone d'effet du phénomène étudié en $m^2$ $Z_E = \pi \times R_{survol}^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en % $d = Z_i/Z_E$	Intensité de l'exposition
128 $m^2$	13 478 $m^2$	0,95% (< 1 %)	<b>Exposition modérée</b>

**Tableau 26 : Intensité de chute d'éléments**

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

### Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la zone de survol)					
Eolienne	Occupation du sol		Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)		Gravité
	Nature	Quantité	Catégorie (Calcul)	Total	
<b>A1</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière	1,35 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,135 pers.	<b>Modéré</b>
<b>A2</b>	Parcelles agricoles, aire de levage	1,35 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,135 pers.	<b>Modéré</b>
<b>E1</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin d'exploitation (CE) n°1	1,35 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,135 pers.	<b>Modéré</b>
<b>F1</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin d'exploitation (CE) du Buisson la Borde	1,35 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,135 pers.	<b>Modéré</b>
<b>F4</b>	Parcelles agricoles, aire de levage	1,35 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	0,135 pers.	<b>Modéré</b>

**Tableau 27 : Gravité du risque de chute d'éléments de l'éolienne**

### Probabilité

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

d'éoliennes. Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit  $4.47 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an). Remarque : En l'absence de publication officielle sur le nombre d'éoliennes en exploitation chaque année en France, la fréquence de ces événements ne peut être mise à jour, seule l'accidentologie étant connue.

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

### Acceptabilité

Avec une classe de probabilité « C », le risque de chute d'éléments pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 100 dans la zone d'effet. Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du Parc Eolien des Portes de Champagne II, la gravité associée et le niveau de risque :

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la zone de survol)			
Eolienne	Gravité	Niveau de risque	Acceptabilité
<b>A1</b>	Modéré	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>A2</b>	Modéré	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>E1</b>	Modéré	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>F1</b>	Modéré	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>F4</b>	Modéré	Risque très faible	<b>Acceptable</b>

**Tableau 28 : Niveau de risque et de l'acceptabilité de chute d'éléments**

Ainsi, pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II, le phénomène de chute de pales ou d'éléments d'éoliennes constitue un **risque acceptable pour les personnes**.

## H.2 - 4. PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

### Zone d'effet

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

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

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

- 1 300 m rapporté pour un accident à Hundhammerfjellet en Norvège le 20/01/2006,
- 1 000 m rapporté pour un accident à Burgos en Espagne le 09/12/2000.

Toutefois, pour ces deux accidents, les sources citées ont été vérifiées par le SER-FEE et aucune distance de projection n'y était mentionnée. Les distances ont ensuite été vérifiées auprès des constructeurs concernés et dans les deux cas elles n'excédaient pas 300 m.

Ensuite, pour l'ensemble des accidents pour lesquels une distance supérieure à 400 m était indiquée, les sources mentionnées dans le recueil ont été vérifiées de manière exhaustive (articles de journal par exemple), mais aucune d'elles ne mentionnait ces mêmes distances de projection. Quand une distance était écrite dans la source, il pouvait s'agir par exemple de la distance entre la maison la plus proche et l'éolienne, ou du périmètre de sécurité mis en place par les forces de l'ordre après l'accident, mais en aucun cas de la distance de projection réelle.

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

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

## Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du Parc Eolien des Portes de Champagne II.  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_I$  la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $RP$  la longueur de pale ( $RP = R$ ) et  $LB$  la largeur de la base de la pale ( $LB = 3,9$  m).

Il faut également noter que la projection peut concerner uniquement des fragments et non la pale entière.

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup> $Z_I = RP \times LB/2$	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup> $Z_E = \pi \times 500^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité de l'exposition
128 m <sup>2</sup>	785 398 m <sup>2</sup>	0,016% (< 1%)	Exposition modérée

**Tableau 29 : Intensité de projection de pale ou de fragment de pale**

## Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe VIII.1.3., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

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

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)					
Eolienne	Occupation du sol		Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)		Gravité
	Nature	Quantité	Catégorie (Calcul)	Total	
<b>A1</b>	Parcelles agricoles, bois, friches, aires de levage (A1, A2, F1), chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, CR Allée de la France, CR des Usages, chemin d'exploitation (CE) Paronnaux, CE du Buisson la Borde, CE n°2	78,54 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	7,854 pers.	<b>Sérieux</b>
<b>A2</b>	Parcelles agricoles, friches, aires de levage (A1, A2, F2, F3), chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, CR Allée de la France, chemin d'exploitation (CE) du Buisson la Borde, CE n°2	78,54 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	7,854 pers.	<b>Sérieux</b>
<b>E1</b>	Parcelles agricoles, friches, bois, aires de levage (E1, E2), RD86 non structurante, chemin rural (CR) la Fosse aux Brebis, CR Montmirail, CR St-Bon à Bricot-la-Ville, chemin d'exploitation (CE) de l'Etang Sarrazin, CE n°1	78,54 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	7,854 pers.	<b>Sérieux</b>

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)					
Eolienne	Occupation du sol		Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)		Gravité
	Nature	Quantité	Catégorie (Calcul)	Total	
<b>F1</b>	Parcelles agricoles, friches, aires de levage (A1, F1, F2), chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, CR Esternay à La Forestière, CR Allée de la France, CR des Usages, chemin d'exploitation (CE) du Buisson la Borde, CE n°2	78,54 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	7,854 pers.	<b>Sérieux</b>
<b>F4</b>	Parcelles agricoles, aires de levage (F3, F4), RD49 non structurante, chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, CR Allée de la France, chemin d'exploitation (CE) Bois Poireux, CE Buisson Poireux aux Prés Sézanne	78,54 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	7,854 pers.	<b>Sérieux</b>

**Tableau 30 : Gravité de projection de pale ou de fragment de pale**

### Probabilité

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

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

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit  $7,66 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

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

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

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

- les dispositions de la norme IEC 61 400-1,
- les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre,
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage,
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique,
- utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.).

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité de projection. Il est considéré que la classe de **probabilité de l'accident est « D »** : « *S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctrices réduisant significativement la probabilité* ».

## Acceptabilité

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

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du Parc Eolien des Portes de Champagne II, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Eolienne	Gravité	Niveau de risque	Acceptabilité
<b>A1</b>	Sérieux	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>A2</b>	Sérieux	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>E1</b>	Sérieux	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>F1</b>	Sérieux	Risque très faible	<b>Acceptable</b>
<b>F4</b>	Sérieux	Risque très faible	<b>Acceptable</b>

**Tableau 31 : Niveau de risque et de l'acceptabilité de projection de pale ou de fragment de pale**

Ainsi, pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un **risque acceptable pour les personnes**.

## H.2 - 5. PROJECTION DE GLACE

### Zone d'effet

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

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

**Distance d'effet = 1,5 x (hauteur de moyeu + diamètre de rotor)**

$$= 1,5 \times (84,5 + 131) = 323,25 \text{ m dans le cas du Parc Eolien des Portes de Champagne II}$$

Cette distance de projection de glace est jugée **conservatrice** dans des études postérieures [17]. A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

### 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 m<sup>2</sup>) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du Parc Eolien des Portes de Champagne II. D est le degré d'exposition, Z<sub>I</sub> la zone d'impact, Z<sub>E</sub> la zone d'effet, D est le diamètre du rotor (D = 131 m), H la hauteur au moyeu (H= 84,5 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup> Z <sub>I</sub> = 1	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup> Z <sub>E</sub> = π x (1,5*(H+D)) <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en % d = Z <sub>I</sub> / Z <sub>E</sub>	Intensité de l'exposition
1 m <sup>2</sup>	328 267 m <sup>2</sup>	0,0003 % (< 1 %)	<b>Intensité modérée</b>

**Tableau 32 : Intensité de projection de morceaux de glace**

### Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe VIII.1.3., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique »

- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

Il a été observé dans la littérature disponible [17] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. **La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité. Ainsi les personnes circulant dans leur véhicule sur les routes ne sont pas prises en compte.** Aussi, afin de prendre en compte les personnes circulant sans être protégées par des véhicules (cyclistes, piétons...), nous comptabiliserons les surfaces occupées par les routes structurantes au même titre que celles occupées par les voies non structurantes telles les voies communales ou chemins d'accès agricole. Aucune route structurante n'est incluse dans les zones d'effet de ce phénomène des éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II.

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de RPG = $1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)					
Eolienne	Occupation du sol		Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)		Gravité
	Nature	Quantité	Catégorie (Calcul)	Total	
<b>A1</b>	Parcelles agricoles, bois, friches, aire de levage, chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, CR des Usages, chemin d'exploitation (CE) Paronnaux, CE du Buisson la Borde	32,83 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	3,283 pers.	<b>Sérieux</b>
<b>A2</b>	Parcelles agricoles, friches, aire de levage, chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, chemin d'exploitation (CE) du Buisson la Borde, CE n°2	32,83 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	3,283 pers.	<b>Sérieux</b>
<b>E1</b>	Parcelles agricoles, friches, bois, aires de levage (E1, E2), RD86 non structurante, chemin rural (CR) St-Bon à Bricot-la-Ville, chemin d'exploitation (CE) n°1	32,83 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	3,283 pers.	<b>Sérieux</b>
<b>F1</b>	Parcelles agricoles, friches, aires de levage (F1, F2), chemin rural (CR) Esternay à La Forestière, CR Allée de la France, CR des Usages, chemin d'exploitation (CE) du Buisson la Borde, CE n°2	32,83 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	3,283 pers.	<b>Sérieux</b>
<b>F4</b>	Parcelles agricoles, aire de levage, chemin rural (CR) Chatillon s/M. à La Forestière, CR Allée de la France, chemin d'exploitation (CE) Bois Poireux, CE Buisson Poireux aux Prés Sézanne	32,83 ha	Terrains aménagés mais peu fréquentés (1 pers / 10 ha)	3,283 pers.	<b>Sérieux</b>

**Tableau 33 : Gravité de projection de morceaux de glace**

### Probabilité

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

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

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

## Acceptabilité

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

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du Parc Eolien des Portes de Champagne II, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

<b>Projection de morceaux de glace (dans un rayon de <math>RPG = 1,5 \times (H+2R)</math> autour de l'éolienne)</b>				
<b>Eolienne</b>	<b>Gravité</b>	<b>Niveau de risque</b>	<b>Système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et procédure de redémarrage</b>	<b>Acceptabilité</b>
<b>A1</b>	Sérieux	Risque faible	Oui	<b>Acceptable</b>
<b>A2</b>	Sérieux	Risque faible	Oui	<b>Acceptable</b>
<b>E1</b>	Sérieux	Risque faible	Oui	<b>Acceptable</b>
<b>F1</b>	Sérieux	Risque faible	Oui	<b>Acceptable</b>
<b>F4</b>	Sérieux	Risque faible	Oui	<b>Acceptable</b>

**Tableau 34 : Niveau de risque et de l'acceptabilité de projection de morceaux de glace**

Ainsi, pour le Parc Eolien des Portes de Champagne II, le phénomène de projection de glace constitue un **risque acceptable pour les personnes**. Bien que la température moyenne annuelle basse soit supérieure à 0°C, un système d'arrêt en cas de détection ou de déduction de glace, avec procédure de redémarrage est engagé pour toutes les éoliennes du parc éolien Parc Eolien des Portes de Champagne II.

