

PARC EOLIEN DE CHAMPS PERDUS 2 (80)

Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

5.2. Etude de dangers (y compris concernant les liaisons électriques)



PARC EOLIEN DE CHAMPS PERDUS 2 (80)

Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

Etude de dangers (y compris concernant les liaisons électriques)

Version 1

Groupe VALECO

Version	Date	Description
Version 1	23/04/2018	Etude de dangers (y compris concernant les liaisons électriques) – Parc éolien de Champs Perdus 2 (80)

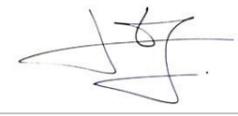
	Nom - Fonction	Date	Signature
Rédaction	Julien ELOIRE – Responsable du service Aménagement du Territoire	23/04/2018	
Validation	Julien ELOIRE – Responsable du service Aménagement du Territoire	23/04/2018	

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1. ETUDE DE DANGERS	5
1.1 Préambule	6
1.1.1 Objectif de l'étude de dangers	6
1.1.2 Contexte législatif et réglementaire	6
1.1.3 Nomenclature des installations classées	7
1.1.4 Document de référence, guide technique INERIS / SER FEE	7
1.2 Informations générales concernant l'installation	7
1.2.1 Renseignements administratifs	7
1.2.2 Localisation du site	7
1.2.3 Définition de l'aire d'étude	8
1.3 Description de l'environnement de l'installation	10
1.3.1 Environnement humain	10
1.3.2 Environnement naturel	11
1.3.3 Environnement matériel	12
1.3.4 Cartographies de synthèse	13
1.4 Description de l'installation	15
1.4.1 Caractéristiques de l'installation	15
1.4.2 Fonctionnement de l'installation	17
1.4.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation	19
1.5 Identification des potentiels de dangers de l'installation	19
1.5.1 Potentiels de dangers liés aux produits	19
1.5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	20
1.5.3 Réduction des potentiels de dangers à la source	20
1.6 Analyse des retours d'expérience	21
1.6.1 Inventaire des accidents et incidents en France	21
1.6.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international	22
1.6.3 Inventaire des accidents majeurs sur les sites de l'exploitant	22
1.6.4 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	23
1.6.5 Limites d'utilisation de l'accidentologie	23
1.7 Analyse préliminaire des risques	24
1.7.1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques	24
1.7.2 Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	24
1.7.3 Recensement des agressions externes potentielles	24
1.7.4 Scénarii étudiés dans l'Analyse Préliminaire des Risques (APR)	26
1.7.5 Effets dominos	28
1.7.6 Mise en place des mesures de sécurité	29
1.7.7 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	32
1.8 Etude détaillée des risques	33
1.8.1 Rappel des définitions	33
1.8.2 Caractérisation des scénarii retenus	36
1.8.3 Synthèse de l'étude détaillée des risques	46
CHAPITRE 2. DEMANDE D'APPROBATION AU TITRE DU CODE DE L'ENERGIE.....	57
CHAPITRE 3. BIBLIOGRAPHIE	63
ANNEXES	67

CHAPITRE 1. ETUDE DE DANGERS

1.1 Préambule

1.1.1 Objectif de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par le Groupe VALECO pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques **du parc éolien de Champs Perdus 2, situé dans le département de la Somme, sur la commune de Hangest-en-Santerre**, autant 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 éolien de Champs Perdus 2. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

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

1.1.2 Contexte législatif et réglementaire

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

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

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

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

1.1.3 Nomenclature des installations classées

Un parc éolien est classé au titre de la loi relative aux installations classées pour la protection de l'environnement¹.

Le décret n° 2011-984 du 23 août 2011 modifiant la nomenclature des installations classées inscrit les éoliennes terrestres au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) par la rubrique suivante :

Rubrique	Libellé de l'installation	Classement	Rayon d'affichage
2980	<p>Installation terrestre de production à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :</p> <p>1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m : autorisation</p> <p>2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :</p> <p>a) supérieure ou égale à 20 MW : Autorisation</p> <p>b) inférieure à 20 MW : Déclaration</p>	A : Autorisation	6 km

Tableau 1. Rubrique des installations classées au titre des ICPE

Le projet éolien de Champs Perdus 2 est soumis à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement.

Cf. Description de la demande

1.1.4 Document de référence, guide technique INERIS / SER FEE

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

« Il s'agit d'un document de type nouveau dans son approche, qui a pour vocation d'accompagner les différents acteurs de l'éolien (porteurs de projets, exploitants, services de l'Etat, associations, etc.) dans la démarche d'évaluation des risques potentiels liés à un parc éolien. Compte tenu de la technologie mise en œuvre dans les parcs éoliens, il apparaissait possible et souhaitable de traiter cette analyse de manière générique, afin de pouvoir transcrire les résultats présentés dans ce guide à l'ensemble des parcs éoliens installés en France.

¹ Loi N°76-663 du 19 juillet 1976 modifiée, Code de l'Environnement (Art. L511-1)

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

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

1.2 Informations générales concernant l'installation

1.2.1 Renseignements administratifs

Société projet, exploitante du parc éolien	PARC EOLIEN DE CHAMPS PERDUS 2 SARL
Statut juridique	SARL (Société à associé unique)
Capital	5 00 Euros
Code APE	3511 Z
N° Registre du Commerce et des Sociétés	RCS MONTPELLIER 831 204 615
Adresse	188 rue Maurice Béjart – 34080 Montpellier
Nom et qualité du signataire de la demande	GAY Erick, Alain (Gérant)
Nom et coordonnées de la personne qui a suivi l'affaire	Yannick VIALLES Chef de Projets Mobile: +33 (0)7 83 01 88 62 yannickvialles@groupevaleco.com

Tableau 2. Identité du demandeur

Société de projet : **PARC EOLIEN DE CHAMPS PERDUS 2**

Porteur du projet et maître d'œuvre : **Groupe VALECO** - 188 rue Maurice Béjart – 34080 MONTPELLIER

1.2.2 Localisation du site

Le parc éolien de Champs Perdus 2, composé de six aérogénérateurs et de deux postes de livraison, est localisé sur la commune de Hangest-en-Santerre, dans le département de la Somme, en région des Hauts-de-France.

Carte 1 - Carte de situation - p 9

1.2.3 Définition de l'aire d'étude

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

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

L'aire d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison, qui seront néanmoins représentés sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur des postes de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

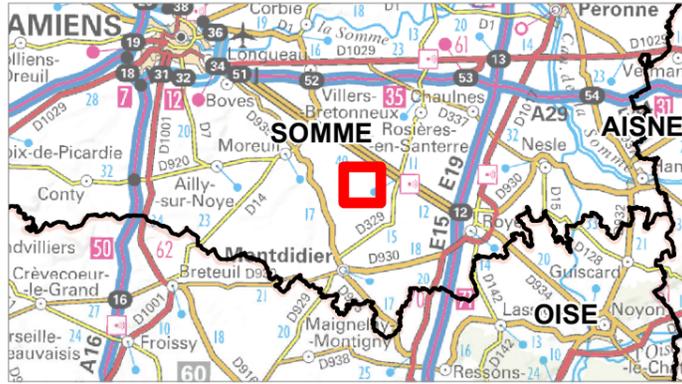
L'aire d'étude (périmètre de 500 m autour des éoliennes) se situe donc sur les communes suivantes :

- **Arvillers ;**
- **Hangest-en-Santerre ;**
- **Davenescourt.**

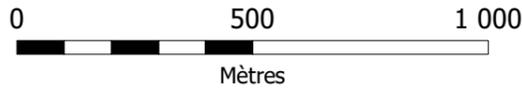
Projet éolien de Champs Perdus 2 (80)

Etude de dangers

Carte de situation



- Eolienne projetée
- Parc éolien de la Sablière
- Parc éolien Champs Perdus
- Aire d'étude (500m)
- Poste de livraison
- Réseau inter-éolien
- Limite communale
- Limite départementale



1:15 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, 2018
 Source de fond de carte : IGN SCAN25® et SCAN1000®
 Sources de données : IGN ADMINEXPRESS® - VALECO - AUDDICE, 2018

1.3 Description de l'environnement de l'installation

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

1.3.1 Environnement humain

1.3.1.1 Zones urbanisées et urbanisables

La description du milieu humain à proximité (communes, nombre d'habitants, etc.) est réalisée dans l'état initial de l'étude d'impact.

L'aire d'étude de 500 mètres autour du projet concerne les communes d'Arvillers, Hangest-en-Santerre et Davenescourt.

Ces communes disposent :

- ARVILLERS : Carte communale approuvée – aucune procédure en cours ;
- **HANGEST-EN-SANTERRE** : Plan Local d'Urbanisme (PLU) approuvé ;
- DAVENESCOURT : Carte communale approuvée – aucune procédure en cours.

L'analyse de la conformité du projet avec le document d'urbanisme a été réalisée dans l'étude d'impact.

Cf. Etude d'impact

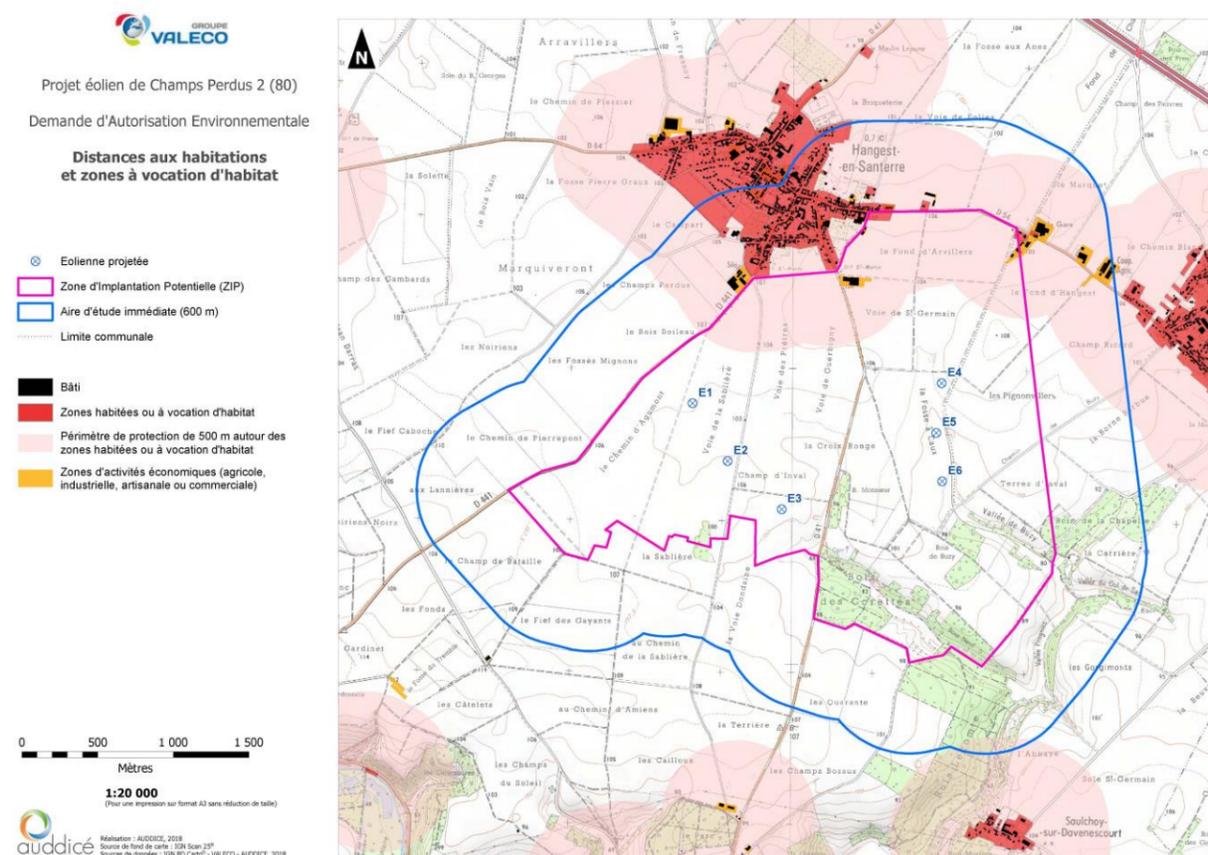
Les éoliennes se situent en zone agricole (A).

Les hameaux ou habitations situés à proximité du parc éolien sont les suivants :

- Le village d'**Arvillers**, au nord-est, à plus de 1 300 m d'E4, éolienne la plus proche ;
- Le village de **Hangest-en-Santerre**, au nord, à plus de 900 m d'E1, éolienne la plus proche ;
- Le village de **Davenescourt**, au sud, à plus de 2 400 m d'E3, éolienne la plus proche.

Le parc éolien se situe sur des terres agricoles en zone rurale. Les mâts d'éoliennes sont situés à au moins 500 m de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité, ainsi que de toute zone constructible à vocation d'habitat.

