



PROXIMITÉ ET RESPONSABILITÉ  
AU SERVICE DES TERRITOIRES

## [CAHIER 4.B – ETUDE DE DANGERS]

# PROJET ÉOLIEN [Chemin Du Chêne]

Commune d'[Harcigny]  
Département de l'[Aisne]  
Région [Haut-de-France]

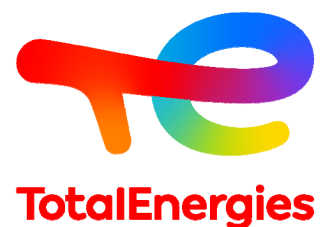
Adresse du projet :  
[Le Franc Muid]  
[Fossé Barbé]



MAITRE D'OUVRAGE :  
**TotalEnergies Renouvelables France**  
74 rue Lieutenant de Montcabrier  
Technoparc de Mazeran - CS 10034  
34536 Béziers Cedex  
Tél : 04 67 32 63 30 – Fax : 04 99 43 90 98  
Mail : [contact@totalenergies.com](mailto:contact@totalenergies.com)

MAITRE D'ŒUVRE :  
**TotalEnergies Renouvelables France**  
74 rue Lieutenant de Montcabrier  
Technoparc de Mazeran - CS 10034  
34536 Béziers Cedex  
Tél : 04 67 32 63 30 – Fax : 04 99 43 90 98  
Mail : [contact@totalenergies.com](mailto:contact@totalenergies.com)

BUREAU D'ETUDES (ASSEMBLER) :  
**Auddicé Environnement** - Agence Hauts-de-France  
ZAC du Chevalement  
5 rue des Molettes  
59286 Roost-Warendin  
Tél : 03 27 97 36 39  
Mail : [contact.environnement@auddice.com](mailto:contact.environnement@auddice.com)





**PARC EOLIEN DE CHEMIN DU CHENE (02)**  
Demande d'Autorisation Environnementale  
Cahier n°4.B – Etude de dangers

Version 2

TotalEnergies Renouvelables France

Version	Date	Description
Version 2	01/04/2022	Cahier n°4.B – Etude de dangers – Parc éolien de Chemin du Chêne (02)

	Nom - Fonction	Date	Signature
Rédaction	Julien ELOIRE – Responsable du service Aménagement du Territoire	01/04/2022	
Validation	Julien ELOIRE – Responsable du service Aménagement du Territoire	01/04/2022	

## TABLE DES MATIERES

<b>CHAPITRE 1. ETUDE DE DANGERS .....</b>	<b>5</b>
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 .....	12
1.4 Description de l’installation.....	14
1.4.1 Caractéristiques de l’installation .....	14
1.4.2 Fonctionnement de l’installation .....	16
1.4.3 Fonctionnement des réseaux de l’installation .....	18
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.....	21
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 .....	23
1.6.3 Inventaire des accidents majeurs sur les sites de l’exploitant .....	24
1.6.4 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d’expérience.....	25
1.6.5 Limites d’utilisation de l’accidentologie.....	26
1.7 Analyse préliminaire des risques.....	27
1.7.1 Objectif de l’analyse préliminaire des risques.....	27
1.7.2 Recensement des événements initiateurs exclus de l’analyse des risques .....	27
1.7.3 Recensement des agressions externes potentielles .....	27
1.7.4 Scénarii étudiés dans l’Analyse Préliminaire des Risques (APR) .....	28
1.7.5 Effets dominos.....	30
1.7.6 Mise en place des mesures de sécurité.....	31
1.7.7 Conclusion de l’analyse préliminaire des risques.....	34
1.8 Etude détaillée des risques.....	35
1.8.1 Rappel des définitions .....	35
1.8.2 Caractérisation des scénarii retenus .....	38
1.8.3 Synthèse de l’étude détaillée des risques .....	50
<b>CHAPITRE 2. OUVRAGES ELECTRIQUES .....</b>	<b>61</b>
<b>CHAPITRE 3. BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>65</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>69</b>



## 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 la société **TotalEnergies Renouvelables France** pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques **du parc éolien de Chemin du Chêne (02)**, 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 Chemin du Chêne. 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’Environnement<sup>1</sup>.

Les décrets n° 2011-984 du 23 août 2011 et n° 2019-1096 du 30 octobre 2019 modifiant la nomenclature des Installations classées inscrivent 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
<b>2980</b>	<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 la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 50 m : <b>Autorisation</b></p> <p>2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 12 m, lorsque la puissance totale installée est :</p> <p>a) supérieure ou égale à 20 MW : Autorisation</p> <p>b) inférieure à 20 MW : Déclaration</p>	<b>A : Autorisation</b>	<b>6 km</b>

Tableau 1. Rubrique des installations classées au titre des ICPE

Le projet éolien de Chemin du Chêne est soumis à autorisation (A) au titre des Installations Classées pour la Protection de l’Environnement (Cf. Cahier n°2).