## H.3. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

### H.3 - I. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques de chaque éolienne : la zone d'effet, la cinétique, l'intensité, la probabilité et la gravité.

Les éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II ayant toutes le même profil de risque hormis l'estimation des enjeux humains dans chaque zone d'effet, un même et seul tableau est présenté ci-après.

Scénario	Zone d'effet (rayon)	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
<b>Effondrement de l'éolienne</b>	Ruine (150 m)	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieux	Risque très faible pour toutes les éoliennes
<b>Chute de glace</b>	Zone de survol (65,5 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré	Risque faible pour toutes les éoliennes
<b>Chute d'élément de l'éolienne</b>	Zone de survol (65,5 m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré	Risque très faible pour toutes les éoliennes
<b>Projection de pale ou de fragment de pale</b>	500 m autour de l'éolienne (500 m)	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieux	Risque très faible pour toutes les éoliennes
<b>Projection de glace</b>	$1,5 \times (H + 2R)$ m autour de l'éolienne (323,25 m)	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieux	Risque faible pour toutes les éoliennes

**Tableau 35 : Synthèse des scénarios étudiés**

## H.3 - 2. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

Enfin, la dernière étape de l'étude détaillée des risques consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés. Selon la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010, l'étude peut conclure à l'acceptabilité du risque généré par un parc si le risque associé à chaque événement redouté central étudié, quelle que soit l'éolienne considérée, est acceptable.

### Légende de la matrice

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

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Projection de pale ou de fragment de pale Effondrement de l'éolienne		Projection de glace pour toutes les éoliennes	
Modéré			Chute d'élément de l'éolienne		Chute de glace

**Tableau 36 : Définition des niveaux de risques**

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- seuls deux types d'accident figurent en case jaune : chute de glace et projection de glace pour toutes les éoliennes.

Il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie G.6 sont mises en place.

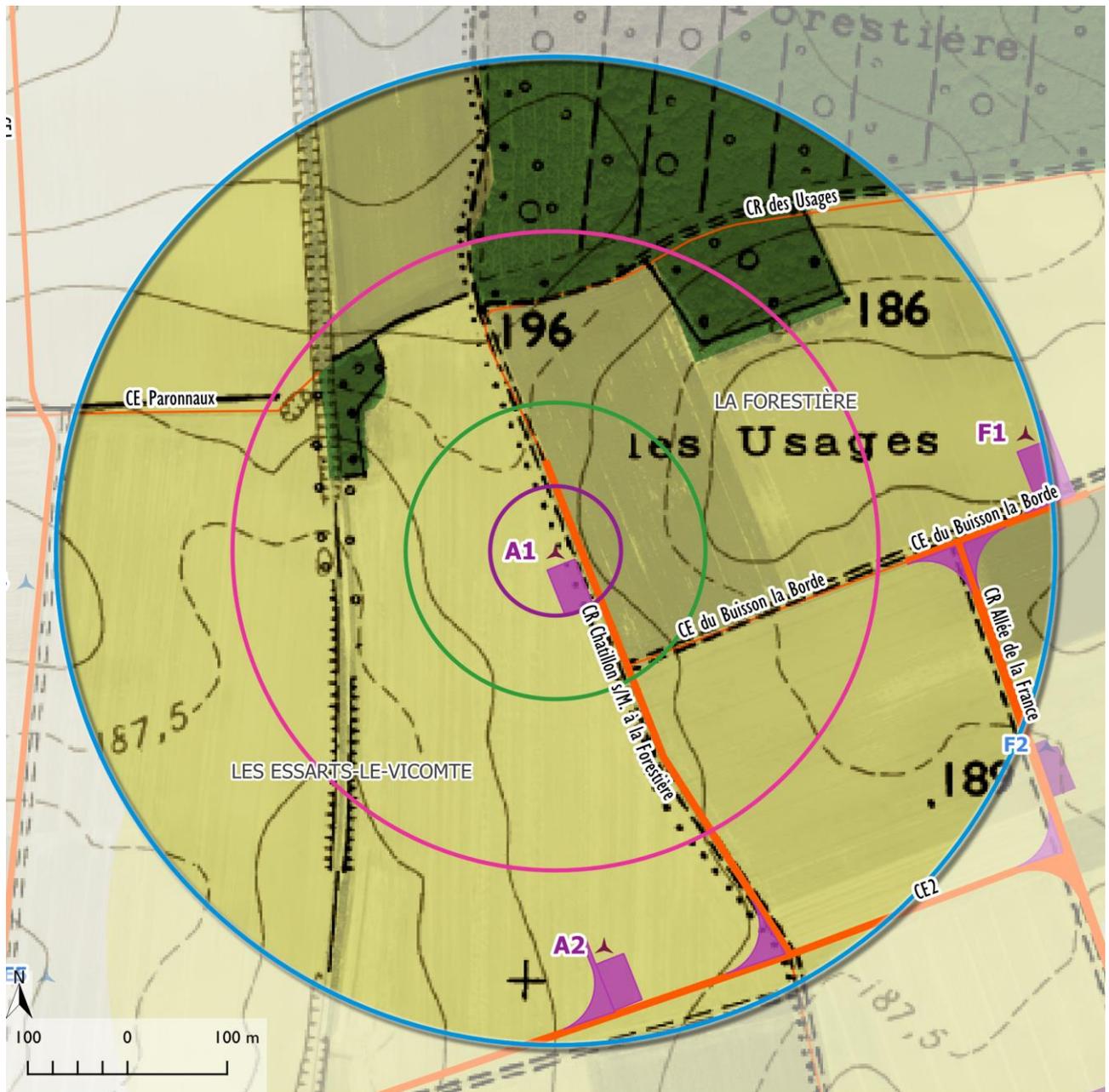
En outre, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé à l'entrée de l'aire permanente de chaque aérogénérateur. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

Bien que la température moyenne annuelle minimale soit supérieure à 0°C, un système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace avec procédure de redémarrage est mis en place pour toutes les éoliennes du Parc Eolien des Portes de Champagne II.

## H.3 - 3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

Les cartes de synthèse des risques sont présentées ci-après pour chaque aérogénérateur. Elle fait apparaître, pour les scénarios détaillés dans le tableau de synthèse :

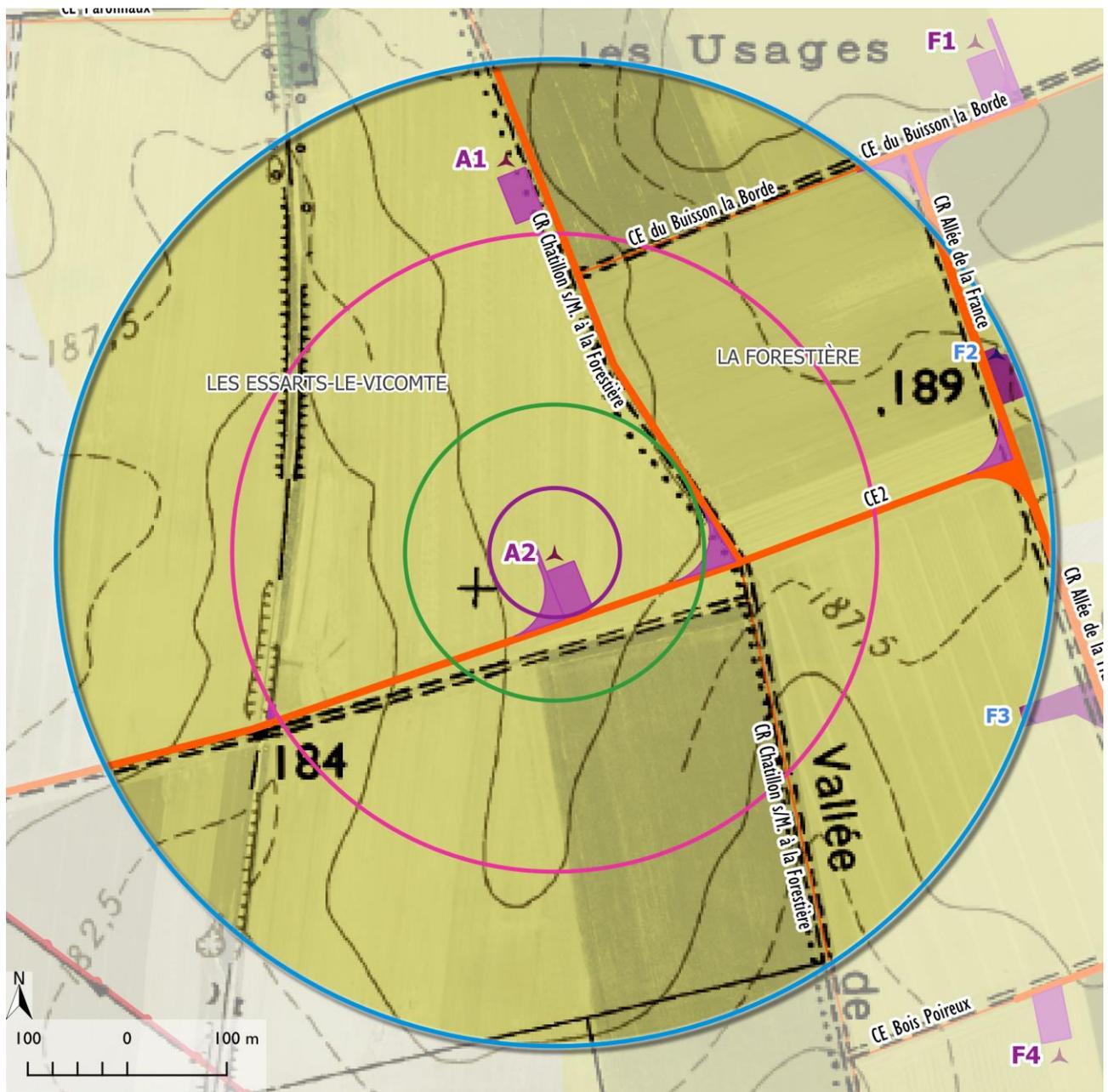
- les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques,
- l'intensité des différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de chaque phénomène dangereux,
- le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.