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



1.3.1.2 Etablissements recevant du public (ERP)

Aucun ERP n'est présent dans l'aire d'étude de 500 m.

1.3.1.3 Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base (INB)

Aucun établissement SEVESO, ni aucun périmètre d'effet ne se situe dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes.

1.3.1.4 Autres activités

L'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes est occupée par des activités agricoles. Aucune autre activité (industrielle ou commerciale) n'est présente.

A signaler une ancienne carrière abandonnée au nord-ouest du Bois des Corettes.

A signaler également un poste électrique clôturé et en activité au centre de la zone d'implantation. Aucun salarié sur place n'est présent.

1.3.2 Environnement naturel

Les paragraphes ci-après sont étudiés dans l'état initial de l'étude d'impact. Nous en reprenons les conclusions.

1.3.2.1 Contexte climatique

L'ancienne région Picardie appartient à la frange méridionale de l'Europe du Nord-Ouest et comme l'ensemble de ce grand domaine géographique, elle est largement occupée au cours de l'année par des masses d'air humides et fraîches venues de l'Atlantique nord, réchauffées cependant par les eaux plus tièdes de la dérive nord-atlantique.

La station météorologique de Beauvais-Tillé (60) retenue se situe à environ 50 km au sud-ouest de la zone d'implantation potentielle (ZIP), elle indique :

- Une température moyenne annuelle est de 10,7°C.
- Une hauteur moyenne annuelle des précipitations de 669,4 millimètres. Au cours de l'année, la pluviométrie oscille entre 45,5 mm en février et 68,6 mm en décembre.

ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES

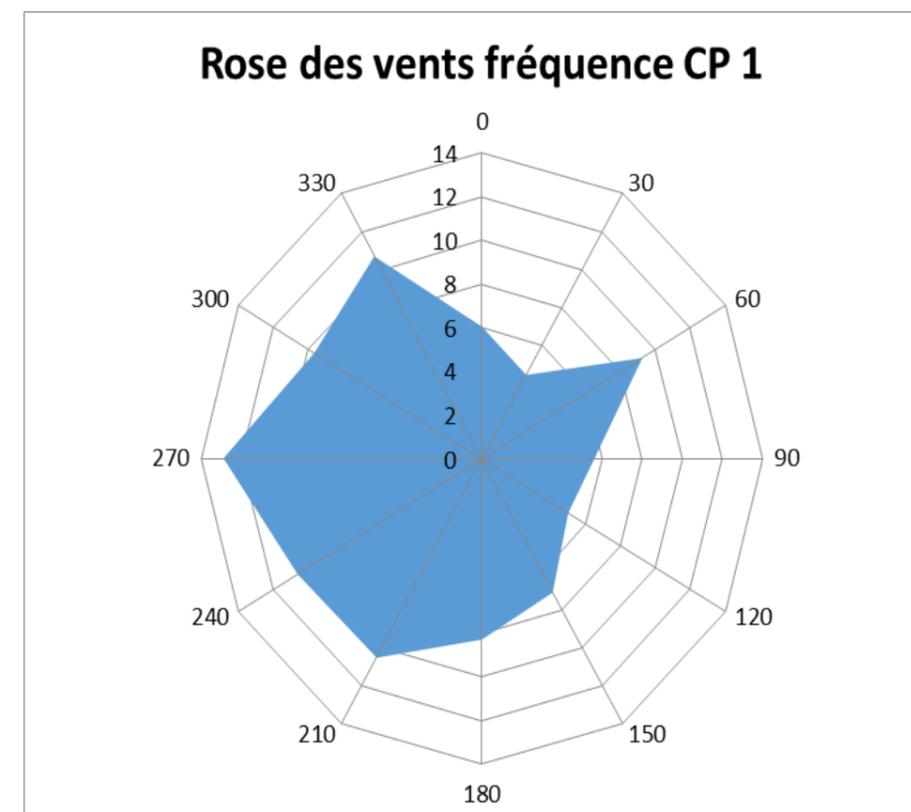
On compte en moyenne annuelle au cours de la période 2000-2009 sur la station de Beauvais-Tillé, le nombre moyens de jours suivant :

- de fortes gelées (T°C minimale <= -5°C) : 7,0 jours
- de gel (T°C minimale <= 0°C) : 53,9 jours
- sans dégel (T°C maximale <= 0°C) : 3,0 jours
- de neige : 12,4 jours
- de grêle : 0,5 jour
- d'orage : 16,3 jours
- de brouillard : 42,9 jours

VENTS

La rose des vents de la station de Beauvais-Tillé montre une prédominance, tous groupes de vitesses confondus, des vents de secteur sud-ouest puis des vents de secteur nord-est. Pour la vitesse, les vents les plus forts (> 8,0 m/s) sont majoritairement de secteur sud-ouest.

Par ailleurs, une étude indépendante sur le site de Champs Perdus 1, menée de septembre 2007 à septembre 2009 conclue à une vitesse moyenne de vent de 6,7 m/s à 90 m d'altitude, ce qui représente un bon potentiel éolien.



Fréquence des vents (%) sur le site (données Champs Perdus 1)

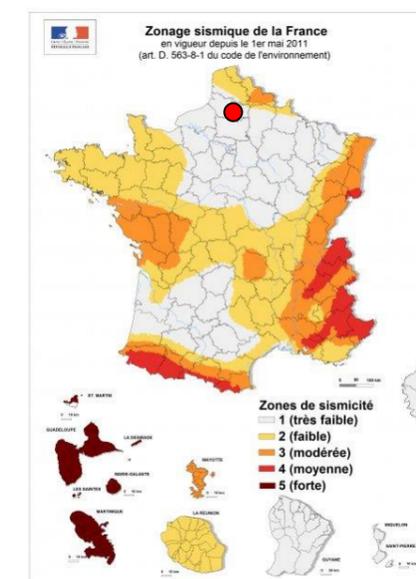
1.3.2.2 Risques naturels

■ Risque sismique

Le zonage sismique de la France, basé sur un découpage communal, a été modifié par le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010. Ces dispositions sont codifiées aux articles R.563-1 à D.568-8-1 du Code de l'environnement.

Ainsi, la France est divisée en 5 zones de de sismicité : 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée), 4 (moyenne) et 5 (forte).

En vertu de l'article D.563-8-1 du code de l'environnement, la commune de Hangest-en-Santerre est classée en zone de sismicité 1 – très faible : pas de prescription parasismique particulière.



■ Risque « Mouvement de terrain »

> Aléa « Mouvement de terrain »

La base de données nationale des mouvements de terrain en France métropolitaine² ne recense aucun mouvement de terrain dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes.

> Cavités

D'après les données relatives aux cavités souterraines fournies par la base de données nationales risques naturels en France métropolitaine (« <http://www.georisques.gouv.fr> »), quelques cavités sont recensées dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes.

> Aléa « Retrait-gonflement des argiles »

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Somme (DDRM 80), la commune de Hangest-en-Santerre, est soumise au risque « Retrait-gonflement des argiles ».

Néanmoins la très grande majorité des communes du département sont soumises à ce type d'aléa.

Au droit de l'aire d'étude de 500 m, l'aléa « Retrait-gonflement des argiles » est globalement faible avec ponctuellement quelques spots modérés.

■ Risque foudre

La densité de foudroiement dans le département de la Somme est de 0,9 coup/km²/an (moyenne nationale : 1,2).

La densité de foudroiement est donc faible sur le territoire. Cependant la hauteur des machines (pale + mât) ainsi que leur implantation dans des zones assez dégagées augmentent considérablement le risque de foudroiement.

■ Risque feu de forêt

Selon le site « <http://www.georisques.gouv.fr/> », Hangest-en-Santerre n'est pas recensée comme étant soumise au risque « Feu de forêt ».

■ Risque inondation

L'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes présente une sensibilité faible au risque « inondations ».

■ Risque de tempête(s)

Selon le site « <http://www.georisques.gouv.fr/> », Hangest-en-Santerre n'est pas recensée comme étant soumise au risque « Tempête(s) ».

1.3.3 Environnement matériel

1.3.3.1 Voies de communication

> Transport routier

Les principaux axes de communication à proximité du projet sont les suivants :

- RD 441 : pas de comptage disponible ;
- RD 54 : 1 455 véhicules en moyenne journalière comptabilisés en 2015, dont 6% de PL ;
- RD 41 : 622 véhicules en moyenne journalière comptabilisés en 2015, dont 4% de PL.

Les autres voies routières qui empruntent l'aire d'étude immédiate sont des chemins agricoles.

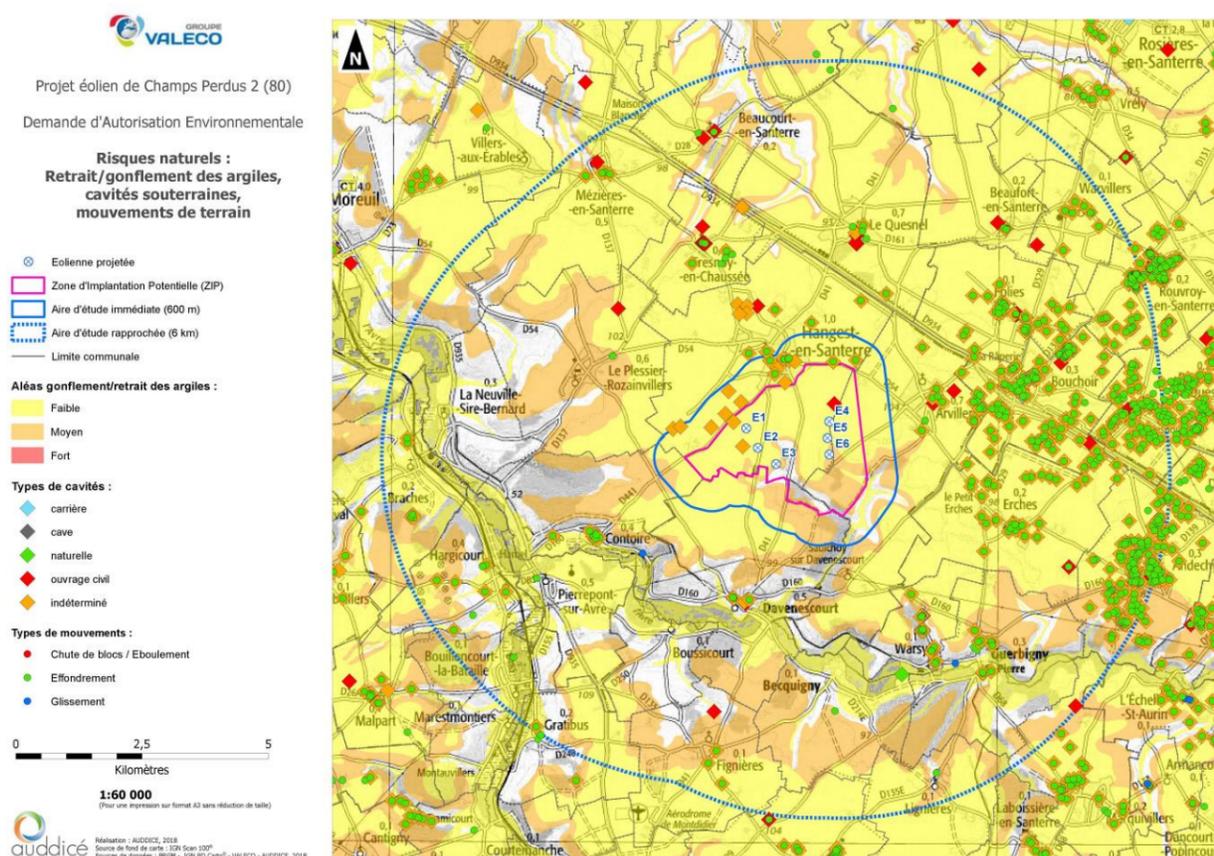
L'aire d'étude de 500 m autour du projet n'est cependant traversée par aucune voie structurante, au sens où la fréquentation des routes est inférieure à 2 000 véhicules/jour.

> Transport(s) ferroviaire & fluvial

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

> Transport aérien

Le projet respecte l'ensemble des servitudes aéronautiques de l'aviation civile et de l'aviation militaire.



² Site internet site du réseau developpement-durable.gouv.fr : « <http://www.georisques.gouv.fr> »

> Randonnées pédestres

On note des activités de loisirs avec des chemins inscrits PDIPR qui constituent le cheminement le plus important dédié à la randonnée. En l'absence d'informations sur des comptages ou fréquentations associés à ces itinéraires, on retiendra l'hypothèse de promeneurs occasionnels dans la suite de l'étude.

> Réseaux publics et privés

Les principaux réseaux à proximité du projet sont les suivants :

- la ligne électrique souterraine de transport RTE (HARGICOURT/PERTAIN – N°1 – 63 kV), au centre-est, qui traverse le parc éolien, et à plus de 120 m de l'éolienne E3, à plus de 150 m de l'éolienne E5 et à plus de 160 m de l'éolienne E6 ;
- la ligne électrique souterraine de distribution SICAE, au sud, qui traverse le parc éolien, et à plus de 90 m de l'éolienne E3, la plus proche ;
- la ligne de télécommunication souterraine ORANGE, au nord-est, qui traverse le parc éolien et à plus de 50 m de l'éolienne E4, la plus proche ;
- la canalisation de transport de gaz, au nord, qui longe le parc éolien, à plus de 490 m de l'éolienne E1, la plus proche.