#### Cf. Cahier n°2 – 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.

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

<b>Société projet, exploitante du parc éolien</b>	<b>WP France 17</b>
<b>Statut juridique</b>	SASU
<b>Capital</b>	6 000 Euros
<b>Code APE</b>	3511 Z
<b>N° Registre du Commerce et des Sociétés</b>	RCS NANTERRE 820 824 530
<b>Adresse</b>	Tour Vista 52-54 quai de Dion Bouton, 92 800 PUTEAUX
<b>Nom et qualité du signataire de la demande</b>	Amina SELMI (Chef de projets EnR)
<b>Président de la Société</b>	Thierry MULLER (Directeur Général)
<b>Nom et coordonnées de la personne qui a suivi l’affaire</b>	<p>Thomas LOPEZ Chef de projets EnR</p> <p>Mobile: +33 (0)7 76 04 03 52</p> <p><a href="mailto:thomas-paul.lopez@totalenergies.com">thomas-paul.lopez@totalenergies.com</a></p>

Tableau 2. Identité du demandeur

Société de projet : **WP France 17**

Porteur du projet et maître d’œuvre : **TotalEnergies Renouvelables France**, Tour Vista 52-54 quai de Dion Bouton, 92 800 PUTEAUX

### 1.2.2 Localisation du site

Le parc éolien de Chemin du Chêne, composé de six aérogénérateurs et de trois postes de livraison, est localisé sur la commune d’Harcigny, dans le département de l’Aisne (02), en région des Hauts-de-France.

#### Carte 1 - Carte de situation - p 9

<sup>1</sup> Loi N°76-663 du 19 juillet 1976 modifiée, Code de l’Environnement (Art. L511-1)

### 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 les affecter.

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

- **Harcigny ;**
- **Plomion ;**
- **Thenailles.**

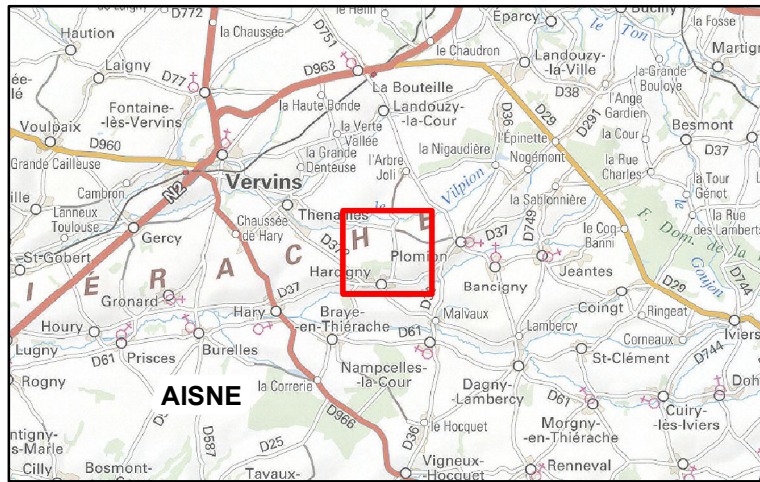




# Projet éolien de Chemin du Chêne (02)

Etude de dangers

## Carte de situation

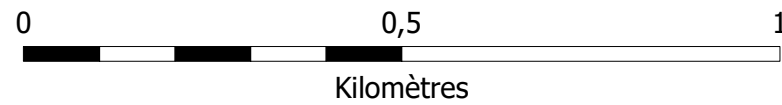


### Aménagements

- Eolienne projetée
- Poste de livraison
- Réseau inter-éolien
- Aire d'étude (500 m)