- Risques
- Chute de Glace ou d'éléments (zone de survol)
  - Effondrement de l'éolienne (hauteur totale de l'éolienne)
  - Projection de morceaux de glace ( $1,5 * (H+2R)$ )
  - Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m)
- Occupation des sols
- Bois, bosquet, friche
  - Parcelle agricole
- Projet
- ▲ Projet
- Autres symboles
- Route non structurante chemin
  - Accès à l'éolienne

Evènement	Effondrement	Chute de glace	Chute d'élément	Projection de tout ou partie de pale	Projection de glace
Zone d'effet	Ruine (150 m)	Survol (65,5 m)	Survol (65,5 m)	500 m	323,25 m
Cinétique	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide
Probabilité	Type "D"	Type "A"	Type "C"	Type "D"	Type "B"
Intensité de l'exposition	Forte	Modérée	Forte	Modérée	Modérée
Nombre de personnes exposées	0,707	0,135	0,135	7,854	3,283
Niveau de gravité	Sérieux	Modéré	Modéré	Sérieux	Sérieux
<b>Niveau de risque</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>

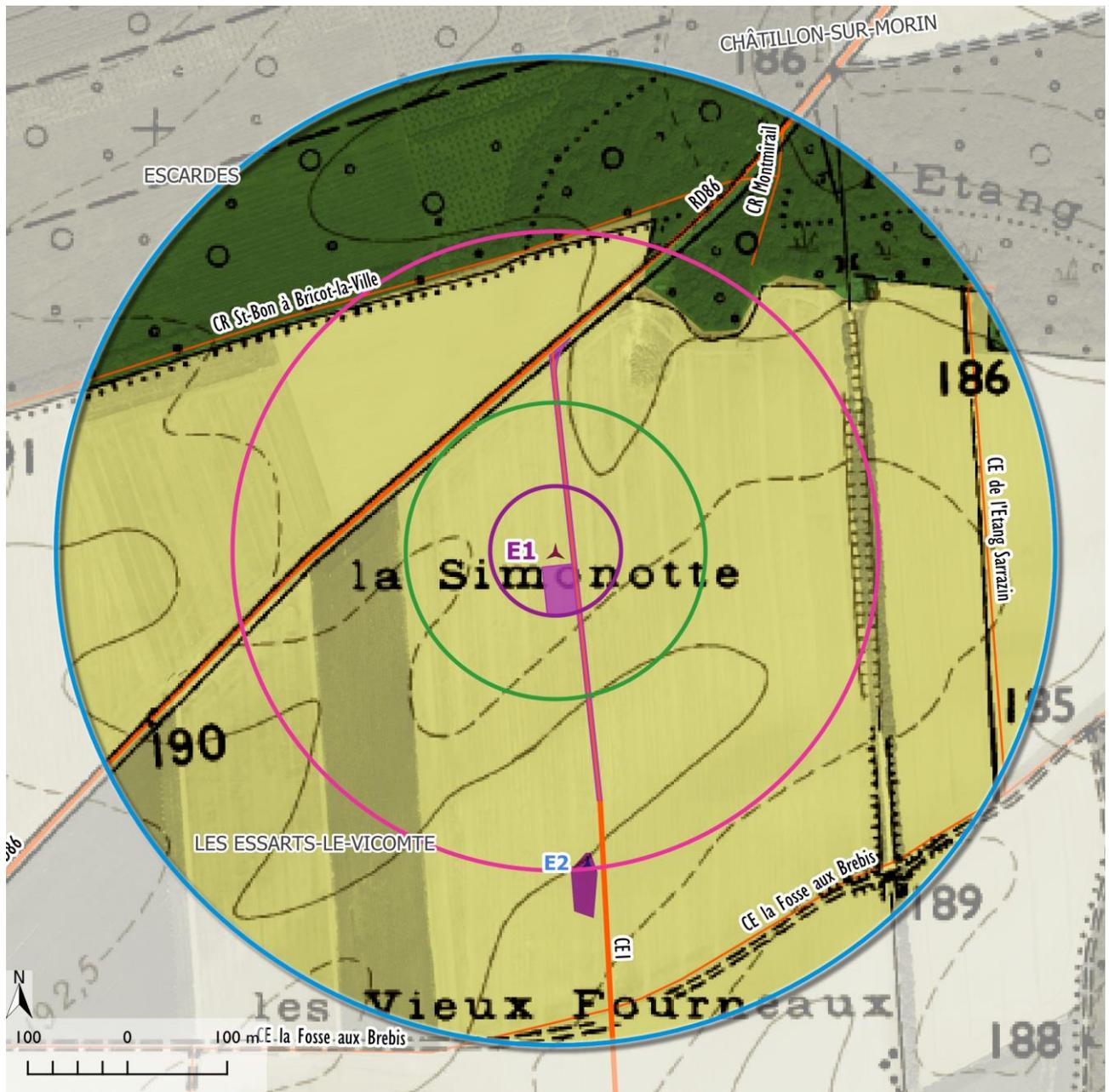
Carte 14 : Synthèse des risques de l'éolienne A1



- |   |                            |                                      |
|---|----------------------------|--------------------------------------|
| <b>Risques</b>  | ▲ Projet                   | Orange Route non structurante chemin |
| Chute de Glace ou d'éléments (zone de survol)             | ▲ Eolienne en exploitation | Purple Accès à l'éolienne            |
| Effondrement de l'éolienne (hauteur totale de l'éolienne) | Occupation des sols        | Yellow Parcelle agricole             |
| Projection de morceaux de glace (1,5 *(H+2R))             |                            |                                      |
| Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m) |                            |                                      |

Evènement	Effondrement	Chute de glace	Chute d'élément	Projection de tout ou partie de pale	Projection de glace
Zone d'effet	Ruine (150 m)	Survol (65,5 m)	Survol (65,5 m)	500 m	323,25 m
Cinétique	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide
Probabilité	Type "D"	Type "A"	Type "C"	Type "D"	Type "B"
Intensité de l'exposition	Forte	Modérée	Forte	Modérée	Modérée
Nombre de personnes exposées	0,707	0,135	0,135	7,854	3,283
Niveau de gravité	Sérieux	Modéré	Modéré	Sérieux	Sérieux
<b>Niveau de risque</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>

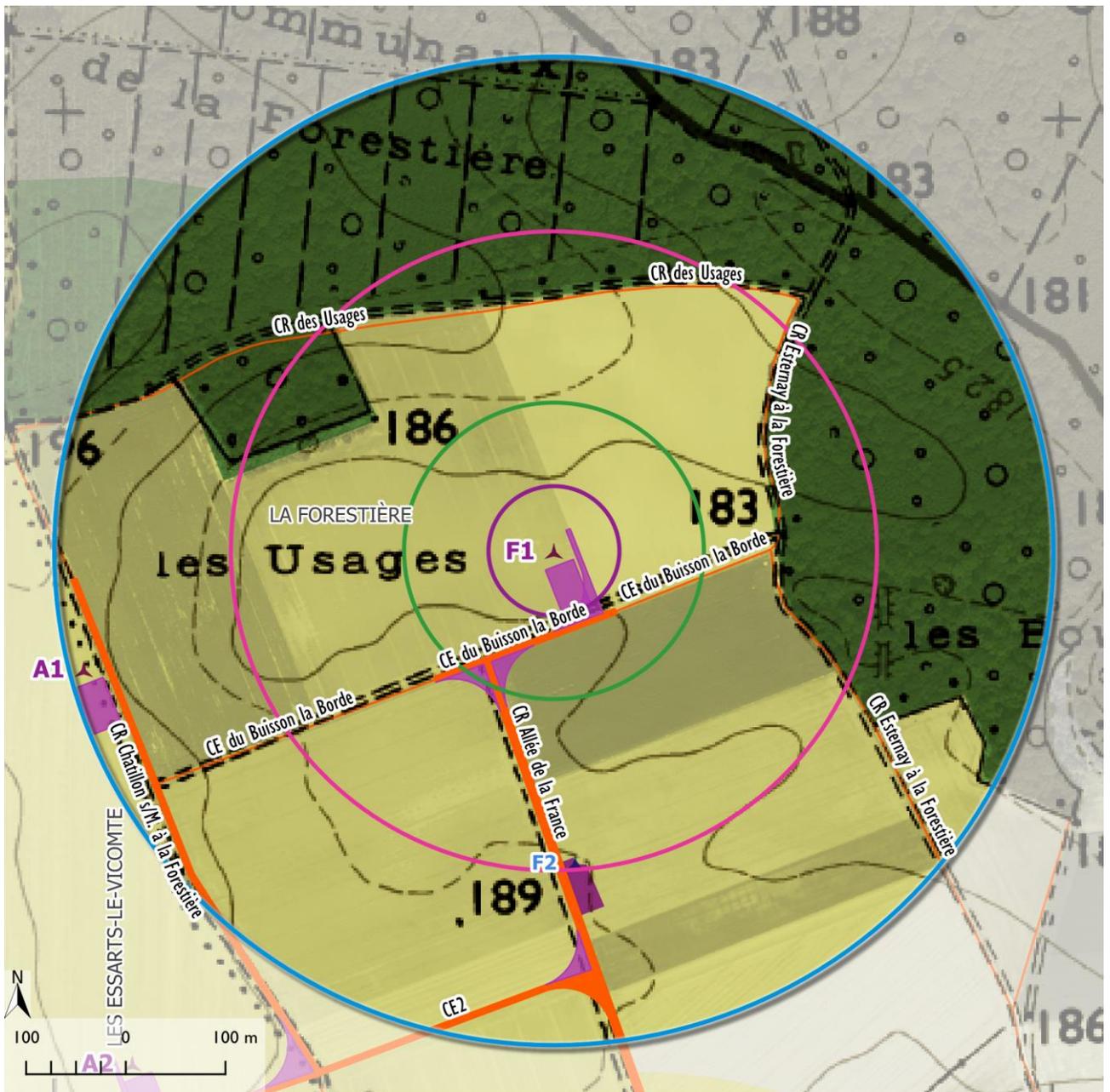
Carte 15 : Synthèse des risques de l'éolienne A2



- |   |                            |                                 |
|---|----------------------------|---------------------------------|
| <b>Risques</b>  | ▲ Projet                   | ■ Bois, bosquet, friche         |
| ■ Chute de Glace ou d'éléments (zone de survol)             | ▲ Eolienne en exploitation | ■ Route non structurante chemin |
| ■ Effondrement de l'éolienne (hauteur totale de l'éolienne) | ■ Occupation des sols      | ■ Accès à l'éolienne            |
| ■ Projection de morceaux de glace (1,5 *(H+2R))             | ■ Parcelle agricole        |                                 |
| ■ Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m) |                            |                                 |

Evènement	Effondrement	Chute de glace	Chute d'élément	Projection de tout ou partie de pale	Projection de glace
Zone d'effet	Ruine (150 m)	Survol (65,5 m)	Survol (65,5 m)	500 m	323,25 m
Cinétique	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide
Probabilité	Type "D"	Type "A"	Type "C"	Type "D"	Type "B"
Intensité de l'exposition	Forte	Modérée	Forte	Modérée	Modérée
Nombre de personnes exposées	0,707	0,135	0,135	7,854	3,283
Niveau de gravité	Sérieux	Modéré	Modéré	Sérieux	Sérieux
<b>Niveau de risque</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>