1.3.3.2 Autres ouvrages publics

Aucun autre ouvrage public n'est à signaler dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes.

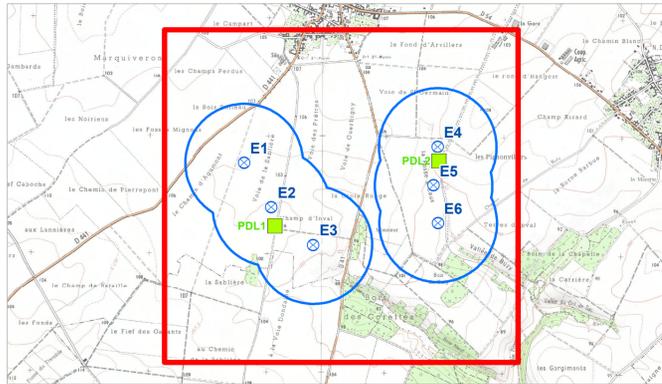
1.3.4 Cartographies de synthèse

Les différents enjeux identifiés précédemment apparaissent sur la carte des enjeux ci-après.

Projet éolien de Champs Perdus 2 (80)

Etude de dangers

Carte des enjeux



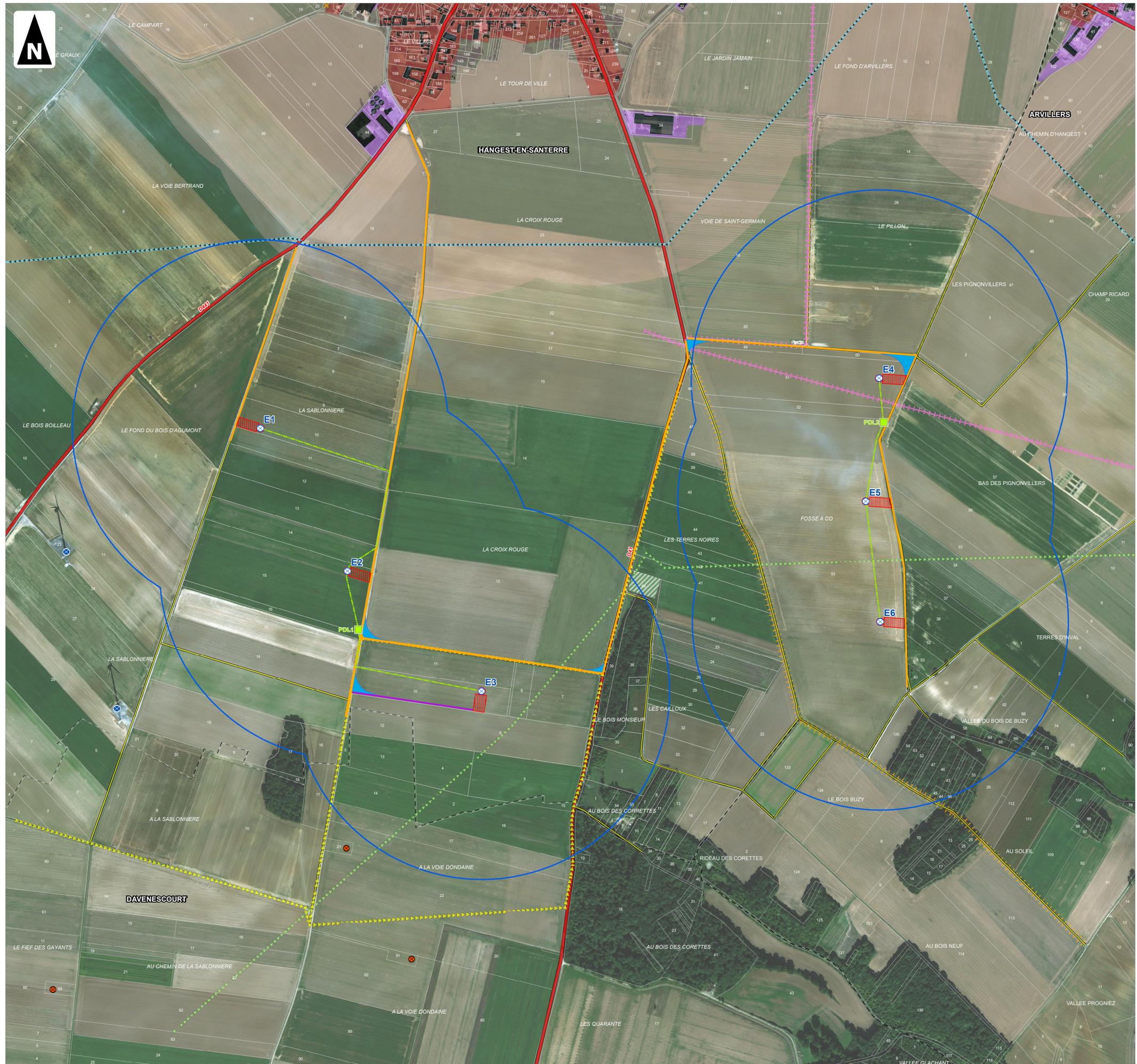
- Parc éolien de la Sablière
- Parc éolien Champs Perdus
- Eolienne projetée
- Aire d'étude (500m)
- Poste de livraison
- Réseau inter-éolien
- Plateforme
- Chemin d'accès à créer
- Chemin à renforcer
- Virage à créer
- Communes
- Parcelles
- Bâti
- Zones habitées ou à vocation d'habitat
- Zones d'activités économiques (agricole, industrielle, artisanale ou commerciale)
- Réseau de transport de gaz :**
- Gazoduc
- Réseau de transport d'électricité :**
- Ligne électrique souterraine (63 kV)
- Poste électrique
- Réseaux de distribution :**
- Réseau souterrain (SICAE - ligne électrique 20 kV)
- Réseau souterrain (Orange)
- Réseau routier :**
- Route départementale
- Chemin
- Réseau touristique :**
- Chemins inscrits au PDIPR



1:5 000

(Pour une impression sur format A1 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, 2018
 Source de fond de carte : Bing Satellite
 Sources de données : VALECO - AUDDICE, 2018



1.4 Description de l'installation

1.4.1 Caractéristiques de l'installation

1.4.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une installation de production d'électricité par l'exploitation de la force du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes :

- Chaque éolienne est fixée sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de chemins d'accès raccordé au réseau routier existant ;
- Des moyens de communication permettant le contrôle et la supervision à distance du parc éolien ;
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

■ Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

Le rotor qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.

Le mât est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier.

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.

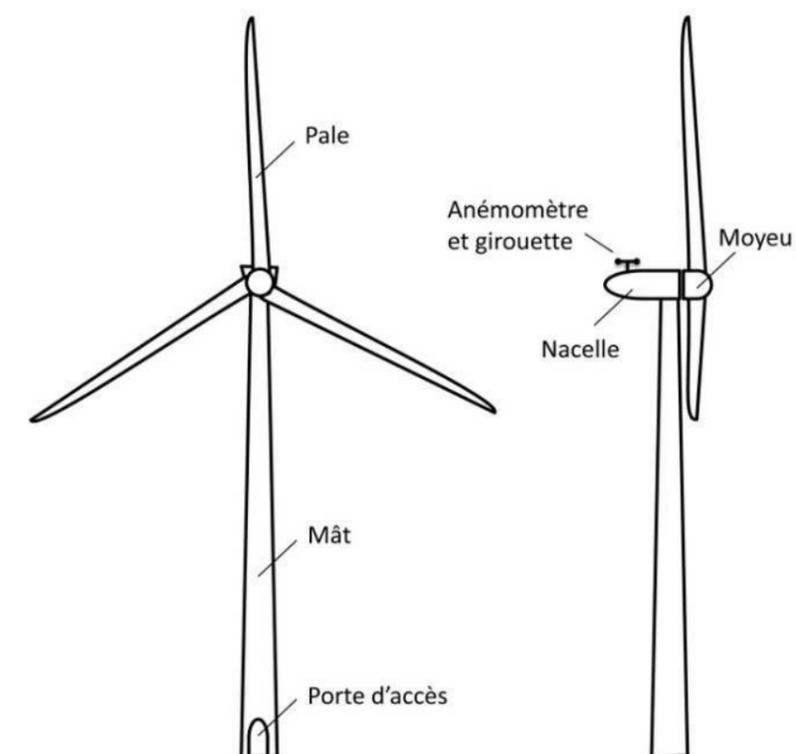


Figure 1. Schéma simplifié d'un aérogénérateur

■ 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.

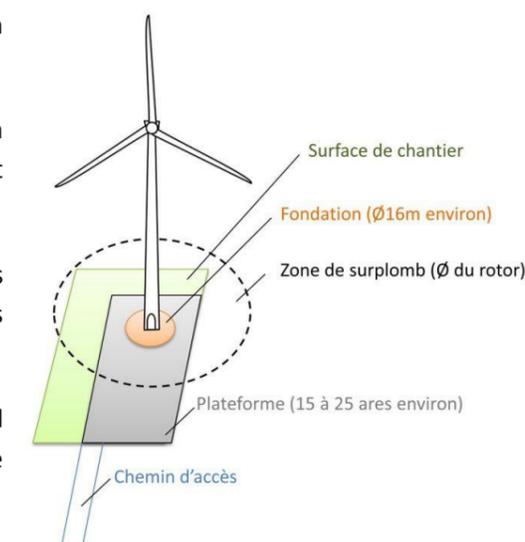


Figure 2. Illustration des emprises au sol d'une éolienne

■ 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 construction du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

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

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

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

1.4.1.2 Activité de l'installation

L'activité principale du projet éolien de Champs Perdus 2 est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent. Conformément au § 1.1.3. Nomenclature des installations classées, cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

1.4.1.3 Composition de l'installation

Le projet éolien de Champs Perdus 2 est composé de six aérogénérateurs et de deux postes de livraison.

Plusieurs types d'aérogénérateurs sont pressentis pour le projet de Champs Perdus 2 :

- NORDEX N131 - 3,0 à 3,9 MW, Tour 112 m à 120 m ;
- GE130 - 3,0 à 3,8 MW, Tour 110 m ;
- VESTAS V126 - 3,3 à 3,6 MW, Tour 117 m.

Le choix final des aérogénérateurs dépendra de la négociation avec les fabricants et des résultats de l'étude de vent.

Afin de ne pas risquer de sous-évaluer les dangers de l'installation, il a été choisi de définir un gabarit théorique dont les paramètres ont été choisis parmi les plus grandes valeurs de l'ensemble des modèles éligibles pour le projet. Les dimensions maximalistes du gabarit théorique permettent d'analyser les risques de manière majorante.

Le gabarit maximaliste retenu pour cette étude correspond à la machine : **NORDEX N131 - 3.9 MW** dont les caractéristiques sont les suivantes :

Eolienne	NORDEX N131 – 3,9 MW
Puissance nominale	3 900 kW
Diamètre du rotor	131 m
Longueur d'une pale	64,4 m
Largeur maximale d'une pale (Corde)	3,94 m
Hauteur de moyeu	120 m
Diamètre maximum à la base	4,3 m
Hauteur en bout de pale	185,5 m

Tableau 3. Modèle d'aérogénérateur

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

N°	WGS 84		LAMBERT 93		En m NGF / sol (TN)	En m NGF maximale (bout de pale)
	Longitude	Latitude	X	Y		
E1	49°44'25,3496"N	2°35'50,5683"E	670959,69	6960228,888	106,1	291,6
E2	49°44'13,0995"N	2°36'2,2451"E	671191,7252	6959848,983	104,9	290,4
E3	49°44'2,8540"N	2°36'20,1153"E	671548,2053	6959530,441	101,83	287,33
E4	49°44'29,8806"N	2°37'12,6772"E	672605,4566	6960360,818	103,7	289,2
E5	49°44'19,3132"N	2°37'10,9844"E	672569,968	6960034,283	98,32	283,82
E6	49°44'8,9779"N	2°37'12,9970"E	672608,7561	6959714,57	96,1	281,6
PDL 1	49°44'8,0774"N	2°36'3,7140"E	671220,3728	6959693,574	105,72	-
PDL 2	49°44'26,1092"N	2°37'13,3169"E	672617,7134	6960244,16	102,25	-

Tableau 4. Coordonnées des aérogénérateurs et des postes de livraison

Les différents aérogénérateurs, les postes de livraison, les plateformes, les chemins d'accès et les réseaux enterrés sont représentés sur les plans réglementaires.