### Limites administratives

- Limite communale

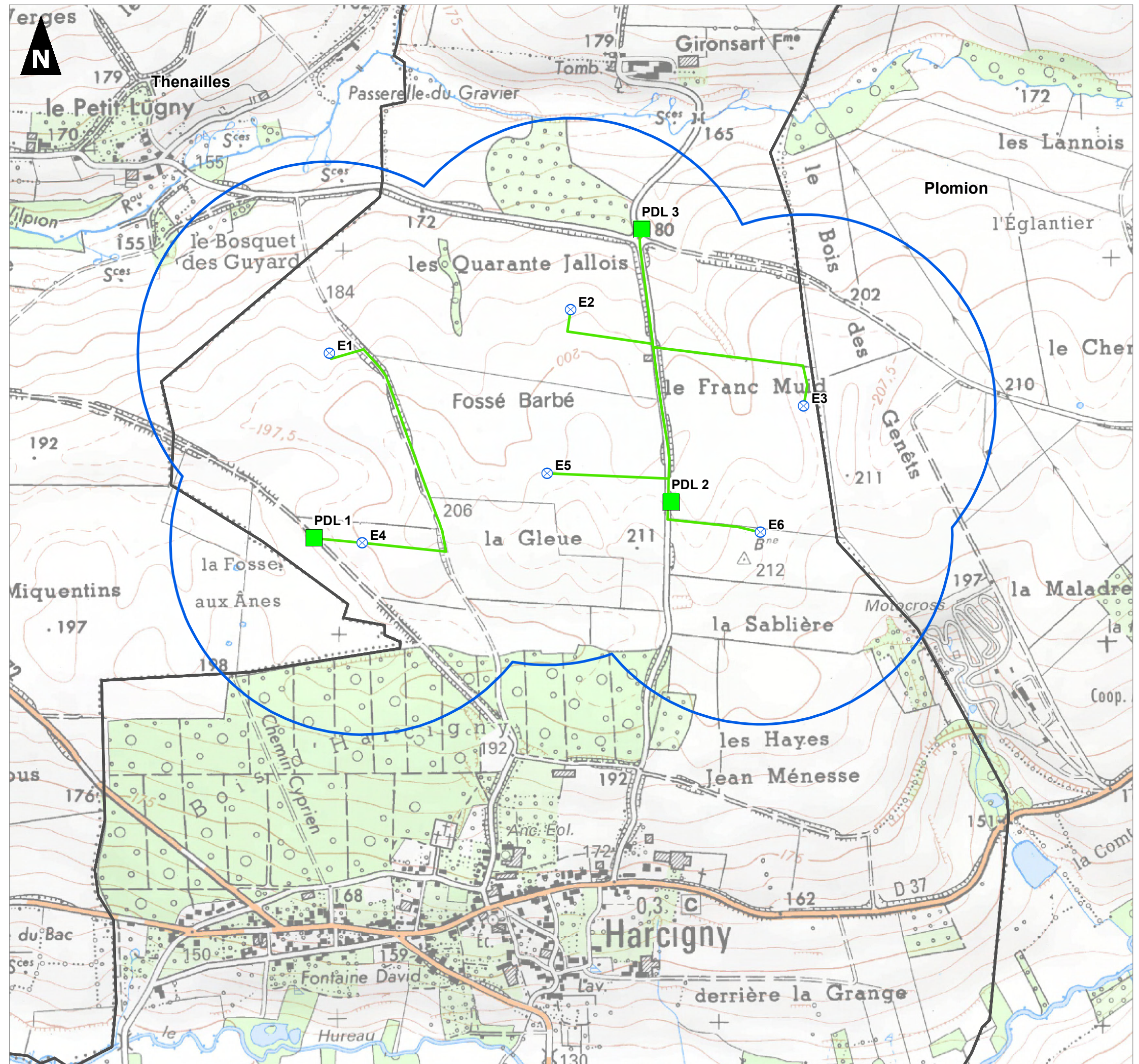


**1:10 000**

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



Réalisation : AUDDICE, 2020  
Source de fond de carte : GEO2FRANCE ORTHOPHOTO 2018  
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - TotalEnergies - AUDDICE 2020



## 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’Harcigny, Thenailles et Plomion.

Ces communes disposent :

- **HARCIGNY** : Règlement National d’Urbanisme (RNU) ;
- **THENAILLES** : Règlement National d’Urbanisme (RNU) ;
- **PLOMION** : Plan Local d’Urbanisme (PLU - approuvé le 20/07/06).