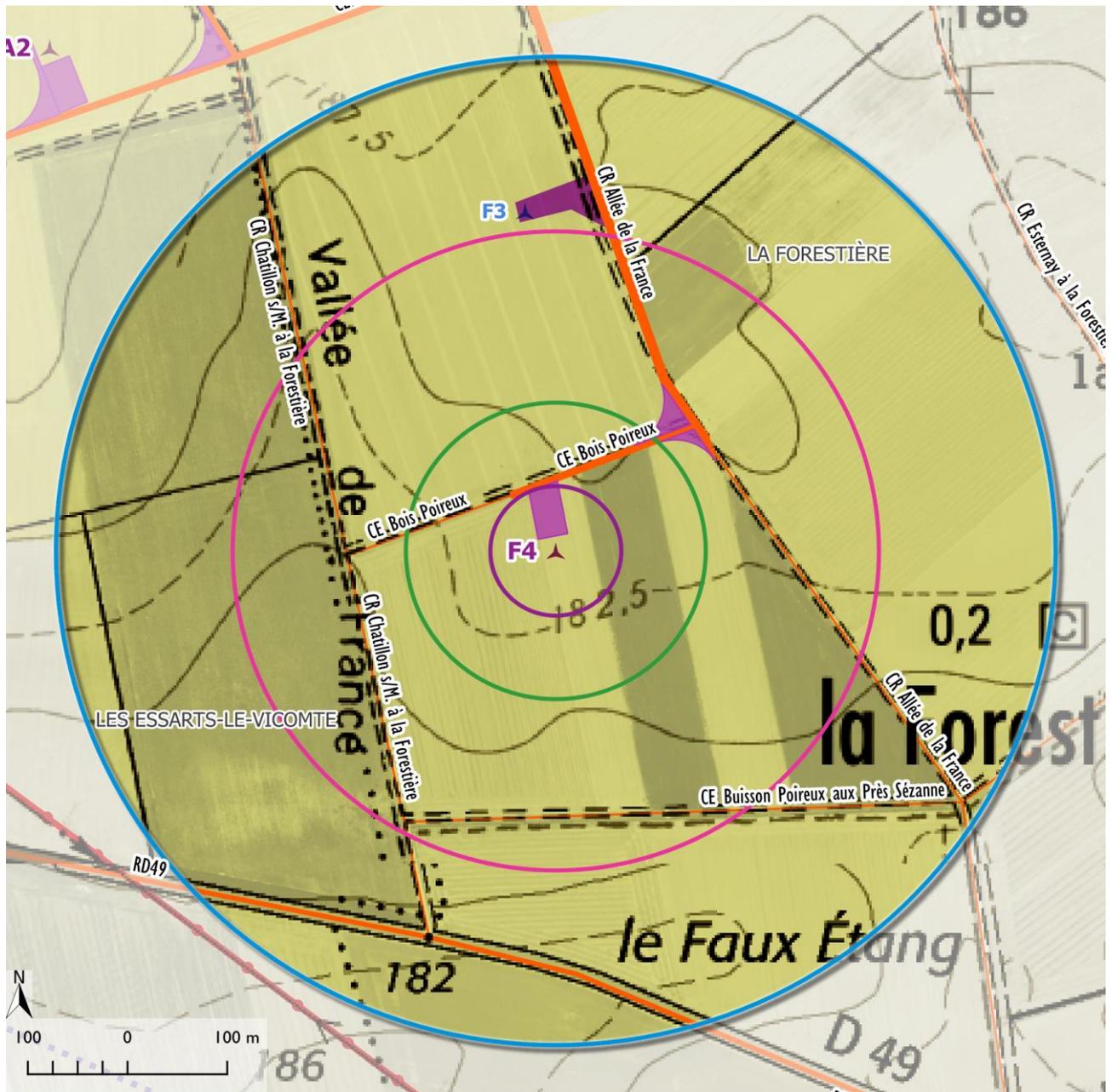
Carte 16 : Synthèse des risques de l'éolienne E1



- |  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Risques</b><br> Chute de glace ou d'éléments (zone de survol)<br> Effondrement de l'éolienne (hauteur totale de l'éolienne)<br> Projection de morceaux de glace (1,5 *(H+2R))<br> Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m) |  Projet<br> Eolienne en exploitation<br>Occupation des sols<br> Parcelle agricole |  Bois, bosquet, friche<br> Route non structurante chemin<br> Accès à l'éolienne |
|--|--|--|

Evènement	Effondrement	Chute de glace	Chute d'élément	Projection de tout ou partie de pale	Projection de glace
Zone d'effet	Ruine (150 m)	Survol (65,5 m)	Survol (65,5 m)	500 m	323,25 m
Cinétique	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide
Probabilité	Type "D"	Type "A"	Type "C"	Type "D"	Type "B"
Intensité de l'exposition	Forte	Modérée	Forte	Modérée	Modérée
Nombre de personnes exposées	0,707	0,135	0,135	7,854	3,283
Niveau de gravité	Sérieux	Modéré	Modéré	Sérieux	Sérieux
<b>Niveau de risque</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>

Carte 17 : Synthèse des risques de l'éolienne F1



- |   |                            |                  |                               |
|---|----------------------------|------------------|-------------------------------|
| <b>Risques</b>  | ▲ Projet                   | Orange rectangle | Route non structurante chemin |
| Chute de Glace ou d'éléments (zone de survol)             | ▲ Eolienne en exploitation | Yellow rectangle | Accès à l'éolienne            |
| Effondrement de l'éolienne (hauteur totale de l'éolienne) | <b>Occupation des sols</b> |                  |                               |
| Projection de morceaux de glace (1,5 *(H+2R))             | Parcelle agricole          |                  |                               |
| Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m) |                            |                  |                               |

Evènement	Effondrement	Chute de glace	Chute d'élément	Projection de tout ou partie de pale	Projection de glace
Zone d'effet	Ruine (150 m)	Survol (65,5 m)	Survol (65,5 m)	500 m	323,25 m
Cinétique	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide
Probabilité	Type "D"	Type "A"	Type "C"	Type "D"	Type "B"
Intensité de l'exposition	Forte	Modérée	Forte	Modérée	Modérée
Nombre de personnes exposées	0,707	0,135	0,135	7,854	3,283
Niveau de gravité	Sérieux	Modéré	Modéré	Sérieux	Sérieux
<b>Niveau de risque</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Acceptable</b>

Carte 18 : Synthèse des risques de l'éolienne F4

# I. CONCLUSION

**L'étude de dangers permet de conclure à l'acceptabilité du risque généré par le Parc Eolien des Portes de Champagne II, car le risque associé à chaque événement redouté central étudié, quelle que soit l'éolienne considérée, est acceptable ; et ce malgré une approche probabiliste très conservatrice.**

En effet, l'analyse détaillée des risques s'est portée sur un nombre réduit de scénarios, compte tenu d'une démarche préventive et proportionnée aux enjeux du site et de l'installation considérée.

Cette démarche tient compte de :

- l'environnement humain, naturel et matériel, qui ici ne présente que des enjeux réduits à l'utilisation des abords de chaque éolienne à des usages agricoles, forestiers ou liés à l'exploitation éolienne, des voiries non structurantes (routes dont la fréquentation est inférieure à 2000 véh./jour pour une desserte locale, voire des chemins ruraux ou d'exploitation) ;
- la nature de l'installation et de la réduction des potentiels de dangers à la source (évitement des secteurs à enjeux) ;
- la mise en place de mesures de sécurité pour répondre aux différents risques examinés (dispositions constructives et d'exploitation, de maintenance et de risques notamment, en conformité avec la réglementation ICPE afférente et notamment l'arrêté du 26 août 2011).

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

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

Il ressort de cette étude de dangers que les mesures organisationnelles et les moyens de sécurité mis en œuvre dans le cadre du projet de Parc Eolien des Portes de Champagne II, permettent de maintenir le risque, pour ces 5 phénomènes étudiés, à un niveau acceptable et ce pour chacune des 5 éoliennes, donc pour l'ensemble du parc.

L'étude de dangers décrit aussi les moyens de prévention et les moyens de protection présents sur le site afin soit de réduire la vraisemblance d'occurrence, soit de réduire ou de maîtriser les conséquences d'éventuels accidents. En effet, il est important de noter qu'en cas d'accident (exemple : incendie) ne pouvant être maîtrisé, des moyens de secours et d'alerte spécifiques seraient déclenchés.

# J. ANNEXES

## J.I. CADRE METHODOLOGIQUE

La présente étude de dangers est basée sur le **guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre de parc éolien, dans sa version de mai 2012.**

En effet, ce guide technique a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'INERIS et de professionnels du Syndicat des énergies renouvelables : porteurs de projets, exploitants de parcs éoliens et constructeurs d'éoliennes. L'INERIS a validé la méthodologie suivie dans le présent guide, au regard de la réglementation en vigueur et des pratiques actuelles en matière d'étude de dangers dans les autres installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Ce guide est le reflet de l'état de l'art en matière de maîtrise des risques technologiques pour les parcs éoliens, en l'état actuel des connaissances des experts ayant participé à son élaboration.

### J.I - I. CONTEXTE DE L'EOLIEN

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

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

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

Les objectifs par filière ont été déclinés dans des arrêtés de programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité (arrêtés PPI). L'éolien représente une des technologies les plus prometteuses pour atteindre les objectifs fixés par la France. Ainsi, l'arrêté du 15 décembre 2009 a fixé des objectifs ambitieux pour l'éolien :

- 10 500 MW terrestres et 1 000 MW en mer en 2012,
- 19 000 MW terrestres et 6 000 MW en mer en 2020.

Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, les engagements de la France en matière de production d'énergies renouvelables ont été confirmés, précisés et élargis. La loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement (loi Grenelle I) prévoit que la France porte la part des énergies renouvelables à au moins 23 % de sa consommation d'énergie finale d'ici 2020.

La publication de ces objectifs, dans un contexte mondial favorable au développement des énergies renouvelables, a donc permis un développement technologique spectaculaire. Alors que, dans les années 1980, une éolienne permettait d'alimenter environ 10 personnes en électricité, une éolienne de nouvelle génération fournit en moyenne de l'électricité pour 4 000 (éolienne de 2 MW) à 6 000 personnes (éolienne de 3 MW) hors chauffage (source : SER-FEE, ADEME).

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

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

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

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

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (loi Grenelle II) réaffirme tout d'abord la nécessité du développement de la filière éolienne pour atteindre les objectifs nationaux fixés dans les PPI. En particulier, l'article 90 fixe l'objectif d'installer au moins 500 aérogénérateurs par an en France. Cette loi prévoit d'autre part de soumettre les éoliennes au régime d'autorisation au titre de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Conformément à cette nouvelle réglementation, les exploitants sont notamment amenés à formaliser leur savoir-faire en matière de maîtrise des risques dans une étude de danger.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte<sup>1</sup> (LTECV) publiée au Journal Officiel du 18 août 2015, ainsi que les plans d'action qui l'accompagnent, visent à permettre à la France de contribuer plus efficacement à la lutte contre le dérèglement climatique et à la préservation de l'environnement, ainsi que de renforcer son indépendance énergétique tout en offrant à ses entreprises et ses citoyens l'accès à l'énergie à un coût compétitif :

- réduire de 40 % les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2030 conformément aux engagements de l'Union européenne en vue de la COP21 ;
- **porter à 32 % la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie en 2030 (contre près de 14 % en 2012) ;**
- **multiplier par plus de deux la part des énergies renouvelables dans le modèle énergétique français d'ici à 15 ans.**

**En 2018, la programmation pluriannuelle de l'énergie définit un objectif de 24 600 MW éoliens terrestres installés en 2023, et 34 100 à 35 600 MW en 2028.**

<sup>1</sup> [Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte](#)