La société 'Parc Éolien de Champs Perdus 2' sera l'exploitant du parc éolien. L'exploitation et la maintenance du parc éolien sera réalisé par la société VALECO O&M qui assurera un suivi permanent, 24h/24 et 7j/7 en ayant recours à l'astreinte de certains salariés.

En cas de sinistre, les différents capteurs et instruments de mesure équipant chaque éolienne déclencheront les alarmes automatiquement au poste de contrôle, chez le personnel d'astreinte et les techniciens en charge de la maintenance de l'éolienne, ce qui permettra de prévenir immédiatement les services de secours, et ce dans un délai de 15 minutes, conformément à l'arrêté du 26 Août 2011.

Cf. Documents spécifiques / environnement

1.4.2 Fonctionnement de l'installation

1.4.2.1 Principe général du fonctionnement d'un aérogénérateur

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne.

Grâce aux informations transmises par la girouette qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

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

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

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 une vitesse de plus de 90 km/h (variable selon le type d'éolienne), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

1.4.2.2 Sécurité de l'installation (prescriptions relatives à l'arrêté du 26 août 2011)

> Dispositions constructives

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

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

- L'aérogénérateur sera conforme aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union Européenne, à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011. L'exploitant tiendra à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

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

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

- Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respecteront les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables. Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur seront conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).

- Le balisage de l'installation sera conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.

> Exploitation

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

- les personnes étrangères à l'installation n'auront pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs. Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison seront maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.

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

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

> Limitation des risques

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

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

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

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

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

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

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

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

- d'un système d'alarme qui pourra être couplé avec le dispositif mentionné précédemment et qui informera l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier sera en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées ci-dessus dans un délai de soixante minutes ;
- d'au moins deux extincteurs situés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils seront positionnés de façons bien visibles et facilement accessibles. Les agents d'extinction seront appropriés aux risques à combattre.

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

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

> Organisation des secours

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

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

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

Le SDIS n'a pas formulé à ce stade de préconisation(s) sur le projet mais à la suite des échanges sur site et des exercices, d'autres mesures pourront être prises au besoin.

1.4.2.3 Opérations de maintenance de l'installation

En ce qui concerne la maintenance (préventive et curative), la société d'exploitation fera appel à des sous-traitants qualifiés dans leur domaine (maintenancier des éoliennes, etc.). Les premières années de mise en service du site, les installations seront sous « garantie constructeur ». À ce titre, ce sont les services de maintenances du fournisseur qui réalisera l'entretien des installations pour le respect de la garantie.

Ainsi l'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation.

1.4.2.4 Stockage et flux de produits dangereux

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

1.4.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

1.4.3.1 Réseaux électriques (cf. Chapitre 2 de l'étude de dangers)

1.4.3.2 Autres réseaux

Le projet éolien de Champs Perdus 2 ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable, ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

1.5 Identification des potentiels de dangers de l'installation

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

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

1.5.1 Potentiels de dangers liés aux produits

Les produits utilisés dans le cadre du projet éolien de Champs Perdus 2 permettent le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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

1.5.1.1 Dangers des produits

> Inflammabilité et comportement vis-à-vis de l'incendie

Les huiles, les graisses et l'eau glycolée ne sont pas des produits inflammables. Ce sont néanmoins des produits combustibles qui sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense peuvent développer et entretenir un incendie. Dans les incendies d'éoliennes, ces produits sont souvent impliqués.

Certains produits de maintenance peuvent être inflammables mais ils ne sont amenés dans l'éolienne que pour les interventions et sont repris en fin d'opération.

Le SF6 (Hexafluorure de Soufre) est pour sa part ininflammable.

> Toxicité pour l'homme

Ces divers produits ne présentent pas de caractère de toxicité pour l'homme. Ils ne sont pas non plus considérés comme corrosifs (à causticité marquée).

> Dangersité pour l'environnement

Vis-à-vis de l'environnement, le SF6 possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont très limitées.

Les huiles et graisses, même si elles ne sont pas classées comme dangereuses pour l'environnement, peuvent en cas de déversement au sol ou dans les eaux entraîner une pollution du milieu.

En conclusion, il ressort que les produits ne présentent pas de réel danger, si ce n'est lorsqu'ils sont soumis à un incendie, où ils vont entretenir cet incendie, ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un risque de pollution des sols ou des eaux.

1.5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

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

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

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

Tableau 5. Dangers potentiels d'une éolienne

1.5.3 Réduction des potentiels de dangers à la source

1.5.3.1 Principales actions préventives

Les principaux choix qui ont été effectués par le porteur de projet au cours de sa conception permettent de réduire les potentiels de dangers identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Ces choix sont synthétisés ci-dessous :

- Le choix de la machine est adapté aux conditions de vent ;
- Lors de la démarche de conception du projet, le Groupe VALECO a étudié plusieurs scénarios d'implantation afin de déterminer celui qui minimise les impacts vis-à-vis des intérêts mentionnés par l'article L 511-1 du code de l'environnement (Cf. Etude d'impact : Analyse des variantes).

Le respect des prescriptions générales de l'arrêté du 26 août 2011 impose au projet :

- Un éloignement des aérogénérateurs de 500 m des zones habitées et à vocation d'habitat,
- Un choix d'aérogénérateurs respectant des normes de sécurité et disposant d'équipements de prévention des risques,
- La réalisation obligatoire d'un contrôle technique des ouvrages,
- Les moyens techniques de Groupe VALECO et du futur constructeur sont mis à disposition via un contrat d'exploitation et de maintenance,
- Le projet bénéficie de l'expérience du Groupe VALECO dans le développement de projets éoliens.

1.5.3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles

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

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

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

1.6 Analyse des retours d'expérience

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

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

1.6.1 Inventaire des accidents et incidents en France

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne et a été effectué en mars 2012.

Annexe 1 : Annexe au guide technique, inventaire de l'accidentologie réalisé en mars 2012 par le groupe de travail INERIS/SER FEE + complément à l'accidentologie (mise à jour en mars 2016)

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

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

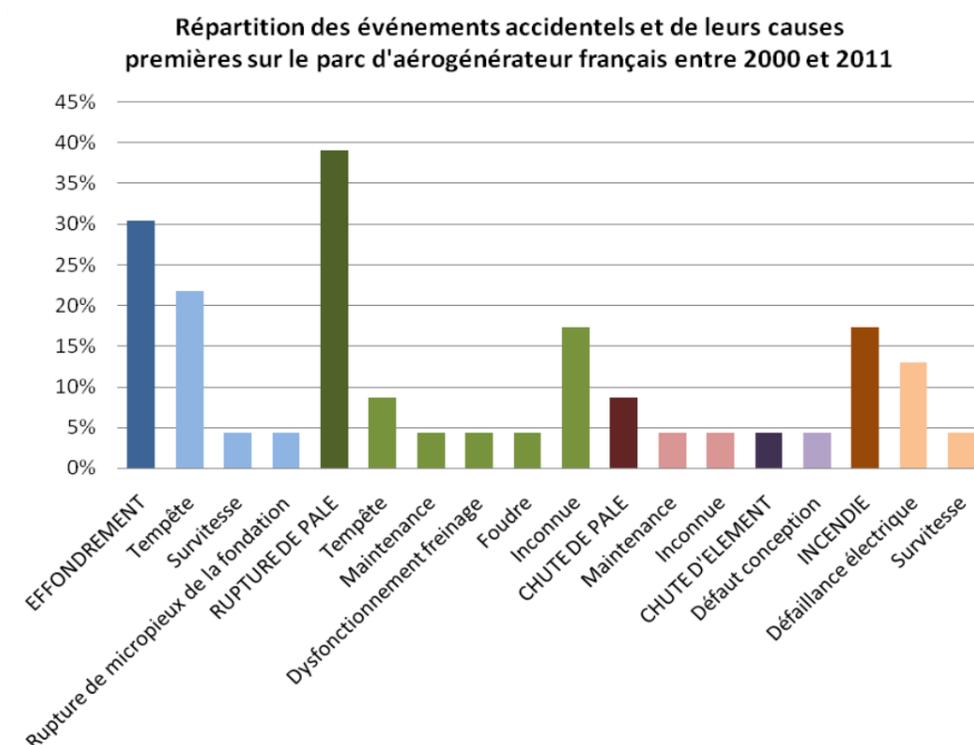
Dans le cadre de ce recensement, il n'a pas été réalisé d'enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d'incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

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

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

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

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



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

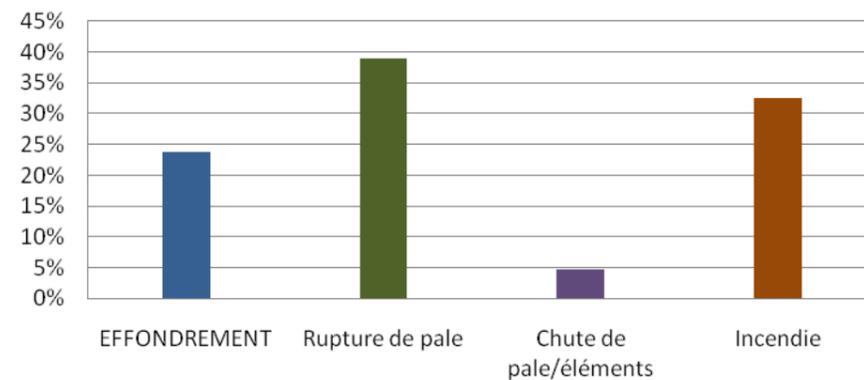
1.6.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010.

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

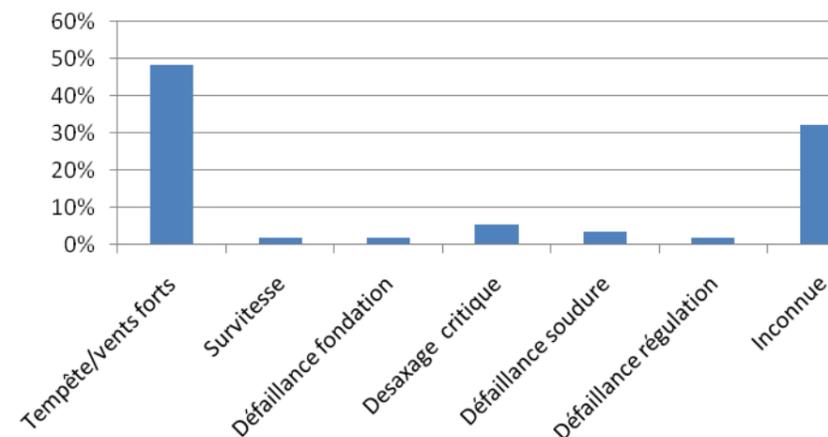
Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.

Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

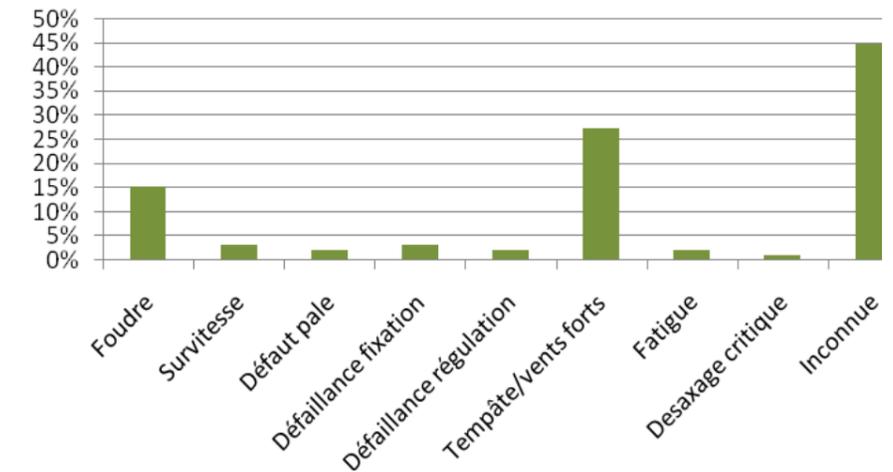


Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés).

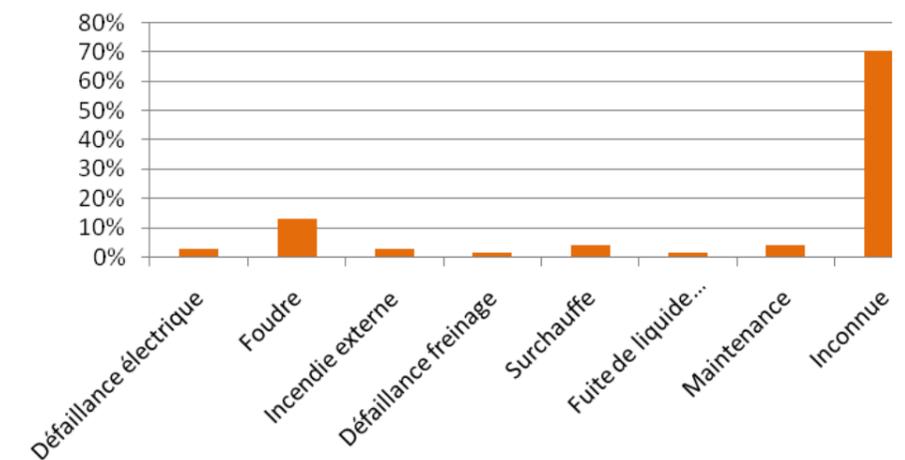
Répartition des causes premières d'effondrement



Répartition des causes premières de rupture de pale



Répartition des causes premières d'incendie



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.