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

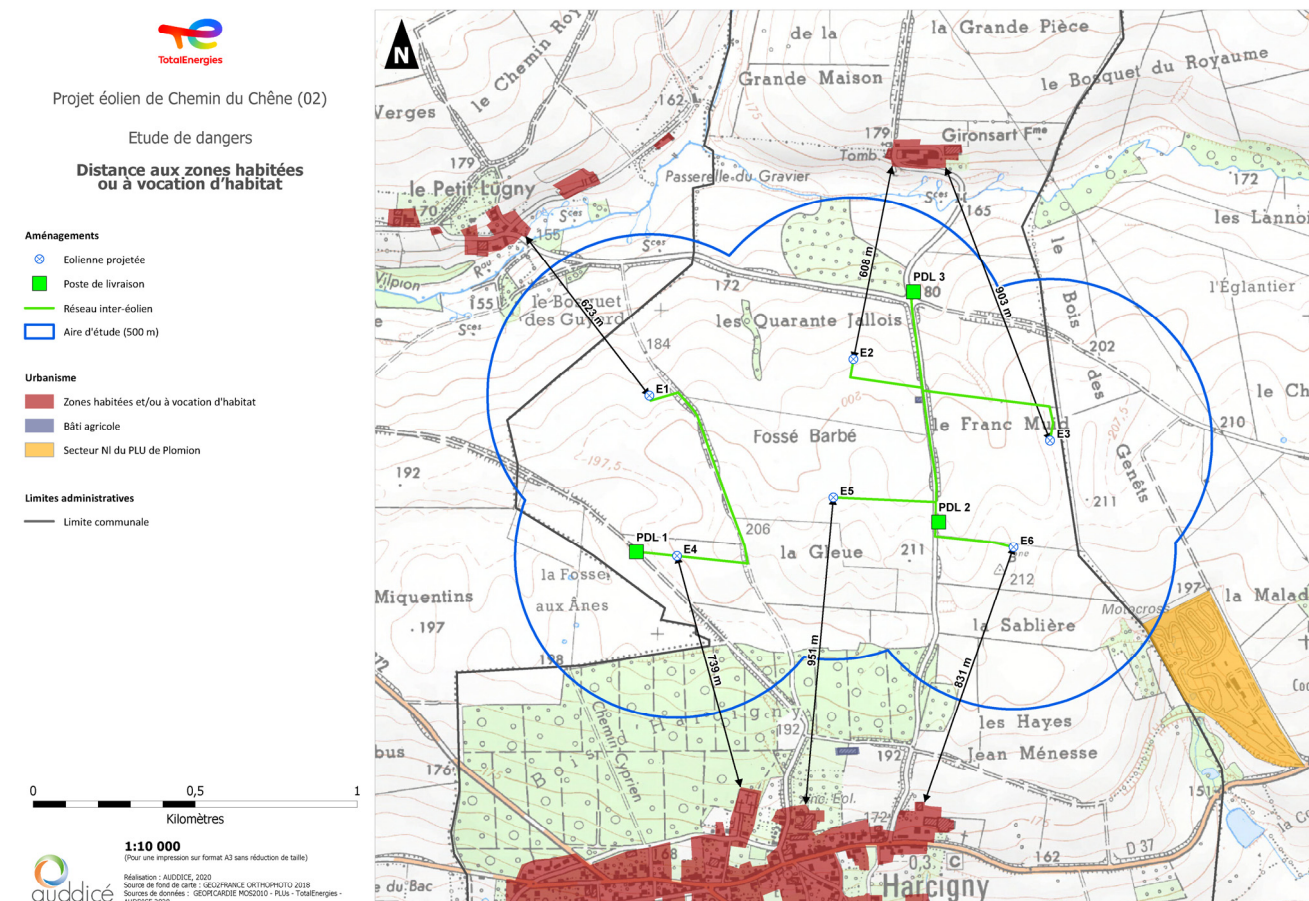
#### Cf. Cahier n°3.B – Etude d’impact

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

- Le village d’**Harcigny**, au sud, à plus de 700 m d’E4, éolienne la plus proche ;
- La Ferme Gironcart (**Harcigny**), au nord, à plus de 600 m d’E2, éolienne la plus proche ;
- Le hameau « le Petit Lugny » (**Thenailles**), au nord-ouest, à plus de 600 m d’E1, éolienne la plus proche.

Le parc éolien se situe sur des terres agricoles (A) en zone rurale. Les mâts d’éoliennes sont situés à plus de 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 la réglementation en vigueur, 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 le(s) document(s) d’urbanisme opposable(s) en vigueur.



#### 1.3.1.2 Etablissements recevant du public (ERP)

Aucun ERP n’est présent dans l’aire d’étude de 500 m autour des éoliennes.

#### 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.

## 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.

Le secteur où est positionnée la Zone d’Implantation Potentielle (ZIP), possède les principaux traits d’un climat océanique dégradé frais et humide. Le niveau des précipitations est dans la moyenne nationale, cependant l’ensoleillement et les températures moyennes sont parmi les plus faibles de France.

La station météorologique de Fontaine-lès-Vervins (02) retenue, se situe à environ 20 km au nord de la zone d’implantation, et indique :

- Une température moyenne annuelle est de 10,3°C.
- Une hauteur moyenne annuelle des précipitations de 71 millimètres. Les saisons les plus pluvieuses correspondent aux mois de juillet/août et décembre/janvier avec plus de 80 mm.

### VENTS

La rose des vents de la station de Fontaine-lès-Vervins (02) 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.

Les données enregistrées par les parcs éoliens existants et proches confirment ces directions et donnent une vitesse moyenne satisfaisante à la hauteur de moyeu des éoliennes projetées.

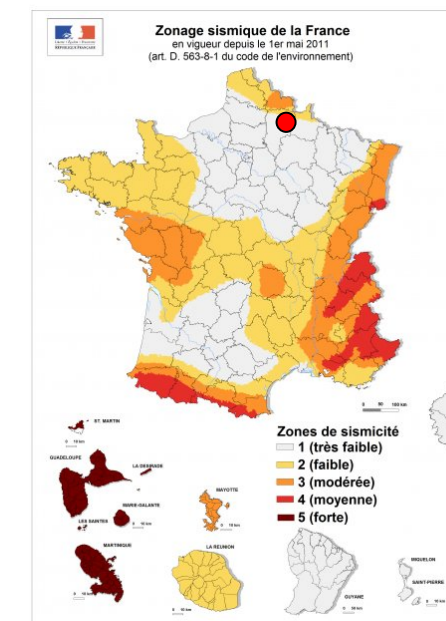
### 1.3.2.2 Risques naturels

#### ■ 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 d’Harcigny est classée en zone de sismicité 1 – très faible : pas de prescription parasismique particulière.**



#### ■ Risque « Mouvement de terrain »

##### > Mouvement de terrain

La base de données nationale des mouvements de terrain en France métropolitaine<sup>2</sup> 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 nationale risques naturels en France métropolitaine (« <http://www.georisques.gouv.fr> »), aucune cavité n’est recensée dans l’aire d’étude de 500 m autour des éoliennes.