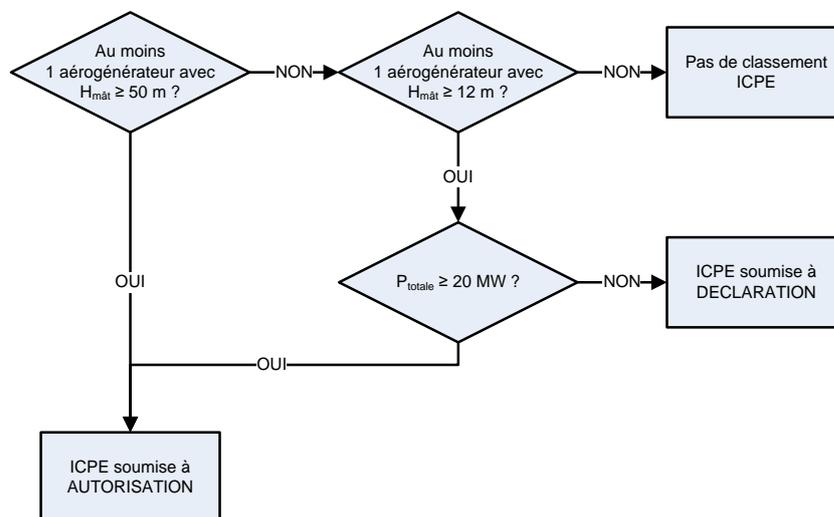
## J.1 - 2. APPLICATION DU REGIME DES INSTALLATIONS CLASSEES AUX PARCS EOLIENS

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

En effet, l'article 90 de ladite loi précise que « les installations terrestres de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent constituant des unités de production telles que définies au 3° de l'article 10 de la loi n°2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité, et dont la hauteur des mâts dépasse 50 mètres sont soumises à autorisation au titre de l'article L. 511-2, au plus tard un an à compter de la date de publication de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 précitée. »

Le décret n°2011-984 du 23 août 2011, modifiant l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, crée la rubrique 2980 pour les installations de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs. Il prévoit deux régimes d'installations classées pour les parcs éoliens terrestres :

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



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

Enfin, l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement prévoit un certain nombre de dispositions par rapport à l'implantation, la construction, l'exploitation et la prévention des risques. Ces prescriptions nationales sont applicables à tous les nouveaux parcs éoliens et, pour partie, aux installations existantes. Elles devront être prises en compte dans le cadre de l'étude de dangers.

## J.1 - 3. REGLEMENTATION RELATIVE A L'ETUDE DE DANGERS

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

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

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

L'autorisation ne peut être accordée que si ces *dangers* ou inconvénients peuvent être prévenus par des mesures que spécifie l'arrêté préfectoral.

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

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

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

La délivrance de l'autorisation, pour ces installations, peut être subordonnée notamment à leur éloignement des habitations, immeubles habituellement occupés par des tiers, établissements recevant du public, cours d'eau, voies de communication, captages d'eau, ou des zones destinées à l'habitation par des documents d'urbanisme opposables aux tiers. Elle prend en compte les capacités techniques et financières dont dispose le demandeur, à même de lui permettre de conduire son projet dans le respect des intérêts visés à l'article L. 511-I et d'être en mesure de satisfaire aux obligations de l'article L. 512-6-I lors de la cessation d'activité.

Les intérêts visés à l'article L. 511-I sont la commodité du voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publiques, l'agriculture, la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, l'utilisation rationnelle de l'énergie, la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique. Cependant, il convient de noter que l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation [10] impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-I. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement (notamment le paysage), l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

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

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

#### Article R. 512-9 du Code de l'environnement :

I. - L'étude de dangers mentionnée à l'article R. 512-6 justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés aux articles L. 211-I et L. 511-I.

II. - Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le demandeur dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8<sup>2</sup>, le demandeur doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.

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

Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement des études de dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L. 512-5. Pour certaines catégories d'installations impliquant l'utilisation, la fabrication ou le stockage de substances dangereuses, le ministre chargé des installations classées peut préciser, par arrêté pris sur le fondement de l'article L. 512-5, le contenu de l'étude de dangers portant, notamment, sur les mesures d'organisation et de gestion propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident majeur.

III. - Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8, l'étude de dangers est réexaminée et, si nécessaire, mise à jour au moins tous les cinq ans, sans préjudice de l'application des dispositions de l'article R. 512-31. Cette étude, mise à

<sup>2</sup> Les installations soumises à la rubrique 2980 des installations classées (parcs éoliens) ne font pas partie de cette liste.

jour, est transmise au préfet.

Enfin, d'autres textes législatifs et réglementaires, concernant les installations classées soumises à autorisation, s'appliquent aux études de dangers, notamment en ce qui concerne les objectifs et la méthodologie à mettre en œuvre :

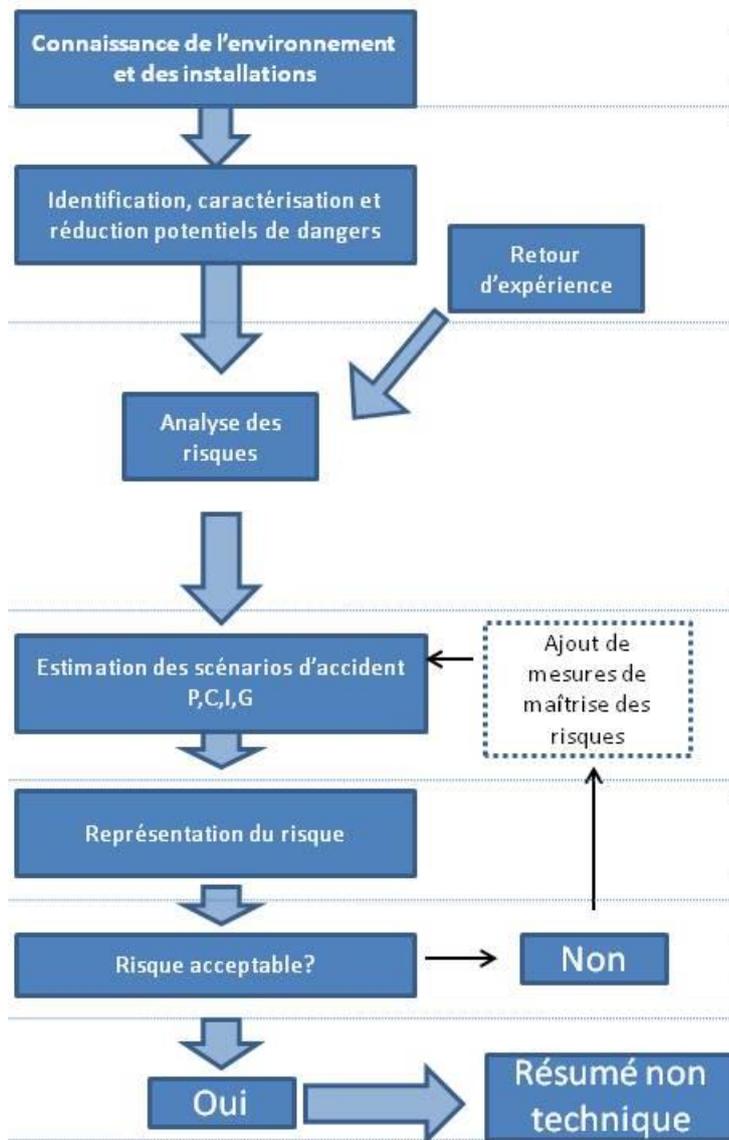
- **Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003** relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages
- **Décret n°2005-1170 du 13 septembre 2005** modifiant le décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour application de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement
- **Arrêté du 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
- **Arrêté du 29 septembre 2005** modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation
- **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.

## J.1 - 4. DEMARCHE GENERALE DE L'ETUDE DE DANGERS

L'étude de dangers est élaborée selon une démarche d'analyse des risques, conformément à la réglementation en vigueur et aux recommandations de l'inspection des installations classées. Elles sont énumérées ici dans l'ordre dans lequel elles sont présentées au sein de l'étude de dangers du parc éolien.

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

Le graphique ci-dessous synthétise ces différentes étapes et leurs objectifs :



Cette partie définit le périmètre de l'étude de dangers.

Cette partie vise à :

- 1/ Identifier les dangers ;
- 2/ Vérifier que les choix technologiques, de conditions de fonctionnement et de l'emplacement se justifient par rapport au risque généré et à l'état de l'art ;
- 3/ Etudier les accidents qui se sont déjà produits.

Identifier les scénarios d'accidents majeurs et les mesures de sécurité à partir de :

- l'analyse des accidents qui se sont produits sur les installations ou des installations similaires et les enseignements qui en ont été tirés ;
- L'analyse des risques à l'aide d'une méthodologie (APR, AMDEC, etc.)

=> sélection des scénarios à étudier plus en détail

Les scénarios sont évalués en fonction de : la probabilité (P), la cinétique (C), l'intensité (I), et la gravité (G).

Il s'agit ici de préciser le risque généré par l'installation.

Les performances des mesures de maîtrise des risques sont également évaluées.

Le risque est représenté : cela peut être réalisé à partir de la matrice P-G.

L'acceptabilité du risque est évaluée.

Figure 12 : Démarche d'analyse des risques

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

Les définitions des termes utilisés dans le présent guide sont présentées dans le glossaire en annexe. Elles sont notamment issues des arrêtés et circulaires consacrés aux études de dangers et aux installations classées en général.

## J.2. 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 (partie C.4), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

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

### J.2 - 1. TERRAINS NON BATIS

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

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

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

### J.2 - 2. VOIES DE CIRCULATION

Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes. En effet, les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicule/jour) sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

- **Voies de circulation automobiles**

Dans le cas général, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

*Exemple : 20 000 véhicules/jour sur une zone de 500 m =  $0,4 \times 0,5 \times 20\ 000/100 = 40$  personnes.*

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

### • Voies ferroviaires

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

### • Voies navigables

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

## J.2 - 3. CHEMINS ET VOIES PIETONNES

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés. Pour les chemins de promenade, de randonnée : compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

## J.2 - 4. LOGEMENTS

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

## J.2 - 5. ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du code de la construction et de l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès (cf. paragraphe sur les voies de circulation automobile). Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante :

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

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

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

## J.2 - 6. ZONES D'ACTIVITE

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

## J.3. TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et juillet 2019. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de l'étude de dangers.