1.6.3 Inventaire des accidents majeurs sur les sites de l'exploitant

Le Groupe VALECO ne dénombre aucun accident d'exploitation ou de maintenance dans l'ensemble des parcs qu'il exploite.

1.6.4 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

1.6.4.1 Analyse de l'évolution des accidents en France

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

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

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

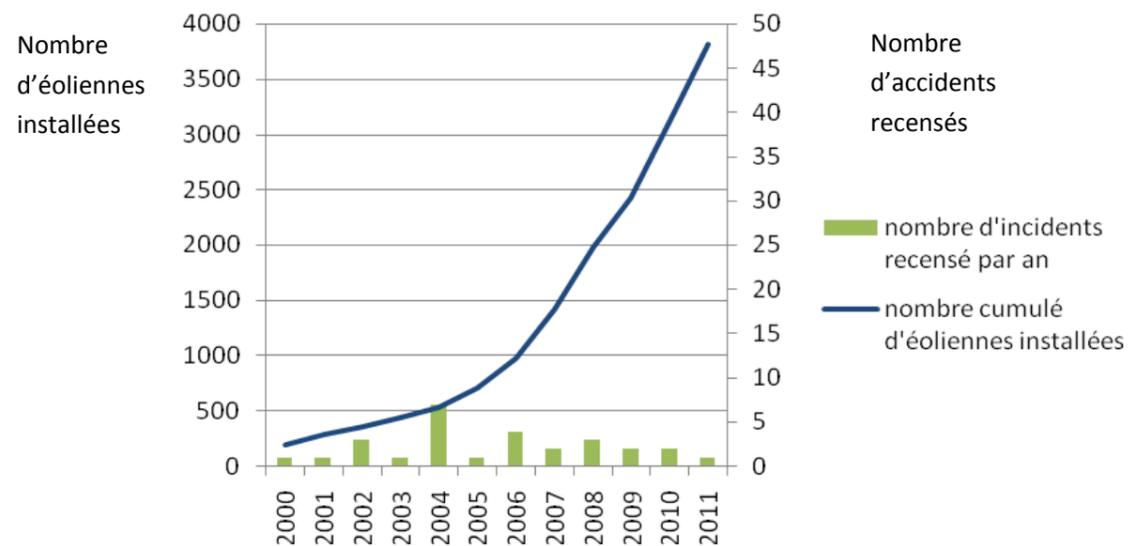


Figure 3. Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

1.6.4.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

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

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

1.6.5 Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

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

La non-homogénéité des aérogénérateurs inclus dans ce retour d'expérience : les aérogénérateurs observés n'ont pas été construits aux mêmes époques et ne mettent pas en œuvre les mêmes technologies. Les informations sont très souvent manquantes pour distinguer les différents types d'aérogénérateurs (en particulier concernant le retour d'expérience mondial) ;

Les importantes incertitudes sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident : de nombreuses informations sont manquantes ou incertaines sur la séquence exacte des accidents.

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

1.7 Analyse préliminaire des risques

1.7.1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques

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

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

1.7.2 Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques

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

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

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

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

1.7.3 Recensement des agressions externes potentielles

1.7.3.1 Agressions externes liées aux activités humaines

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

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât de l'éolienne la plus proche
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Présence de deux routes départementales : la RD441 au plus près à 336 m de l'éolienne E1 et la RD41, au plus près à 308 m de l'éolienne E3.
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2 000 m	Infrastructure au-delà du périmètre de 2 000 m
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Présence d'une ligne souterraine au plus près à 121 m de l'éolienne E3, à 158 m de l'éolienne E5 et à 162 m de l'éolienne E6.
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Les éoliennes sont distantes de plus de 500 m des éoliennes existantes

Tableau 6. Agressions externes liées aux activités humaines

A noter également en agressions externes (descriptif plus approfondi en page suivante) :

- la ligne électrique souterraine de transport RTE (HARGICOURT/PERTAIN – N°1 – 63 kV), au centre-est, qui traverse le parc éolien, et à plus de 120 m de l'éolienne E3, à plus de 150 m de l'éolienne E5 et à plus de 160 m de l'éolienne E6 ;
- la ligne électrique souterraine de distribution SICAE, au sud, qui traverse le parc éolien, et à plus de 90 m de l'éolienne E3, la plus proche ;
- la ligne de télécommunication souterraine ORANGE, au nord-est, qui traverse le parc éolien et à plus de 50 m de l'éolienne E4, la plus proche ;
- la canalisation de transport de gaz, au nord, qui longe le parc éolien, à plus de 490 m de l'éolienne E1, la plus proche.

Ligne électrique souterraine de transport RTE (HARGICOURT/PERTAIN – N°1 – 63 kV)

Le gestionnaire de réseau (RTE) a été consulté et confirme la proximité du projet éolien avec une liaison exploitée par RTE Champagne-Ardenne :

- Liaison souterraine exploitable à 90 000 volets dénommée HARGICOURT/PERTAIN – N°1.

Le Groupe VALECO a tenu compte dans cette étude de dangers du caractère sensible de l'ouvrage RTE. **Les premières éoliennes du parc éolien sont ainsi éloignées de plus de 120 m de l'ouvrage présentement concerné (> distance à respecter entre l'ouvrage et une éolienne qui doit être supérieure à 5 m de l'emprise de l'éolienne par rapport à l'axe de la canalisation électrique susnommée afin d'éviter ou du moins limiter les conséquences d'une chute ou de projection de matériaux).**

Par ailleurs, le Groupe VALECO précise que son projet éolien est conforme à la norme IEC 61400-1 qui fixe les prescriptions relatives à la sécurité de la structure de l'éolienne, de ses parties mécaniques et électriques et de son système de commande

Ligne électrique souterraine de distribution SICAE

N'ayant pas reçu de distance d'éloignement à suivre lors de la consultation, le Groupe VALECO précise qu'il s'est basé sur la même distance que RTE à savoir 5 m de part et d'autre, ce que le Groupe VALECO respecte.

Ligne de télécommunication souterraine ORANGE

N'ayant pas non plus reçu de distance d'éloignement à suivre lors de la consultation, avec le retour d'expérience avec Orange sur des projets précédents, le Groupe VALECO suit une prescription de 12 m de part et d'autre, ce qui est présentement respecté.

Canalisation de transport de gaz

Le gestionnaire de réseau (GRTgaz) a été consulté et confirme la proximité du projet éolien avec les ouvrages de gaz haute pression suivants :

- Canalisation 'HANGEST-EN-SANTERRE-CONTOIRE' (CI OTOR) avec une largeur de part et d'autre de l'ouvrage pour les effets domino (8 kW/m²) de 35 m ;
- Canalisation 'LOON-PLAGE-CUVILLY (HAUTS DE FRANCE 1 RNE) avec une largeur de part et d'autre de l'ouvrage pour les effets domino (8 kW/m²) de 345 m ;
- Canalisation 'PITGAM-CUVILLY' (HAUTS DE FRANCE 1 RNE) avec une largeur de part et d'autre de l'ouvrage pour les effets domino (8 kW/m²) de 380 m.

Le gestionnaire de réseau (GRTgaz) confirme également la proximité du projet éolien avec les postes suivants :

- Poste '80415-HANGEST-EN-SANTERRE-01-DET-01' (PRED) avec une largeur de part et d'autre de l'ouvrage pour les effets domino (8 kW/m²) de 19 m ;
- Poste '80415-HANGEST-EN-SANTERRE-02-LIV-01' (CI SICAE) avec une largeur de part et d'autre de l'ouvrage pour les effets domino (8 kW/m²) de 19 m.

Le Groupe VALECO a tenu compte dans cette étude de dangers, de l'existence des ouvrages de transport de gaz et a prévu toutes les dispositions afin qu'un incident ou un accident n'ait pas d'impact sur les ouvrages considérés. **Les premières éoliennes du parc éolien sont ainsi éloignées de plus de 490 m des ouvrages présentement concernés (> distance minimale à respecter entre les ouvrages et une éolienne qui doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur (longueur d'une pale ajoutée à la hauteur de la tour) et ne se situent aucunement dans quelconque périmètre de zone d'effet des scénarii que ce soit.**

Par ailleurs, le Groupe VALECO précise que son projet éolien est conforme à la norme IEC 61400-1 qui fixe les prescriptions relatives à la sécurité de la structure de l'éolienne, de ses parties mécaniques et électriques et de son système de commande.

1.7.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Les principales agressions externes sont liées aux phénomènes naturels. Ceux-ci sont étudiés dans le chapitre 1.3.2.2 « Risques naturels ». L'intensité des phénomènes est donnée par une cotation sur la base de données observée. Seuls sont retenus pour l'analyse des risques, les phénomènes de vents et tempêtes, foudre et glissements de sols.

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 puisque la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 ci-après.

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

1.7.4 Scénarii étudiés dans l'Analyse Préliminaire des Risques (APR)

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

- une description des causes et de leur séquençage (événements initiateurs et événements intermédiaires) ;
- une description des événements redoutés centraux qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident ;
- une description des fonctions de sécurité permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux, elles sont numérotées de façon à être listées dans le chapitre « Mise en place des mesures de sécurité » ;
- une description des phénomènes dangereux dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident ;
- une évaluation préliminaire de la zone d'effets attendue de ces événements.

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

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

Les différents scénarii listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du groupe de travail INERIS/SER FEE (« G » pour les scénarii concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F »

pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

Voir précisions en annexe :

Annexe 1 : Annexe au guide technique, inventaire de l'accidentologie réalisé en mars 2012 par le groupe de travail INERIS/SER FEE + complément à l'accidentologie (mise à jour en mars 2016)

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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

Tableau 7. Analyse générique des risques

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

1.7.5 Effets dominos

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

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

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 ».

Le guide technique préconise 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'a été identifiée à moins de 100 m.

> Incendie de végétation par effet domino

L'incendie d'une éolienne pourrait être à l'origine de l'embrasement de végétation par effet domino (chute de débris enflammés, rayonnement thermique de l'incendie) avec des facteurs aggravant ou prédisposant :

- Les conditions météorologiques (vent, chaleur, hygrométrie, sécheresse) ont une grande influence sur la nature des feux de forêts,
- une végétation fortement inflammable et combustible,
- topographiques : des massifs non isolés les uns des autres facilitant le passage du feu, un relief tourmenté,
- d'origine humaine : une urbanisation diffuse très étendue, des zones habitées au contact direct de l'espace naturel, le débroussaillage réglementaire trop peu respecté, l'enfrichement de parcelles anciennement cultivées consécutif à la déprise agricole créant des continuités végétales entre les massifs. Ces facteurs accroissent la surface de contact entre les espaces naturels combustibles et les habitations et augmentent simultanément les risques d'incendie.

Cet effet domino ressort de l'analyse préliminaire des risques (scénarios I01 à I07).

On peut citer un exemple issu de l'accidentologie de la base ARIA :

N° d'accident, localisation, date	Circonstances et conséquences
N° 38999 19/09/2010 FRANCE - 26 - ROCHFORT-EN- VALDAINE	<p>Vers 10 h un feu se déclare simultanément sur 2 éoliennes hautes de 45 m et distantes de 3 km. L'une se disloque et projette des débris entraînant 2 incendies de végétation sur 3 500 et 1 500 m². Les pompiers établissent un périmètre de sécurité et éteignent les flammes vers 11 h. Des techniciens de maintenance se rendent sur place. 2 éoliennes supplémentaires sont mises à l'arrêt.</p> <p>Selon les secours qui ont constaté de forts coups de vent ce jour-là, le dysfonctionnement des freins hydrauliques automatiques sur 2 éoliennes aurait conduit à leur emballement et à l'incendie. Ce dispositif de sécurité a fonctionné correctement sur les 23 autres appareils du parc. Une projection de pales à la suite d'une survitesse s'était déjà produite sur ce site le 22/12/2004 (ARIA 29385).</p> <p>Les pompiers font état d'un éloignement important des points d'eau (8km), de l'inadéquation de leurs moyens urbains ne permettant pas l'accès aux principaux éléments situés en hauteur et de la nécessité de procédures et de consignes opérationnelles adaptées à ce type d'installations.</p>

Un projet éolien pourrait porter atteinte à la sécurité publique dans les conditions réunies suivantes :

1. **situation** : dans le cas où la végétation se situerait dans la zone de risque chute ou projection de débris
→ *Ce point est analysé au cas par cas dans l'étude détaillée des risques*
2. **caractéristiques** : c'est-à-dire du potentiel de dangers en termes de risques incendie
→ *L'incendie de l'éolienne ressort comme un accident possible de l'accidentologie bien que les aérogénérateurs récents disposent d'équipements de sécurité*
3. **probabilité** de l'effet domino
→ *Le calcul de la probabilité d'embrasement de la végétation suite à un chute ou la projection d'un débris enflammé est peu fiable au regard de toutes les hypothèses à considérer*
4. **importance** : c'est-à-dire les conséquences de l'effet domino : conditions météorologiques défavorables, topographie, type de végétation et continuité des massifs, présence d'habitations en lisière, de l'intervention du SDIS
→ *Des mesures de prévention et protection peuvent limiter les effets (débroussaillage, élagage des branches basses, élimination du bois mort, voie carrossable...)*

1.7.6 Mise en place des mesures de sécurité

Les tableaux de sécurité ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc éolien de Champs Perdus 2. 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-après un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement d'« empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.