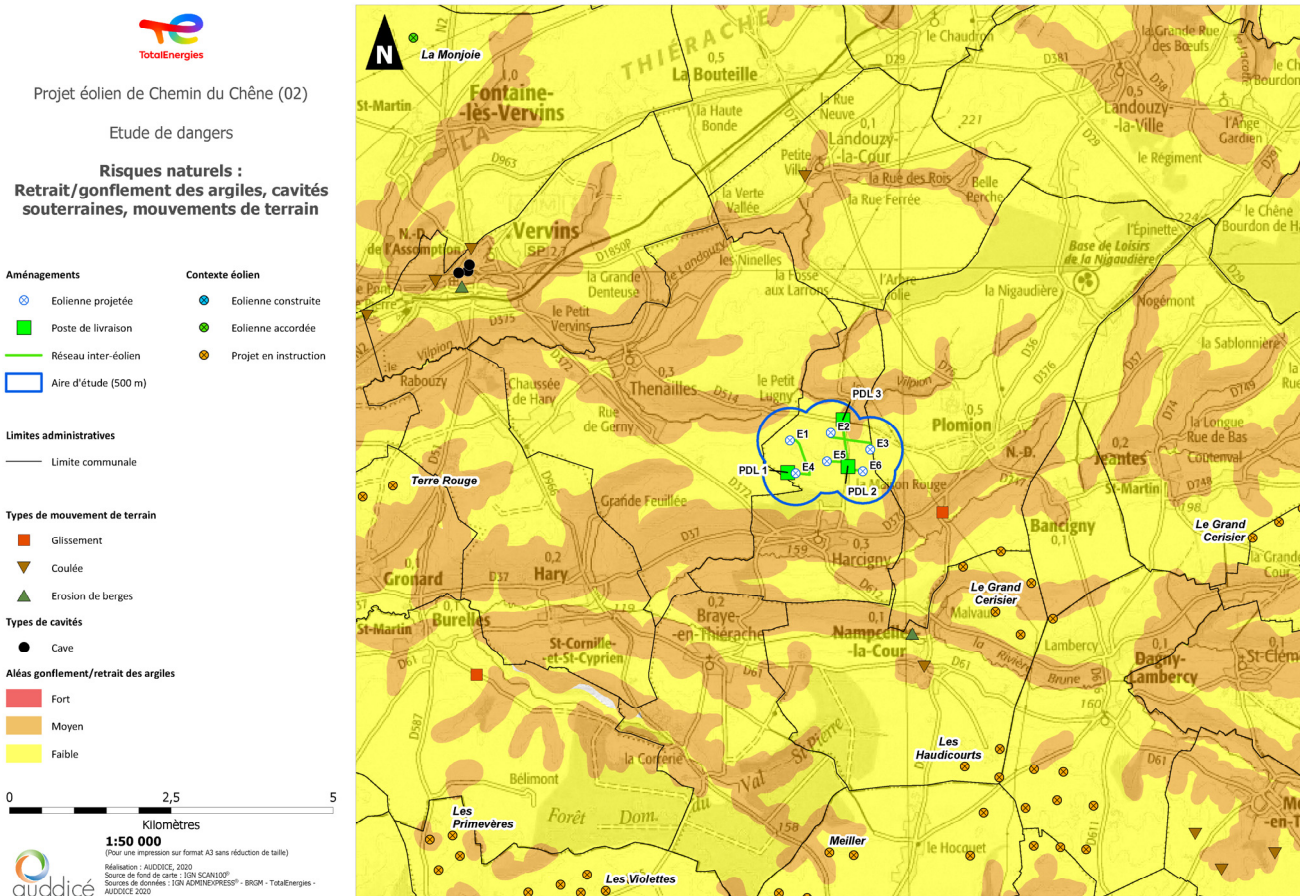
##### > Aléa « Retrait-gonflement des argiles »

D’après le Dossier Départemental des Risques Majeurs de l’Aisne (DDRM 02), la commune d’Harcigny est soumise au risque « Retrait-gonflement des argiles ».

Néanmoins la très grande majorité des communes du département est soumise 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 moyens.

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



## ■ Risque foudre

La densité de foudroiement dans le département de l’Aisne est de 0,5 coup/km<sup>2</sup>/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(x) de forêt(s)

Selon le site « <http://www.georisques.gouv.fr/> », la commune d’Harcigny n’est pas recensée comme étant soumise au risque « Feu(x) de forêt(s) ».