Légende. N.c. : Non communiqué

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
<b>Effondrement</b>	nov-00	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	-
<b>Rupture de pale</b>	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
<b>Effondrement</b>	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM. Site Vent du Bocage	-
<b>Rupture de pale</b>	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
<b>Maintenance</b>	01/07/2002	Port la Nouvelle - Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour cartériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
<b>Effondrement</b>	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM. Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
<b>Rupture de pale</b>	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)	-
<b>Rupture de pale</b>	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
<b>Effondrement</b>	01/01/2004	Le Portel - Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA. Rapport du CGM. Site Vent de Colère. Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
<b>Effondrement</b>	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)	-
<b>Rupture de pale</b>	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
<b>Rupture de pale</b>	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
<b>Rupture de pale + incendie</b>	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA. Article de presse (La Tribune du 30/12/2004). Site Vent de Colère	-
<b>Rupture de pale</b>	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
<b>Rupture de pale</b>	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED. Articles de presse (Ouest France). Journal FR3	-
<b>Incendie</b>	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-

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
<b>Effondrement</b>	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
<b>Rupture de pale</b>	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)
<b>Rupture de pale</b>	mars-07	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause non éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
<b>Chute d'élément</b>	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)	-
<b>Emballement</b>	mars-08	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
<b>Collision avion</b>	avr-08	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
<b>Rupture de pale</b>	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
<b>Incendie</b>	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
<b>Rupture de pale</b>	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
<b>Maintenance</b>	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)
<b>Rupture de pale</b>	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
<b>Incendie</b>	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	-
<b>Incendie</b>	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)	-
<b>Maintenance</b>	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
<b>Effondrement</b>	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	Interne exploitant	-