Numéro de la fonction de sécurité : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.

Mesures de sécurité : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).

Description : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.

Indépendance (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarii d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).

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.

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.

Test (fréquence) : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.

Maintenance (fréquence) : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

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

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Signalisation du risque en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux de signalisation en pied de machines du risque de chute de glace (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	Des sondes de température sont mises en place sur les équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur). Ces sondes ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'éolienne 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 éoliennes 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 à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
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 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014).		

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014).		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours		
Description	DéTECTEURS de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans		
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(modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014). Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles et capteurs de pression Procédure d'urgence Kit antipollution		
Description	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.</p> <p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...); - de récupérer les déchets absorbés. <p>Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints,...) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Description	<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.</p> <p>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.</p> <p>Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air (norme ISO 9223).</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du 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 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014).		

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

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

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

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

1.7.7 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

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

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

Tableau 8. Scénarii exclus de l'étude détaillée

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'éolienne.

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

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

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

Pour le scénario suivant : Effondrement de l'éolienne, chute ou projection d'élément de l'éolienne sur un poste de livraison, le guide INERIS précise que les expertises réalisées ont montré l'absence d'effet à l'extérieur des postes de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter. Ce scénario n'est donc pas développé dans le présent rapport.

1.8 Etude détaillée des risques

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

1.8.1 Rappel des définitions

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

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

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

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

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

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

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

1.8.1.1 Cinétique

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

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

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une cinétique rapide.

Ce paramètre ne sera donc pas détaillé à nouveau dans chacun des phénomènes redoutés étudiés par la suite.

1.8.1.2 Intensité

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13]).

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

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 [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 scénarii de projection, l'annexe II de cet arrêté précise : « *Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection, l'évaluation des effets de projection d'un phénomène dangereux nécessite, le cas échéant, une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant. Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, cette délimitation s'appuie sur une analyse au cas par cas proposée par l'exploitant* ».

C'est pourquoi, pour chacun des événements accidentels retenus (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), 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
exposition très forte	Supérieur à 5 %
exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
exposition modérée	Inférieur à 1 %

Tableau 9. Grille de cotation en intensité issue du guide technique

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

1.8.1.3 Gravité

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

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

Tableau 10. Grille de cotation en gravité de l'arrêté du 29 septembre 2005

• Méthodologie

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode présentée en annexe 1.A du guide.

Annexe 1 : Annexe au guide technique, inventaire de l'accidentologie réalisé en mars 2012 par le groupe de travail INERIS/SER FEE + complément à l'accidentologie (mise à jour en mars 2016)

Cette méthode se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées.

Ainsi, pour chaque phénomène dangereux identifié, nous comptabiliserons l'ensemble des personnes présentes dans la zone d'effet correspondante.

Dans chaque zone couverte par les effets d'un phénomène dangereux issu de l'analyse des risques, nous identifierons les ensembles homogènes (ERP, zones habitées, zones industrielles, commerces, voies de circulation, terrains non bâtis...) et nous en déterminerons la surface (pour les terrains non bâtis, les zones d'habitat) et/ou la longueur (pour les voies de circulation).

• Hypothèses de travail

Concernant les zones agricoles, elles sont constituées d'éléments disparates : champs, voies de circulation non structurantes (chemins, voies faiblement fréquentées)...

Selon la circulaire :

- Un champ est classé terrain non aménagé et très peu fréquenté. Compter 1 personne par tranche de 100 ha.
- Les voies de circulation non structurantes sont classées en terrains aménagés mais peu fréquentés. Compter 1 personne par tranche de 10 ha.

Pour simplifier l'analyse, nous ne différencierons pas les différents éléments et nous classerons donc les zones agricoles en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha.

Concernant l'ancienne carrière et le poste électrique (en activité), nous les classerons en terrains aménagés mais peu fréquentés au même titre que les zones agricoles ci-dessus.

Concernant les boisements, ils n'ont pas vocation de loisirs et ne sont pas aménagés en tant que tels. Comme les zones agricoles, nous les classerons donc en terrains aménagés mais peu fréquentés.

Pour les voies de communication, conformément au guide technique, elles n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes, les voies de circulation non structurantes (inférieures à 2 000 véhicules/jour) étant déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés. **Aucune voie structurante ne concerne l'aire d'étude (500 m) du projet.**

Pour les chemins inscrits PDIPR, la fréquentation est vraisemblablement très faible car ceux sont des circuits locaux. Ces données ne sont pas connues. Dans une approche réaliste mais pour éviter de sous-estimer les risques, nous avons retenu la fréquentation d'un terrain aménagé et potentiellement fréquenté, en calculant l'emprise de chemin (largeur 3m) en m² et en appliquant 10 personnes à l'hectare.

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

1.8.1.4 Probabilité

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

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

Tableau 11. Grille de cotation en probabilité de l'arrêté du 29 septembre 2005

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.8.1.5 Acceptabilité

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

L'analyse d'acceptabilité est basée sur la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 et reprise dans la circulaire du 10 mai 2010.

L'acceptabilité résulte du croisement entre probabilité d'occurrence et gravité de l'accident.

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	jaune	rouge	rouge	rouge	rouge
Catastrophique	jaune	jaune	rouge	rouge	rouge
Important	jaune	jaune	jaune	rouge	rouge
Sérieux	vert	vert	jaune	jaune	rouge
Modéré	vert	vert	vert	vert	jaune

Tableau 12. Cotation des risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010

Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	vert	acceptable
Risque faible	jaune	acceptable
Risque important	rouge	non acceptable

1.8.2 Caractérisation des scénarii retenus

Toutes les formules employées dans ce chapitre sont issues du guide technique INERIS/SER FEE.

1.8.2.1 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, soit **185,5 m** dans le cas des éoliennes du **parc éolien de Champs Perdus 2**.

Les 6 éoliennes du parc de Champs Perdus 2 seront toutes identiques, du même modèle.

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

■ 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.

- R est la longueur d'une pale (R= **64,4 m**),
- H est la hauteur du moyeu (H= **120 m**),
- D/2 est la longueur d'un demi diamètre (D/2= **65,5 m**),
- L est la largeur du mât (L= **4,3 m**),
- LB est la corde maximale de la pale (LB= **3,94 m**).

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale) Soit H+D/2= 185,5 m			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
(H) x L + 3*R*LB/2	$= \pi \times (H+D/2)^2$ ³		
896,6 m ²	108 103,0 m ²	0,829 %	Exposition modérée

Tableau 13. Scénario d'effondrement – calcul de l'intensité

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

³ Dans le guide technique la formule initiale est : $\pi \times (H+R)^2$, D/2 nous semble plus cohérent que R.

■ Gravité

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

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 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 d'effondrement et la gravité associée :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)								
Eolienne	Type de terrain dans la zone d'effet	Surface en m ²	Comptage sur la zone	Route*	Chemins inscrits PDIPR en m ²	Comptage sur le chemin	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	Terrains aménagés mais peu fréquentés	108 103	1,081	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	1,081	Sérieux
E2	Terrains aménagés mais peu fréquentés	108 103	1,081	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	1,081	Sérieux
E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés	108 103	1,081	Chemin d'accès	-	-	1,081	Sérieux
E4	Terrains aménagés mais peu fréquentés	108 103	1,081	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	1,081	Sérieux
E5	Terrains aménagés mais peu fréquentés	108 103	1,081	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	1,081	Sérieux
E6	Terrains aménagés mais peu fréquentés	108 103	1,081	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	1,081	Sérieux

Tableau 14. Scénario d'effondrement – cotation de la gravité

* Les voies non structurantes sont assimilées à des terrains aménagés mais peu fréquentés.

■ 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'expérience⁴, soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 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.

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.

⁴ Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

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 pourra conclure à l'acceptabilité de ce phénomène, avec un niveau de risque très faible, si moins de 10 personnes sont exposées.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur **du parc éolien de Champs Perdus 2**, 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
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Sérieux	Acceptable
E5	Sérieux	Acceptable
E6	Sérieux	Acceptable

Tableau 15. Scénario d'effondrement – acceptabilité du risque

Ainsi, pour le parc éolien de Champs Perdus 2, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

■ Cartographie

Les cartographies des risques par éolienne sont présentées au §1.8.3.3 Cartographies des risques.

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

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

■ Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien, la zone d'effet a donc un rayon de **65,5 m**. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

■ 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.

- Z_i est la zone d'impact,
- Z_E est la zone d'effet,
- $D/2$ est la longueur d'un demi-diamètre ($D/2 = 65,5$ m),
- SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG = 1$ m²).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 = 65,5$ m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = SG$	$Z_E = \pi \times (D/2)^2$ ⁵		
1,0 m ²	13 478,2 m ²	0,007%	Exposition modérée

Tableau 16. Scénario chute de glace – calcul de l'intensité

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

⁵ Dans le guide technique la formule initiale est : $\pi \times R^2$, $D/2$ nous semble plus cohérent que R .

■ Gravité

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

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

Le tableau suivant 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 $D/2 = 65,5$ m)								
Eolienne	Type de terrain dans la zone d'effet	Surface en m ²	Comptage sur la zone	Route*	Chemins inscrits PDIPR en m ²	Comptage sur le chemin	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,135	Modéré
E2	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,135	Modéré
E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès	-	-	0,135	Modéré
E4	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,135	Modéré
E5	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,135	Modéré
E6	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,136	Modéré

Tableau 17. Scénario chute de glace – cotation de la gravité

* Les voies non structurantes sont assimilées à des terrains aménagés mais peu fréquentés.

■ 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 », avec un niveau de risque très faible et 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 éolien, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable

Tableau 18. Scénario chute de glace – acceptabilité du risque

Ainsi, pour le parc éolien de Champs Perdus 2, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

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

■ Cartographie

Les cartographies des risques par éolienne sont présentées au §1.8.3.3 Cartographies des risques.

1.8.2.3 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, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor soit **65,5 m** pour le parc de Champs Perdus 2.

■ Intensité

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

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

- d est le degré d'exposition,
- Z_I est la zone d'impact,
- Z_E est la zone d'effet,
- R est la longueur de pale (R= **64,4m**),
- LB est la corde maximale de la pale (LB= **3,94 m**),
- D/2 est la longueur d'un demi-diamètre (D/2= **65,5 m**).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 65,5 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \cdot LB / 2$	$Z_E = \pi \times (D/2)^2$ ⁶		
126,9 m ²	13 478,2 m ²	0,941 %	Exposition modérée

Tableau 19. Scénario chute d'éléments de l'éolienne – calcul de l'intensité

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

⁶ Dans le guide technique la formule initiale est : $\pi \times R^2$, D/2 nous semble plus cohérent que R.

■ Gravité

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

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

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 65,5 m)								
Eolienne	Type de terrain dans la zone d'effet	Surface en m ²	Comptage sur la zone	Route*	Chemins inscrits PDIPR en m ²	Comptage sur le chemin	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,135	Modéré
E2	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,135	Modéré
E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès	-	-	0,135	Modéré
E4	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,135	Modéré
E5	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,135	Modéré
E6	Terrains aménagés mais peu fréquentés	13 478,2	0,135	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,136	Modéré

Tableau 20. Scénario chute d'éléments de l'éolienne – cotation de la gravité

* Les voies non structurantes sont assimilées à des terrains aménagés mais peu fréquentés.

■ 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 4.47×10^{-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.

■ 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 éolien, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable

Tableau 21. Scénario chute d'éléments de l'éolienne – acceptabilité du risque

Ainsi, pour le parc éolien de Champs Perdus 2, le phénomène de chute d'éléments des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

■ Cartographie

Les cartographies des risques par éolienne sont présentées au §1.8.3.3 Cartographies des risques.

1.8.2.4 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 INERIS/SER FEE 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].

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.

- d est le degré d'exposition,
- Z_I est la zone d'impact,
- Z_E est la zone d'effet,
- R est la longueur de pale (R= **64,4** m),
- LB est la corde maximale de la pale (LB= **3,94** m).