## ■ Risque inondation(s)

L’aire d’étude de 500 m autour des éoliennes présente une sensibilité faible à forte au(x) risque(s) « inondations ».

## ■ Risque de tempête(s)

Selon le site « <http://www.georisques.gouv.fr/> », la commune d’Harcigny 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 514 : 311 véhicules / jr ;
- RD 372 : < 500 véhicules / jr ;
- RD 37 : < 500 véhicules / jr.

Les autres voies routières qui empruntent l’aire d’étude immédiate sont majoritairement des dessertes agricoles.

**L’aire d’étude de 500 m autour du projet n’est traversée par aucune voie structurante, au sens où la fréquentation routière 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.

#### > Randonnées pédestres & Co

On note des activités de loisirs avec divers circuits/sentiers pédestres (Circuit de la Vallée Verte et GR122) dans et au-delà du périmètre de 500 m des éoliennes, qui constituent localement des cheminements utilisés pour la promenade et/ou randonnée. Toutefois les fréquentations sont jugées anecdotiques selon la Fédération Française de Randonnée de l’Aisne.

#### > Réseaux publics et privés

Des ouvrages de distribution d’électricité aériens et souterrains (SICAE Aisne) sont recensés dans l’aire d’étude de 500 m autour des éoliennes.

### 1.3.3.2 Autres ouvrages publics

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

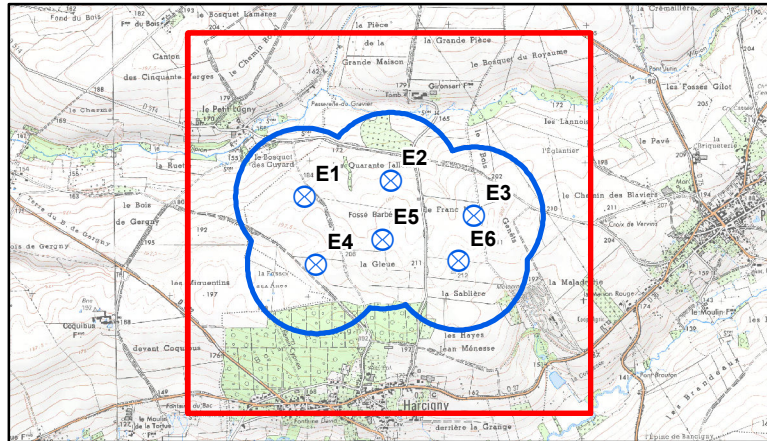
## 1.3.4 Cartographies de synthèse

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

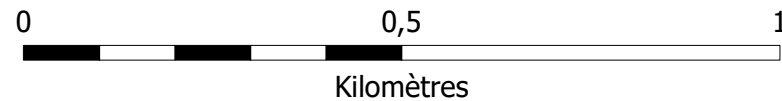
# Projet éolien de Chemin du Chêne (02)