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
								venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.		
<b>Incendie</b>	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	-
<b>Maintenance</b>	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
<b>Transport</b>	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau. Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
<b>Rupture de pale</b>	14/12/2011	Non communiqué	N.c.	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
<b>Incendie</b>	03/01/2012	Non communiqué	N.c.	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
<b>Rupture de pale</b>	05/01/2012	Widehem	N.c.	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-
<b>Maintenance</b>	06/02/2012	Lehaucourt	Ainse	N.c.	N.c.	N.c.	au cours d'une opération de maintenance dans la nacelle d'une éolienne de 100 m de hauteur, 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). Les victimes portaient leurs EPI lors des faits. Un accident similaire s'était produit en 2009 (ARIA 35814).	Non communiqué	Base de données ARIA	
<b>Rupture de pale</b>	11/04/2012	SIGEAN	Aude	N.c.	N.c.	N.c.	Une éolienne se met en arrêt automatique suite à l'apparition d'un défaut à 10 h. Des agents de maintenance la réarment à 12h14. Un défaut de vibration apparaît 11 minutes plus tard. Sur place, les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m.	foudre	Base de données ARIA	
<b>Chute de pale</b>	18/05/2012	Chemin d'Ablis	Eure-et-Loir	52	2008	Oui	Chute d'une pale au pied d'une éolienne en plein champ	Corrosion	Base de données ARIA	-
									Base de données ARIA	
<b>Effondrement</b>	30/05/2012	PORT-LA-NOUVELLE	Aude	0,2	1991	Non	Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut. Construit en 1991, l'aérogénérateur de 200 kW faisait partie des premières installations de ce type en France. Il était à l'arrêt pour réparations au moment des faits. Le site, ouvert au public, est sécurisé.	Tempête	Base de données ARIA	
<b>Projection d'élément</b>	01/11/2012	VIEILLESPESE	Cantal	2,5	2011	N.c.	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât, à l'intérieur de la parcelle clôturée du parc de 4 aérogénérateurs de 2,5 MW mis en service en 2011.	Non communiqué	Base de données ARIA	
<b>Incendie</b>	05/11/2012	SIGEAN	Aude	0,66	N.c.	N.c.	Le feu s'est déclaré dans l'armoire électrique en pied d'éolienne. Un dysfonctionnement de disjoncteur situé sur l'éolienne a entraîné la propagation de courants de court-circuit faisant fondre les câbles et entraînant un départ d'incendie dans la nacelle. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite	défaillance électrique	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
							de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied pourrait avoir agi comme circonstance aggravante.			
<b>Chute de-pale</b>	06/03/2013	CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE	Aude	N.c.	N.c.	N.c.	A la suite d'un défaut de vibration détecté à 19h05, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain à 9 h, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât. L'éolienne est mise en sécurité (2 pales restantes mises en drapeau, blocage du rotor, inspection du moyeu). Un périmètre de sécurité de 30 m est établi au pied de l'éolienne et la municipalité interdit l'accès à la zone. L'accident est déclaré à l'inspection des installations classées 48 h plus tard. L'une des pales de cette éolienne avait déjà connu un problème de fixation en novembre 2011. Les fixations de cette pale au moyeu avaient été remplacées et le serrage des vis des 2 autres avait été contrôlé en avril 2012. La veille du défaut de vibration, la machine s'était arrêtée après la détection d'un échauffement du frein et d'une vitesse de rotation excessive de la génératrice. Un technicien l'avait remise en service le matin même de l'accident sans avoir constaté de défaut.	Non communiqué	Base de données ARIA	
<b>Incendie</b>	17/03/2013	EUVY	Marne	N.c.	2011	N.c.	Des usagers de la N4 signalent vers 15h30 un feu dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant arrête 7 des 17 aérogénérateurs du parc. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. Des pompiers spécialisés dans l'intervention en milieux périlleux éteignent le feu en 1 h. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols. Le parc, mis en service en 2011, avait déjà connu un incendie quelques mois plus tôt selon la presse.	défaillance électrique	Base de données ARIA	
<b>Déchirure de pale</b>	20/06/2013	LABASTIDE-SUR-BESORGUES	Ardèche	N.c.	N.c.	N.c.	Un impact de foudre endommage vers 15h30 une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées.	foudre	Base de données ARIA	
<b>Maintenance</b>	01/07/2013	CAMBON-ET-SALVERGUES	Hérault	N.c.	N.c.	N.c.	un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient. L'intervention porte sur l'appoint en azote d'un accumulateur sous pression. Suite à cet accident l'exploitant modifie ses procédures de maintenance et renforce la formation des techniciens sur les aspects risques. Pour l'heure, il suspend les opérations de remplissage des accumulateurs dans les hubs d'éolienne et fait réaliser cette opération en atelier. Une modification des accumulateurs est également envisagée pour utiliser des modèles avec vanne intégrée.	défaillances organisationnelles	Base de données ARIA	
<b>Perte d'huile</b>	03/08/2013	MOREAC	Morbihan	N.c.	N.c.	N.c.	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique. Le produit pollue le sol sur 80 m². 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.	incident de maintenance	Base de données ARIA	
<b>Incendie</b>	09/01/2014	ANTHENY	Ardennes	N.c.	N.c.	N.c.	incendie de la nacelle (rotor intact)	incident électrique	Base de données ARIA	
<b>Chute de pale</b>	20/01/2014	Sigean	Aude	N.c.	N.c.	N.c.	Arrêt automatique à la suite d'un défaut « vibration ». Chute d'une pale de 20 m au pied du mât	Non communiqué	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
Chute de pale	14/11/2014	SAINT-CIRGUES-EN-MONTAGNE	Ardèche	N.c.	N.c.	N.c.	La pale d'une éolienne chute lors d'un orage. Des rafales de vent atteignent les 130 km/h. L'élément principal chute au pied de l'éolienne, mais certains débris sont projetés à 150 m.	Tempête	Base de données ARIA	
Chute de pale	05/12/2014	FITOU	Aude	N.c.	N.c.	N.c.	L'extrémité d'une pale d'une éolienne est au sol. Il s'agit d'une des 2 parties de l'aérofrein de la pale. Cette partie, en fibre de verre, mesure 3 m de long. Elle est retrouvée à 80 m du mât. La seconde partie de l'aérofrein constitue sa partie mécanique interne. Ces éléments-là sont encore en place sur la pale.	Non communiqué En première approche, l'exploitant attribue l'incident à une défaillance matérielle ou à un décollage sur les plaques en fibre de verre.	Base de données ARIA	
Incendie	29/01/2015	REMIGNY	Aines	N.c.	N.c.	Oui	A 6h25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée. Sur place à 7h30, des employés constatent la présence de flammes et de fumée. Les 1 500 l d'eau utilisés pour le nettoyage sont pompés. L'éolienne n'était pas encore en exploitation, mais en phase de test.	Incident électrique. 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	
Incendie	06/02/2015	LUSSERAY	Deux-Sèvres	N.c.	N.c.	N.c.	Vers 15h30, un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations.	Incident électrique	Base de données ARIA	
Incendie	24/08/2015	SANTILLY	Eure-et-Loir	N.c.	N.c.	N.c.	Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur.	Non communiqué	Base de données ARIA	
Chute des pales et du rotor	10/11/2015	MENIL-LA-HORGNE	Meuse	N.c.	N.c.	N.c.	Vers 22h30, 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 m <sup>2</sup> , sont ramassés.	Selon l'exploitant, les premières constatations indiqueraient une défaillance de l'arbre lent, qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice. Elle trouverait son origine dans un défaut de fabrication de la pièce. Une non-conformité dans le processus de moulage de cette pièce de fonderie en acier est suspectée. Un défaut métallurgique, de type inclusion de laitier, aurait fragilisé la pièce et conduit à sa rupture par fatigue. Les contrôles réalisés sur les autres éoliennes du parc ont mis en évidence que ce type de défaut était présent sur un des autres arbres lents, au même niveau que celui accidenté.	Base de données ARIA	
Rupture de l'aérofrein d'une pale	07/02/2016	CONILHAC-CORBIERES	Aude	N.c.	N.c.	N.c.	Vers 11h30, l'aérofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol. L'exploitant procède à l'arrêt de l'ensemble du parc éolien à distance. Les secours sécurisent les lieux.	Les premières investigations indiqueraient qu'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aérofrein. Du fait des fortes charges présentes sur le rotor, l'axe en carbone qui maintient l'aérofrein à la pale et/ou le point d'ancrage de cet axe, se serait alors rompu. Une campagne de contrôle des pales, aérofreins et de la chaîne de sécurité de chaque éolienne est réalisée.	Base de données ARIA	
Chute des pales	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 mât. Dans les 2 cas, les manchons des pales sont restés arrimés au moyeu. L'exploitant met en sécurité les 4 éoliennes du parc. Les secours établissent un périmètre de sécurité de 350 m.	Tempête	Base de données ARIA	
Chute des pales	07/03/2016	CALANHEL	Côtes d'Armor	0,8	N.c.	N.c.	Vers 18 h, une des pales d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. La turbine s'arrête automatiquement. Le mât est endommagé dans sa partie haute, causé par un choc avec la pale, sans présenter de risque de chute. Les gros débris composés de matériaux composites et d'éléments mécaniques métalliques, ont été projetés sur 50 m,	A l'origine, une rupture du système d'orientation. L'inspection des éléments mécaniques au sol et du rotor permet d'envisager une défaillance du système d'orientation de la pale. Celle-ci aurait entraîné la rupture de la couronne extérieure du roulement à bille puis la libération de la couronne intérieure solidaire de la pale. L'éolienne avait fait l'objet d'une maintenance complète en septembre 2015. Son roulement ne présentait pas d'usure anormale. Cependant, une série d'alarmes était survenue le matin de l'événement. Une	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
<b>Incendie</b>	10/08/2016	HESCAMPS	Somme	1	2008	N.c.	Vers 15 h, un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor (70m).	panne sur un groupe hydraulique avait nécessité l'intervention des équipes de maintenance. Après réparation, l'éolienne avait été redémarrée vers 14 h. Une défaillance électrique serait à l'origine du départ de feu.	Base de données ARIA	
<b>Incendie</b>	18/08/2016	DARGIES	Oise	2	2014	N.c.	Un technicien de maintenance d'un parc éolien constate vers 9 h qu'une éolienne ne tourne plus. Il découvre que de la fumée s'échappe de la tête de l'aérogénérateur, à 80 m de haut.	Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie. L'armoire électrique ou le pupitre de commande en serait le point de départ.	Base de données ARIA	
<b>Rupture des pales d'une éolienne</b>	12/01/2017	TUCHAN	Aude	0,6	2002	N.c.	Vers 4 h, au cours d'un épisode de vents violents, les 3 pales d'une éolienne chutent au sol. L'exploitant collecte les morceaux de fibre de carbone répartis autour du mat de 40 m de l'éolienne. Des impacts sur le mat sont visibles. L'éolienne, de 600 kW mise en service en 2002, était à l'arrêt pour maintenance suite à la casse totale de son arbre lent quelques jours auparavant. Cette rupture a eu pour conséquence le désaccouplement du rotor avec le multiplicateur, donc de rendre inopérant le frein mécanique. Bien que mise en position de sécurité (parallèle au vent et aérofrein des pales activé), les vents à 25 m/s ont provoqué la rupture des pales à cause d'une vitesse de rotation excessive.	Après expertise, l'exploitant conclut que la cause la plus probable de la casse de l'arbre lent est un endommagement du roulement avant sur lequel l'arbre est posé. Cette défaillance aurait induite une contrainte importante en flexion sur la partie arrière, à l'entrée dans le multiplicateur, provoquant sa rupture. Aucune faiblesse n'est identifiée dans la structure de la matière de l'arbre. Les contrôles réalisés sur les autres installations de son parc ne détectent pas d'anomalie.	Base de données ARIA	
<b>Chute d'une pale d'une éolienne</b>	18/01/2017	NURLU	Somme	N.c.	N.c.	N.c.	Une pale d'éolienne est tombée au sol et s'est brisée en plusieurs morceaux. Les 2/3 de la pale sont brisés, mais son armature est toujours en place. L'essentiel des débris se situe à moins de 90 m du mât. Les débris les plus lourds sont à moins de 27 m.	Selon la presse, la tempête survenue quelques jours auparavant pourrait être à l'origine de la chute.	Base de données ARIA	
<b>Rupture d'une pale</b>	27/02/2017	LAVALLEE	Meuse	2	2011	N.c.	Lors d'un orage, la pointe d'une pale d'éolienne se rompt. L'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne. L'ensemble du parc éolien, qui compte 4 éoliennes de 2 MW et 80 m de haut, est mis à l'arrêt. Les débris sont ramassés et traités par une société spécialisée, pour expertise. Un orage violent s'est abattu sur la zone de 18 h à 18h30. À 18h07, l'alarme "vent fort" de l'éolienne voisine s'est déclenchée. L'alarme "capteur de vibration" de l'éolienne endommagée s'est déclenchée à la même heure. À 18h10, le réseau électrique a été coupé, provoquant la perte de liaison avec le parc éolien.	Déclenchement d'un violent orage qui, malgré la mise à l'arrêt de la machine, a entraîné la rupture de l'extrémité d'une pale.	Base de données ARIA	
<b>Rupture d'une pale et chute de morceaux de pale</b>	27/02/2017	TRAYES	Deux-Sèvres	N.c.	N.c.	N.c.	Vers 22 h, le système d'exploitation d'un parc éolien émet des alarmes portant sur l'éolienne n°4 : mise à l'arrêt de l'éolienne et incohérence entre les vitesses de rotation du rotor et de l'arbre de la génératrice électrique. Le lendemain matin, l'exploitant constate sur place que les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m, se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m. L'exploitant place les 5 éoliennes en position de sécurité et initie des expertises. Il collecte les débris et sécurise le site.	L'exploitant envisage les facteurs suivants, seuls ou combinés, comme cause du bris de pale : défaut au niveau du bord d'attaque de la pale ; impact de la foudre ; fortes rafales de vent. À l'issue des contrôles sur les 4 autres éoliennes du parc, 2 d'entre elles sont remises en service. Des défauts sont découverts sur les 2 autres : les plans de collages entre la poutre structurelle interne (le spar) et les demi-coques aérodynamiques (blade shells) présentent par endroits d'importantes zones de décohérence ; des fissurations, portant atteinte aux structures des coques aérodynamiques et des plans de collages des bords d'attaque et bords de fuite des pales, sont présentes ; des collecteurs de foudre (diverter strip) sont manquants ou endommagés à la pointe de certaines pales. L'exploitant s'engage à réaliser les réparations nécessaires avant la remise en service de ces 2 éoliennes.	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
<b>Incendie</b>	06/06/2017	ALLONNES	Eure-et-Loir	N.c	2014	N.c	Vers 18 h, un feu se déclare dans la nacelle d'une éolienne. La nacelle et le rotor sont totalement calcinés. Une partie des pales ainsi que le haut du mât ont été touchés par l'incendie. Des éléments sont tombés au sol. Des coulures d'hydrocarbures sont constatées sur le mât. Les dégâts sont de nature à compromettre la stabilité mécanique du mât, de la nacelle, des pales et du rotor de l'éolienne.	En première hypothèse, l'exploitant indique qu'un défaut des condensateurs du boîtier électrique, situé dans la nacelle, pourrait être à l'origine du sinistre. Il exclut la piste d'un impact de foudre.	Base de données ARIA	
<b>Chute d'une pale d'éolienne due à la foudre</b>	08/06/2017	AUSSAC-VADALLE	Charente	N.c	2010	N.c	Durant la nuit lors d'un orage, une partie d'une pale d'une éolienne chute au sol. Le lendemain matin, l'exploitant arrête les 4 éoliennes de son parc. Il collecte les débris tombés dans une zone de 50 à 100 m du mât et met en place un balisage. Il avertit l'exploitant agricole propriétaire du champ où est installée l'éolienne.	L'expertise réalisée par le fabricant de la pale conclut qu'un impact de foudre est à l'origine de sa rupture. Survenu à 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuit, puis une déchirure du fragment. Le dispositif de protection contre la foudre ne montre pas de défaut.	Base de données ARIA	
<b>Chute d'une pale d'éolienne</b>	24/06/2017	CONCHY-SUR-CANCHE	Pas-de-Calais	N.c	N.c	N.c	Vers 23h30, une pale d'une éolienne se brise au niveau de sa jonction avec le rotor dans un parc éolien. La pale chute à la verticale, au pied du mât. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m. Le vent était faible au moment de l'événement.	Non communiqué	Base de données ARIA	
<b>Chute d'un aérofrein d'une éolienne</b>	17/07/2017	FECAMP	Seine-Maritime	N.c	N.c	N.c	Vers 23h30, un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne dans un parc éolien. Le lendemain matin, un agent de maintenance découvre l'équipement au pied du mât de 49 m. La clôture du site est endommagée.	L'exploitant conclut que le desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en serait à l'origine. Il étudie l'opportunité d'augmenter la fréquence d'inspection des mécanismes de fixation des aérofreins ou leur modification, notamment pour fiabiliser l'action de la vis anti-rotation.	Base de données ARIA	
<b>Bris d'une pale d'éolienne</b>	05/08/2017	PRIEZ	Aisne	N.c	N.c	N.c	Vers 3 h une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol. Les débris sont retrouvés par l'exploitant au pied du mât le matin. Il en sécurise l'accès et fait surveiller la zone. L'inspection des installations classées demande la mise à l'arrêt de tous les aérogénérateurs du parc dans l'attente de la compréhension de l'événement.	Non communiqué	Base de données ARIA	
<b>Chute du carénage d'une éolienne</b>	08/11/2017	ROMAN	Eure	N.c	N.c	N.c	En fin d'après-midi, le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne tombe au sol dans un parc éolien. Cette pièce, en matériaux composites, mesure 2 m de diamètre et pèse plusieurs dizaines de kg. Elle supporte une armoire électrique. Les agents de maintenance, avertis par une alarme "arrêt automatique turbine" à 17h30, se rendent sur place le lendemain matin. Ils sécurisent l'accès à la zone et préviennent l'exploitant agricole de la parcelle. L'ensemble du parc éolien est mis à l'arrêt.	L'exploitant conclut que la chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages. La procédure n'aurait pas été respectée lors du montage des turbines. La tête de chaque boulon doit reposer sur 2 rondelles (l'une en vinyle, l'autre métallique) permettant de répartir les efforts. Il s'avère que les rondelles métalliques étaient absentes. Les contraintes étaient donc mal réparties et la fibre de verre s'est arrachée autour des rondelles vinyles. L'exploitant procède au contrôle des carénages des autres aérogénérateurs du parc. Aucun défaut n'est découvert. Il intègre la vérification des boulonnages de fixation du carénage à son plan d'inspection hebdomadaire. L'exploitation du parc éolien reprend le lundi 13. Le carénage accidenté est remplacé.	Base de données ARIA	
<b>Chute d'une éolienne lors d'une tempête</b>	01/01/2018	BOUIN	Vendée	2,5	2003	N.c	En début de matinée lors d'une tempête, le mât d'une éolienne de 60 m de haut se brise en 2. Les 55 m supérieurs de l'éolienne chutent au sol. Des débris s'éparpillent sur une surface assez importante. Le rotor est enfoncé dans le sol. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. L'exploitant arrête les 7 autres éoliennes du parc et met en place un gardiennage.	L'exploitant réalise une expertise de l'éolienne mise en service en 2003, conjointement avec son fabricant. 3 jours avant l'accident, alors que le vent souffle à plus de 40 m/s, le contrôle de l'orientation des 3 pales de l'éolienne est perdu. Le système de contrôle des pales stoppe automatiquement la turbine. Les conditions météorologiques ne permettant pas d'intervention directe sur l'aérogénérateur, la situation est diagnostiquée à distance. À la suite d'une erreur	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
								<p>d'interprétation des données, un opérateur place l'éolienne dans une position qui entraîne une augmentation rapide de la vitesse du rotor, dépassant la limite de sécurité. Les dispositifs de protection contre la survitesse s'activent, mais la machine ne s'arrête pas à cause d'une usure anormale des blocs de frein du système d'orientation des pales. Les charges mécaniques exercées sur le mât excèdent alors largement les limites de conception de l'éolienne, qui s'effondre. Les investigations de l'exploitant lui permettent de découvrir que le protocole des inspections de maintenance ne couvrait pas la liaison mécanique entre le moteur et les freins. L'usure de cet équipement n'a pas été détectée lors des contrôles annuels.</p> <p>Les autres éoliennes du site redémarrent après des vérifications spécifiques et le remplacement de leurs blocs de frein du système d'orientation des pales.</p>		
<b>Chute d'une pale d'éolienne</b>	04/01/2018	NIXEVILLE-BLERCOURT	Meuse	2	N.c.	N.c.	Dans un parc éolien, l'extrémité d'une pale d'une éolienne de 2 MW se rompt lors d'un épisode venteux. Un morceau de 20 m chute au sol. L'exploitant sécurise la zone. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m. Un gardiennage est mis en place 24 h/24.	Episode venteux	Base de données ARIA	
<b>Chute de l'aérovein d'une pale d'éolienne</b>	06/02/2018	CONILHAC-CORBIERES	Aude	N.c.	N.c.	N.c.	Vers 11h30, l'aérovein d'une pale d'éolienne chute au sol dans un parc éolien. L'équipe technique présente sur site arrête l'aérogénérateur. La zone est sécurisée, les débris ramassés.	<p>À la suite d'un défaut sur l'électronique de puissance, l'éolienne est passée en arrêt automatique par sollicitation du freinage aérodynamique. Lors de l'ouverture de l'aérovein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute.</p> <p>Un accident similaire est survenu sur ce parc 2 ans auparavant.</p>	Base de données ARIA	
<b>Incendie</b>	01/06/2018	MARSANNE	Drôme	N.c.	N.c.	N.c.	Vers 2h30, un feu se déclare au pied d'une éolienne dans un parc composé de 7 aérogénérateurs. L'incendie se propage jusqu'à sa nacelle. Les pompiers placent des lances en prévention de l'extension du sinistre à la végétation car des morceaux incandescents chutent au sol. Ils maîtrisent l'incendie. La nacelle est entièrement brûlée ainsi que la base des pales mais celles-ci restent en place. Une deuxième éolienne fait également l'objet d'un départ de feu, mais celui-ci est resté confiné à sa base.	La gendarmerie conclut que l'origine de l'événement est criminelle : les portes d'accès aux éoliennes impliquées ont été fracturées et du combustible est découvert. L'exploitant estime les dégâts à 2 M€.	Base de données ARIA	
<b>Incendie</b>	05/06/2018	AUMELAS	Hérault	N.c.	N.c.	N.c.	Un feu se déclare vers 18h45 dans la nacelle d'une éolienne de 70 m de haut. 10 minutes plus tard, l'exploitant découple à distance le parc éolien du réseau électrique. Des éléments de l'éolienne en feu chutent au sol. Les flammes se propagent en partie basse de l'aérogénérateur. Les pompiers laissent l'incendie se terminer sous surveillance mais placent des lances en prévention d'une propagation du sinistre à la végétation. La nacelle de l'aérogénérateur est presque totalement détruite. 50m <sup>2</sup> de végétation ont brûlé.	Selon la presse, un dysfonctionnement électrique serait à l'origine de l'incendie.	Base de données ARIA	
<b>Chute des extrémités de deux pales d'une éolienne</b>	04/07/2018	PORT-LA-NOUVELLE	Aude	N.c.	N.c.	N.c.	Vers 18 h, une avarie est constatée sur 2 des pales d'une éolienne : leurs extrémités se sont disloquées. Des éléments ont été projetés à 150 m du mât après s'être décrochées. L'exploitant met en place un périmètre de sécurité. L'aérogénérateur est mis en position de sécurité. Un gardiennage permanent est mis en œuvre le temps de l'évacuation de tous les débris (jusqu'au 08/07 20 h).	Non communiqué	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
<b>Incendie</b>	28/09/2018	SAUVETERRE	Tarn	N.c.	N.c.	N.c.	<p>Un incendie s'est déclaré au parc éolien situé près du col de Salettes à la limite des départements du Tarn, de l'Aude et de l'Hérault. Dans cette zone difficile d'accès et fortement boisée, les sapeurs-pompiers ont rapidement engagé de nombreux moyens ainsi qu'une cinquantaine de soldats du feu venus des centres de secours de Labastide-Rouairoux, Mazamet, Castres, Labruguière, Brassac, Sorèze, de l'Aude, de l'Hérault et du PC mobile de Saint-Juéry.</p> <p>Près de trois hectares ont été détruits mais plusieurs sapeurs-pompiers équipés de quatre véhicules étaient toujours sur place en fin d'après-midi et prévoyaient d'y rester toute la nuit afin d'éviter tout redépart de feu.</p>	<p>Selon les premières constatations effectuées par les gendarmes du PSIG de Saint-Amans, de la BR de Castres et de l'identification criminelle, un problème électrique dans le moteur d'une des éoliennes perché à 70 mètres de hauteur aurait provoqué cet incendie.</p>	Article de presse (La Dépêche du 28/09/2018)	
<b>Effondrement d'une éolienne</b>	6-7/11/2018	LA MARDELLE	Loiret	3	2010	N.c.	<p>Cette éolienne culminant à 90 mètres de hauteur et pesant 50 tonnes s'est effondrée dans la nuit du mardi 6 au mercredi 7 novembre 2018, dans un champ situé entre Guigneville et Charmont-en-Beauce, au nord de Pithiviers (Loiret).</p> <p>Sa chute n'a fait aucun blessé, ni endommagé les 15 autres éoliennes du parc de la Mardelle, exploité par l'entreprise EDP Renewables. Une distance de sécurité de 500 mètres est en effet requise entre chaque éolienne, rappelle la République du Centre, qui précise que l'alerte a été donnée ce mercredi matin par des habitants de Guigneville.</p>	<p>"Le système de freinage aérodynamique de l'éolienne, régulant la rotation du rotor, ne s'est pas enclenché et a ainsi entraîné une rotation trop rapide des pales, explique EDPR dans un communiqué, sans préciser les raisons de cette panne. Ce fonctionnement anormal a généré une surcharge sur la structure provoquant la chute de la machine". Pour résumer, l'éolienne s'est emballée. Météo France n'avait pourtant relevé aucun épisode de vent violent sur cette zone à ce moment là.</p>	Articles de presse (France 3 - Centre-Val de Loire du 20/12/2018 et La Nouvelle République du 07/11/2018)	
<b>Chute de pale</b>	19/11/2018	OLLEZY	Aisne	N.c.	N.c.	N.c.	<p>Dans la matinée de ce lundi 19 novembre, une pale d'éolienne s'est décrochée pour une raison indéterminée à Ollezy, un village situé à une vingtaine de kilomètres de Saint-Quentin à la frontière de la Somme.</p> <p>Pour sécuriser les lieux, un périmètre de sécurité a été installé et une société de gardiennage devrait être mobilisée pour éviter toute intrusion sur le site.</p>	Non communiqué	Article de presse (L'Aisne du 19/11/2018)	
<b>Incendie</b>	2-3/01/2019	LA LIMOUZINIÈRE	Loire-Atlantique	N.c.	N.c.	N.c.	<p>Vers minuit, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne de 78 m de haut. De nombreux débris enflammés tombent au sol. Un feu se déclare au pied de l'aérogénérateur. La nacelle de l'éolienne est détruite ainsi que le base des 3 pales. Des traces d'huile hydraulique sont présentes jusqu'à 100 m du pied du mât.</p>	<p>Une avarie sur la génératrice de l'éolienne semble à l'origine de l'incendie. Celle-ci avait été bridée à 50 % de sa puissance depuis une quinzaine de jours à la suite de la détection d'une usure de roulement par le système de surveillance vibratoire. Une intervention de maintenance, effectuée le 28/12, avait mis fin à ces vibrations caractéristiques d'un défaut de roulement. Cependant, des signes de déglissement avaient fait leur apparition. Selon l'exploitant, l'analyse du système de surveillance mettrait en évidence un phénomène harmonique à la fréquence de rotation de la génératrice.</p>	Base de données ARIA Article de presse (actu.fr du 4/01/2019)	
<b>Effondrement</b>	23/01/2019	BOUTAVENT	Oise	1,2	2011	N.c.	Pliage d'un mât d'une éolienne	<p>Mercredi 23 janvier, en début d'après-midi, le mât en acier d'une éolienne, située entre les communes de Campeaux et Boutavent, s'est cassé après un emballement des pales et une défaillance du système de ralentissement. Selon l'exploitant, l'absence de passage en position de sécurité des pales est dû à une chute de tension au niveau des batteries pilotant la rotation des pales en cas de coupure de l'alimentation électrique.</p>	Base de données ARIA Article de presse (Courrier Picard du 24/01/2019)	
<b>Chute de pale</b>	30/01/2019	ROQUETAILLA DE	Aude	N.c.	N.c.	N.c.	Vers 13 h, une pale d'une éolienne se rompt et chute au sol.	Non communiqué	Base de données ARIA Article de presse (20 minutes du 19/02/2019)	