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I=R*LB/2$	$Z_E= \pi \times (500)^2$	$d=Z_I/Z_E$	
126,9 m ²	785 398,2 m ²	0,016%	Exposition modérée

Tableau 22. Scénario projection de pales ou de fragments de pales – calcul de l'intensité

■ Gravité

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

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

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

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)								
Eolienne	Type de terrain dans la zone d'effet	Surface en m ²	Comptage sur la zone	Route*	Chemins inscrits PDIPR en m ²	Comptage sur le chemin	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	Terrains aménagés mais peu fréquentés	785 398,2	7,854	RD441 Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	7,854	Sérieux
E2	Terrains aménagés mais peu fréquentés Boisement	785 398,2	7,854	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	7,854	Sérieux
E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés Boisement Poste électrique	785 398,2	7,854	RD41 Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	7,854	Sérieux
E4	Terrains aménagés mais peu fréquentés	785 398,2	7,854	Chemin d'accès, chemins ruraux	1 050	1,050	8,904	Sérieux
E5	Terrains aménagés mais peu fréquentés	785 398,2	7,854	Chemin d'accès, chemins ruraux	2 259	2,259	10,113	Important
E6	Terrains aménagés mais peu fréquentés Boisement	785 398,2	7,854	Chemin d'accès, chemins ruraux	3 066	3,066	10,92	Important

Tableau 23. Scénario chute d'éléments de l'éolienne – cotation de la gravité

* Les voies non structurantes sont assimilées à des terrains aménagés mais peu fréquentés.

Les boisements sont situés dans la zone d'effet des éoliennes E2, E3 et E6 uniquement.

Le risque de propagation d'un incendie d'une éolienne à la végétation environnante ne peut être exclu. Comme il est difficile de calculer la probabilité et l'intensité de l'effet domino, il n'est pas possible d'évaluer l'acceptabilité du risque de sur-accident. Cependant au regard de l'accidentologie, cet événement peut être considéré comme très improbable selon la définition de l'arrêté du 29/09/05.

Afin de réduire le risque, l'exploitant prendra des **mesures de prévention** en accord avec le service prévention du SDIS :

- pour limiter la propagation du feu et faciliter l'intervention des secours : débroussaillage, élagage des branches basses, élimination du bois mort sur les zones de surplomb concernées ;
- entretien des voies carrossables permettant aux engins des secours d'intervenir ;
- en cas d'alerte risque feu de forêt respect des consignes des services de la sécurité civile.

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

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit 7,66 x 10⁻⁴ événement par éolienne et par an).

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

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

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 éolien, 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
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Sérieux	Acceptable
E5	Important	Acceptable
E6	Important	Acceptable

Tableau 24. Scénario projection de pales ou de fragments de pales – acceptabilité du risque

Ainsi, pour le parc éolien de Champs Perdus 2, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

■ Cartographie

Les cartographies des risques par éolienne sont présentées au §1.8.3.3 Cartographies des risques.

1.8.2.5 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 :

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

La zone d'effet est de 376,5 m

Cette distance de projection 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 m²) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace.

- d est le degré d'exposition,
- Z_i est la zone d'impact,
- Z_e est la zone d'effet,
- D est la longueur du diamètre du rotor (D= 131 m),
- H est la hauteur au moyeu (H= 120 m),
- SG est la surface majorante d'un morceau de glace (1 m²).

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de R _{PG} = 1,5 x (H+D) autour de l'éolienne soit 376,5 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z _i = SG	$ZE = \pi \times 1,5 \times (H+D)^2$ ⁷	d=Z _i /Z _e	
1,0 m ²	445 327,8 m ²	0,00022%	Exposition modérée

Tableau 25. Scénario projection de glace – calcul de l'intensité

⁷ Dans le guide technique la formule initiale est : $ZE = \pi \times 1,5 \times (H+2R)^2$, or H+2R ne correspond pas H+D préconisée dans l'étude [15], car R ne tient pas compte de la taille du moyeu.

■ Gravité

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

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

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.

C'est pourquoi, la zone agricole sera considérée comme des terrains non aménagés et très peu fréquentés.

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 $R_{PG} = 1,5 \times (H+D) = 376,5 \text{ m}$)								
<i>Eolienne</i>	<i>Type de terrain dans la zone d'effet</i>	<i>Surface en m²</i>	<i>Comptage sur la zone</i>	<i>Route*</i>	<i>Chemins inscrits PDIPR en m²</i>	<i>Comptage sur le chemin</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	445 327,8	0,445	RD441 Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,445	Modéré
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	445 327,8	0,445	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,445	Modéré
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés Boisement	445 327,8	0,445	RD41 Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,445	Modéré
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	445 327,8	0,445	Chemin d'accès, chemins ruraux	-	-	0,445	Modéré
E5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	445 327,8	0,445	Chemin d'accès, chemins ruraux	1 101	1,101	1,546	Sérieux
E6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés Boisement	445 327,8	0,445	Chemin d'accès, chemins ruraux	2 055	2,055	2,5	Sérieux

Tableau 26. Scénario projection de glace – cotation de la gravité

* Les voies non structurantes sont assimilées à des terrains aménagés mais peu fréquentés.

Les boisements sont situés dans la zone d'effet des éoliennes E3 et E6 uniquement.

Le risque de propagation d'un incendie d'une éolienne à la végétation environnante ne peut être exclu. Comme il est difficile de calculer la probabilité et l'intensité de l'effet domino, il n'est pas possible d'évaluer l'acceptabilité du risque de sur-accident. Cependant au regard de l'accidentologie, cet évènement peut être considéré comme très improbable selon la définition de l'arrêté du 29/09/05.

Afin de réduire le risque, l'exploitant prendra des **mesures de prévention** en accord avec le service prévention du SDIS :

- pour limiter la propagation du feu et faciliter l'intervention des secours : débroussaillage, élagage des branches basses, élimination du bois mort sur les zones de surplomb concernées ;
- entretien des voies carrossables permettant aux engins des secours d'intervenir ;
- en cas d'alerte risque feu de forêt respect des consignes des services de la sécurité civile.

■ Probabilité

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

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

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

■ Acceptabilité

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

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+D)$ autour de l'éolienne)			
Eolienne	<i>Gravité</i>	<i>Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage *</i>	<i>Niveau de risque</i>
E1	Modéré	oui	Acceptable
E2	Modéré	oui	Acceptable
E3	Modéré	oui	Acceptable
E4	Modéré	oui	Acceptable
E5	Sérieux	oui	Acceptable
E6	Sérieux	oui	Acceptable

Tableau 27. Scénario projection de glace – acceptabilité du risque

* Pour rappel, chaque aérogénérateur est équipé d'un système permettant de déduire la formation de glace sur les pales, voir §1.7.6 fonctions 1 et 2.

Ainsi, pour le parc éolien de Champs Perdus 2, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

■ Cartographie

Les cartographies des risques par éolienne sont présentées au §1.8.3.3 Cartographies des risques.

1.8.3 Synthèse de l'étude détaillée des risques

1.8.3.1 Tableaux de synthèse des scénarii étudiés

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

Scénario	Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
S1	Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale Soit 185,5 m	Rapide	exposition modérée	D (car éoliennes récentes) ⁸	Sérieux pour toutes les éoliennes
S2	Chute de glace	Zone de survol, soit disque de rayon de 65,5 m autour du mât de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	A	Modéré pour toutes les éoliennes
S3	Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol, soit disque de rayon de 65,5 m autour du mât de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	C	Modéré pour toutes les éoliennes
S4	Projection	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D (car éoliennes récentes) ⁹	Sérieux pour les éoliennes E1, E2, E3 et E4 Important pour les éoliennes E5 et E6
S5	Projection de glace	1,5 x (H + D) autour de l'éolienne Soit 376,5 m	Rapide	exposition modérée	B	Modéré pour les éoliennes E1, E2, E3 et E4 Sérieux pour les éoliennes E5 et E6

Tableau 28. Synthèse de la cotation des risques – étude détaillée

Les scénarii ci-dessus sont repris dans la matrice d'acceptabilité (voir chapitre suivant).

⁸ Voir paragraphe 1.8.2.1

⁹ Voir paragraphe 1.8.2.4

1.8.3.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

Les scénarii étudiés dans ce chapitre précédant (§1.8.2) sont synthétisés dans la matrice de la circulaire :

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		S4 (E5 et E6)			
Sérieux		S1 S4 (E1, E2, E3 et E4)		S5 (E5 et E6)	
Modéré			S3	S5 (E1, E2, E3 et E4)	S2

Tableau 29. Cotation des risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010

Légende de la matrice :

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

Rappel des Scénarii :

- S1 Effondrement de l'éolienne
- S2 Chute de glace
- S3 Chute d'élément de l'éolienne
- S4 Projection
- S5 Projection de glace

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

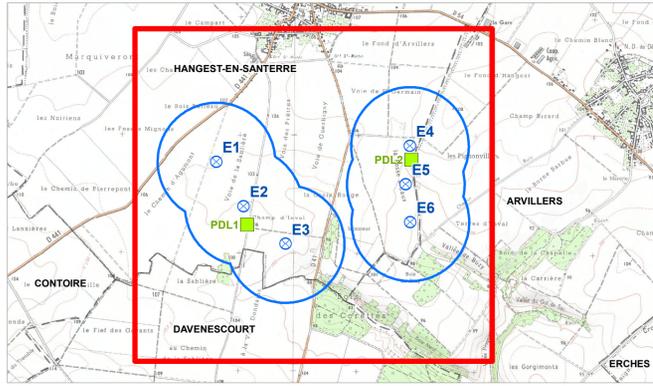
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges (« non acceptables ») de la matrice ;
- certains accidents figurent en case jaune (« acceptables »). Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans le chapitre 1.7.6 seront mises en place.

1.8.3.3 Cartographies des risques (pages suivantes)

Projet éolien de Champs Perdus 2 (80)

Etude de dangers

Carte des risques

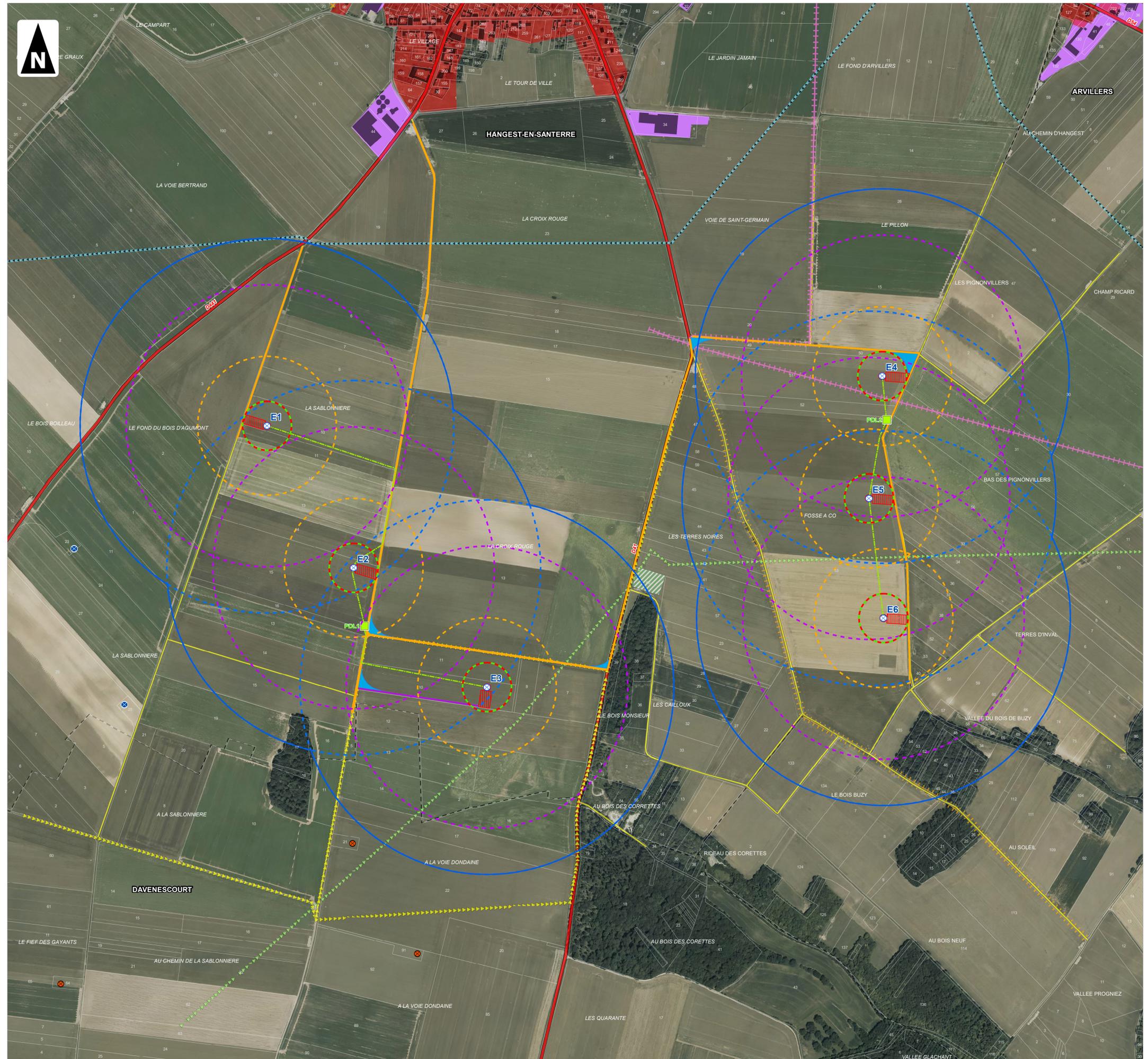


- Eolienne projetée
 - Parc éolien de la Sablière
 - Parc éolien Champs Perdus
 - Aire d'étude (500m)
 - Poste de livraison
 - Réseau inter-éolien
 - Plateforme
 - Chemin d'accès à créer
 - Chemin à renforcer
 - Virage à créer
 - Poste électrique
 - Communes
 - Parcelles
 - Bâti
 - Zones habitées ou à vocation d'habitat
 - Zones d'activités économiques (agricole, industrielle, artisanale)
- Zones d'effet des différents scénarii :**
- Chute d'éléments de l'éolienne (65,5 m)
 - Chute de glace (65,5 m)
 - Effondrement de l'éolienne (185,5 m)
 - Projection de glace (376,5 m)
 - Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)
- Réseau de transport de gaz :**
- Gazoduc
- Réseau de transport d'électricité**
- Ligne électrique souterraine (63kV)
 - Poste électrique
- Réseaux de distribution :**
- Réseau souterrain (SICAE-ligne électrique (20 kV))
 - Réseau souterrain (Orange)
- Réseau routier :**
- Route départementale
 - Chemin
- Réseau touristique :**
- Chemins inscrits au PDIPR