## Etude de dangers

### Carte des enjeux

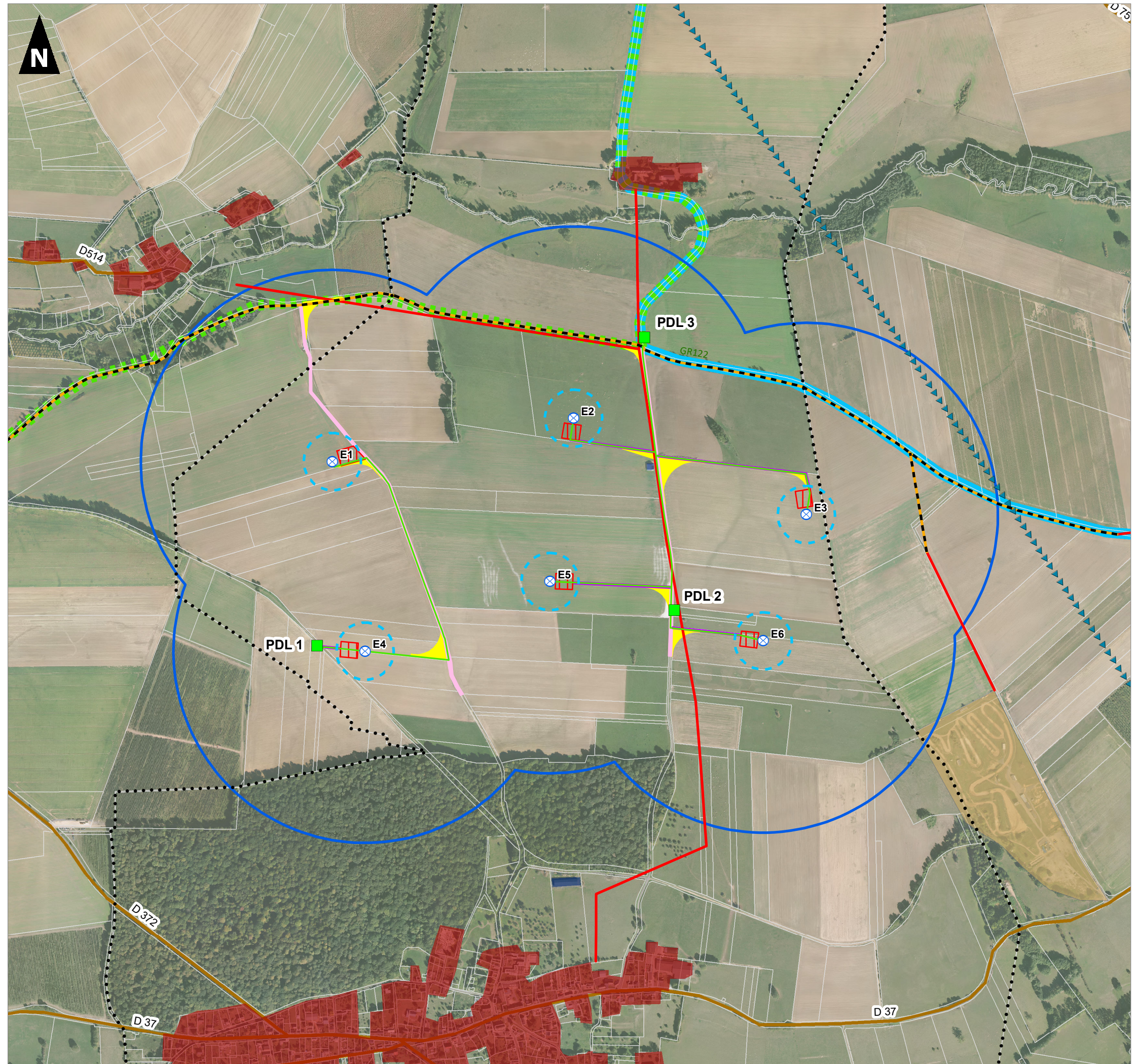


- |   |   |
|---|---|
| <b>Aménagements</b>                       | <b>Réseau de transport d'électricité</b>                        |
| Eolienne projetée                         | Ligne aérienne (90 kV)  |
| Poste de livraison                        | <b>Réseaux de distribution d'électricité (SICAE de l'Aisne)</b> |
| Réseau inter-éolien                       | Aérien  |
| Aire d'étude (500 m)                      | Souterrain  |
| Plateforme                                | <b>Infrastructures de transport de biens et de personnes</b>    |
| Chemin à créer                            | Route départementale  |
| Chemin à renforcer                        | <b>Chemins/sentiers de randonnée</b>                            |
| Pans coupés                               | Circuit de La Verte Vallée                                      |
| Aire de survol (74,55 m)                  | GR 122  |
| <b>Limites administratives</b>            |   |
| Parcelle cadastrale                       |   |
| Limites communales                        |   |
| <b>Urbanisme</b>                          |   |
| Zones habitées et/ou à vocation d'habitat |   |
| Bâti agricole                             |   |
| Secteur NI du PLU de Plomion              |   |