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
<b>Incendie</b>	20/01/2019	ROUSSAS	Drôme	N.c.	N.c.	N.c.	Dans la nuit, un feu se déclare sur 2 éoliennes d'un parc composé de 12 aérogénérateurs. Les éoliennes sont lourdement endommagées.	Acte de malveillance	Base de données ARIA	
<b>Chute de pale</b>	17/01/2019	BAMBIDERSTR OFF	Moselle	N.c.	N.c.	N.c.	Vers 15 h dans un parc éolien, une pale d'éolienne se rompt. 2 morceaux chutent au sol, l'un de 5 m (coque) et l'autre de 28 m (fibre de verre). Ce dernier est projeté à 100 m de l'éolienne.	Un défaut d'adhérence (manque de matière) entre la coque en fibre de verre et le cœur de la pale serait à l'origine de cette rupture.	Base de données ARIA	

## J.4. SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie G.4. de la trame type de l'étude de dangers. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes et pourra par conséquent être repris à l'identique dans les études de dangers.

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

### J.4 - 1. SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A 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 redémarrage de la machine encore « glacée », ou en cas de formation de glace sur le rotor en mouvement simultanément à une défaillance des systèmes de détection de givre et de balourd.

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

### J.4 - 2. SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07)

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

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

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

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

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

- Concernant le défaut de conception et fabrication : Contrôle qualité
- Concernant le non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant, Contrôle qualité (inspections)

- Concernant les causes externes dues à l'environnement : Mise en place de solutions techniques visant à réduire l'impact. Suivant les constructeurs, certains dispositifs sont de série ou en option. Le choix des options est effectué par l'exploitant en fonction des caractéristiques du site.

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

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

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

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

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

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

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

## J.4 - 3. SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE FUITES (F01 A F02)

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

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

### Scénario F01

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

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

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

Deux événements peuvent être aggravants :

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

### Scénario F02

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

de cette dernière et infiltrer les sols environnants.

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

- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

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

## J.4 - 4. SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE CHUTE D'ÉLÉMENTS (C01 A 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.

## J.4 - 5. SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (P01 A P03)

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

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

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

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

### Scénario P01

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

### Scénario P02

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

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

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

### Scénarios P03

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

## J.4 - 6. SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'EFFONDREMENT DES ÉOLIENNES (E01 A E10)

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

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

## J.5. 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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## J.6. GLOSSAIRE

### Evaluation des risques

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

**Accident** : Evénement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/

dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

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

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

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

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

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

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

**Gravité :** On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-I du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés.

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

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

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

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

**Phénomène dangereux :** Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivants ou matérielles, sans préjuger

l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages »

**Potentiel de danger (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger ») :** Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;

2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

**Réduction du risque :** Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

- Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité
- Réduction de l'intensité : par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
- réduction des dangers : la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation

La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».

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

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

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

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

### Termes spécifiques aux éoliennes

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

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

**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.

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

**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.

### Sigles

Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent document sont listés et explicités ci-dessous :

**ICPE** : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

**SER** : Syndicat des Energies Renouvelables

**FEE** : France Energie Eolienne

**INERIS** : Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

**EDD** : Etude de dangers

**APR** : Analyse Préliminaire des Risques

**ERP** : Etablissement Recevant du Public

## J.7. BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES

- [1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011
- [2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006
- [3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum
- [4] Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24
- [5] Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005
- [6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004
- [7] Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006
- [8] Oméga 10 : Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005
- [9] Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement
- [10] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- [11] Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003
- [12] Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne
- [13] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- [14] Alpine test site Güttsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al.
- [15] Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000
- [16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004
- [17] Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003
- [18] Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005