1:5 000 Kilomètres
 (Pour une impression sur format A1 sans réduction de taille)

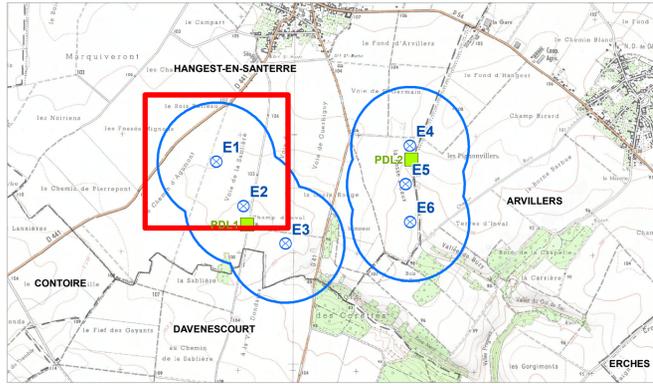
Réalisation : AUDDICE, 2018
 Source de fond de carte : Bing Satellite
 Sources de données : VALECO - AUDDICE, 2018



Projet éolien de Champs Perdus 2 (80)

Etude de dangers

Carte des risques - E1



- | | | | |
|--|---------------------------|--|--|
| | Eolienne projetée | | Bâti |
| | Parc éolien Champs Perdus | | Zones habitées ou à vocation d'habitat |
| | Aire d'étude (500m) | | Zones d'activités économiques (agricole, industrielle, artisanale) |
| | Poste de livraison | Zones d'effet des différents scénarii : | |
| | Réseau inter-éolien | | Chute d'éléments de l'éolienne (65,5 m) |
| | Plateforme | | Chute de glace (65,5 m) |
| | Chemin d'accès à créer | | Effondrement de l'éolienne (185,5 m) |
| | Chemin à renforcer | | Projection de glace (376,5 m) |
| | Virages à créer | | Projection de pales ou de fragments de pales (500 m) |
| | Communes | | |
| | Parcelles | | |

Réseau de transport de gaz :

Gazoduc

Réseau de transport d'électricité :

Ligne électrique souterraine (63kV)

Poste électrique

Réseaux de distribution :

Réseau souterrain (SICAE-ligne électrique 20kV)

Réseau souterrain (Orange)

Réseau routier :

Route départementale

Chemin

Réseau touristique :

Chemins inscrits au PDIPR

0 125 250

Mètres

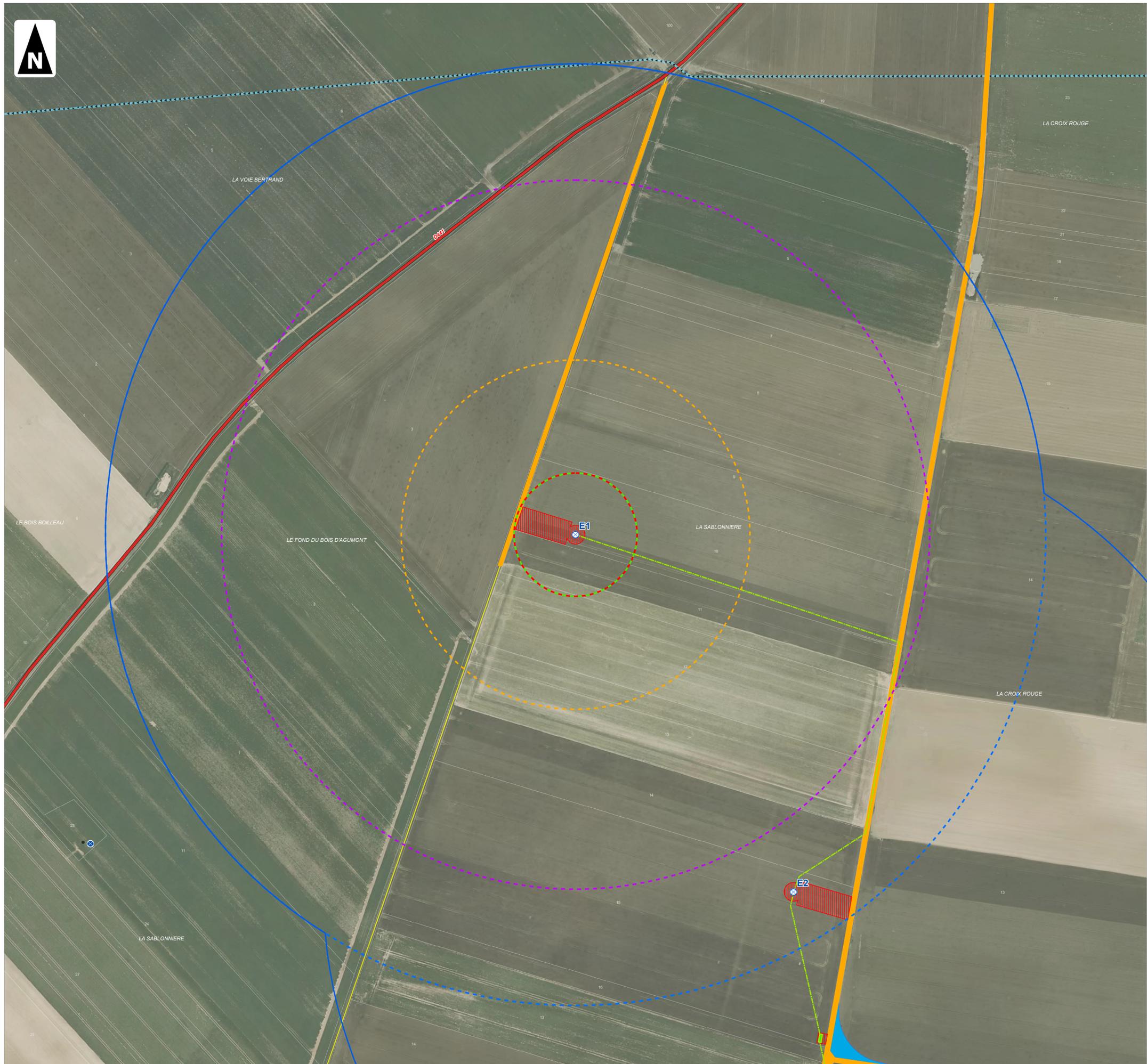
1:2 000

(Pour une impression sur format A1 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, 2018

Source de fond de carte : Bing Satellite

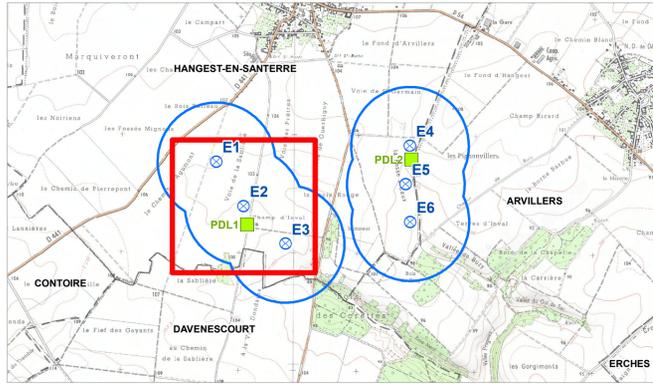
Sources de données : VALECO - AUDDICE, 2018



Projet éolien de Champs Perdus 2 (80)

Etude de dangers

Carte des risques - E2



- | | | | |
|--|---------------------------|--|--|
| | Eolienne projetée | | Bâti |
| | Parc éolien Champs Perdus | | Zones habitées ou à vocation d'habitat |
| | Aire d'étude (500m) | | Zones d'activités économiques (agricole, industrielle, artisanale) |
| | Poste de livraison | Zones d'effet des différents scénarii : | |
| | Réseau inter-éolien | | Chute d'éléments de l'éolienne (65,5 m) |
| | Plateforme | | Chute de glace (65,5 m) |
| | Chemin d'accès à créer | | Effondrement de l'éolienne (185,5 m) |
| | Chemin à renforcer | | Projection de glace (376,5 m) |
| | Virages à créer | | Projection de pales ou de fragments de pales (500 m) |
| | Communes | | |
| | Parcelles | | |

- | | |
|--|-----------------------------|
| Réseau de transport de gaz : | Réseau routier : |
| | |
| Réseau de transport d'électricité : | |
| | Réseau touristique : |
| | |
| Réseaux de distribution : | |
| | |
| | |



1:2 000

(Pour une impression sur format A1 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, 2018

Source de fond de carte : Bing Satellite

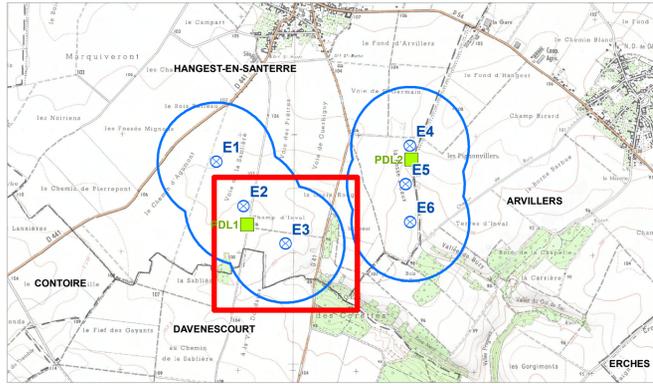
Sources de données : VALECO - AUDDICE, 2018



Projet éolien de Champs Perdus 2 (80)

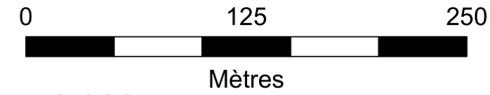
Etude de dangers

Carte des risques - E3



- | | | | |
|--|---------------------------|--|--|
| | Eolienne projetée | | Bâti |
| | Parc éolien Champs Perdus | | Zones habitées ou à vocation d'habitat |
| | Aire d'étude (500m) | | Zones d'activités économiques (agricole, industrielle, artisanale) |
| | Poste de livraison | Zones d'effet des différents scénarii : | |
| | Réseau inter-éolien | | Chute d'éléments de l'éolienne (65,5 m) |
| | Plateforme | | Chute de glace (65,5 m) |
| | Chemin d'accès à créer | | Effondrement de l'éolienne (185,5 m) |
| | Chemin à renforcer | | Projection de glace (376,5 m) |
| | Virages à créer | | Projection de pales ou de fragments de pales (500 m) |
| | Communes | | |
| | Parcelles | | |

- | | | | |
|--|---|-----------------------------|---------------------------|
| Réseau de transport de gaz : | Réseau routier : | | |
| | Gazoduc | | Route départementale |
| Réseau de transport d'électricité : | | Chemin | |
| | Ligne électrique souterraine (63kV) | Réseau touristique : | |
| | Poste électrique | | Chemins inscrits au PDIPR |
| Réseaux de distribution : | | | |
| | Réseau souterrain (SICAE-ligne électrique 20kV) | | |
| | Réseau souterrain (Orange) | | |



1:2 000

(Pour une impression sur format A1 sans réduction de taille)
 Réalisation : AUDDICE, 2018
 Source de fond de carte : Bing Satellite
 Sources de données : VALECO - AUDDICE, 2018