**1:10 000**

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



## 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.

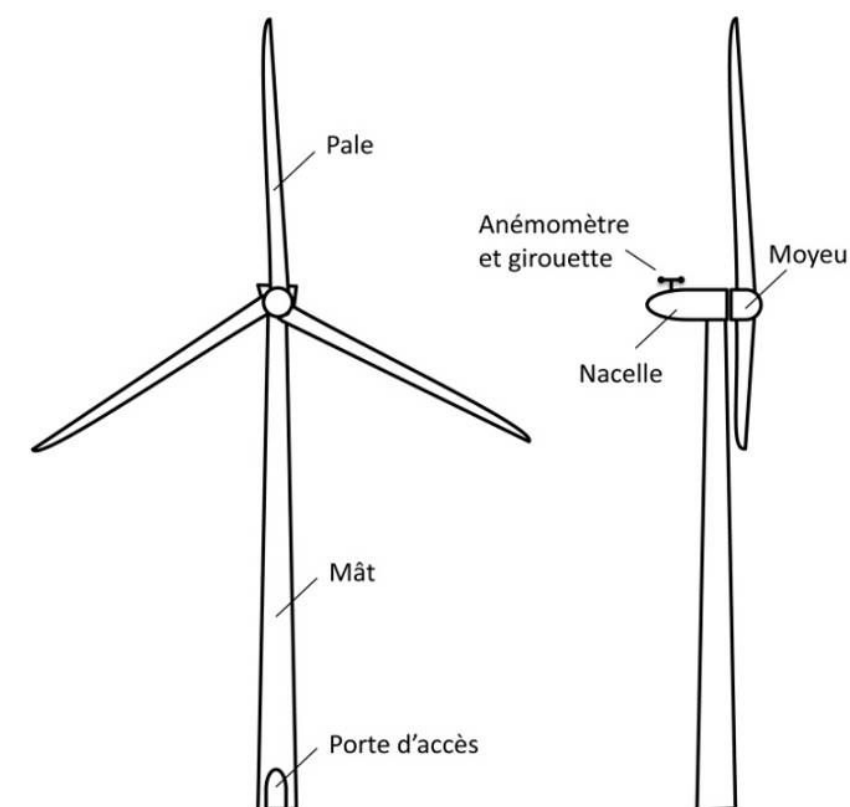


Figure 1. Schéma simplifié d’un aérogénérateur

#### ■ 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.

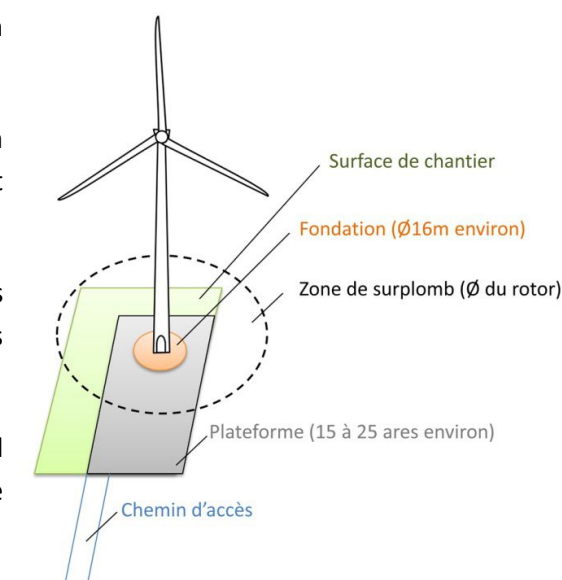


Figure 2. Illustration des emprises au sol d’une éolienne

## ■ 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 Chemin du Chêne 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 Chemin du Chêne est composé de six aérogénérateurs et de trois postes de livraison.**

Le type d’aérogénérateur pressenti pour le projet :

- NORDEX N149 – 5,7 MW, Tour 104,7 m.

Eolienne	NORDEX N149 – 5,7 MW
Puissance nominale	5 700 kW
Diamètre du rotor	149,1 m
Longueur d’une pale	72,4 m
Largeur maximale d’une pale (Corde)	4,154 m
Hauteur de moyeu	104,7 m
Diamètre maximum à la base	4,30 m
Hauteur en bout de pale	179,2 m

**Tableau 3.** Modèle d’aérogénérateur pressenti

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	3° 58' 32,546" E	49° 48' 34,933" N	770279,311	6968305,495	191,7 m	370,9 m
E2	3° 59' 4,066" E	49° 48' 38,343" N	770908,624	6968418,737	192,3 m	371,5 m
E3	3° 59' 34,257" E	49° 48' 29,972" N	771515,910	6968167,515	204,5 m	383,7 m
E4	3° 58' 36,508" E	49° 48' 18,914" N	770364,721	6967811,213	198,6 m	377,8 m
E5	3° 59' 0,733" E	49° 48' 24,591" N	770847,240	6967992,757	203,8 m	383 m
E6	3° 59' 28,431" E	49° 48' 19,363" N	771403,461	6967838,042	207,1 m	386,3 m
PDL 1	3° 58' 30,246" E	49° 48' 19,398" N	770239,243	6967824,652	194 m	-
PDL 2	3° 59' 16,870" E	49° 48' 22,031" N	771171,107	6967917,653	205 m	-
PDL 3	3° 59' 13,456" E	49° 48' 45,061" N	771093,901	6968628,775	179 m	-

**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 (Cf. Cahier n°5).

La société ‘WP France 17’ sera l’exploitant du parc éolien. Elle possédera une équipe technique pour la gestion du parc ou sous-traitera cette mission à des sociétés spécialisées.

Le constructeur assure le montage des machines et la maintenance. Ce parc fera l’objet d’un contrat de maintenance full services long terme qui assure à l’exploitant une maintenance préventive suivant les prescriptions du constructeur et une intervention rapide en cas de défaillance ou de panne de l’éolienne.

**Cf. Cahier n°5 – Documents spécifiques / thématique 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

#### > Dispositions constructives

**Les chemins d’accès aux aérogénérateurs et plateformes de stockage seront maintenus et entretenus par l’exploitant selon la réglementation en vigueur.**

**Le maître d’Ouvrage s’engage à choisir un modèle d’aérogénérateur qui respectera la réglementation en vigueur :**

- L'aérogénérateur sera conçu pour garantir le maintien de son intégrité technique au cours de sa durée de vie. Le respect de la norme NF EN 61 400-1 ou IEC 61 400-1, dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale prévu par l'article L. 181-8 du Code de l'environnement, ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté, permettra de répondre à cette exigence. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent attestera de la conformité de chaque aérogénérateur de l'installation avant leur mise en service industrielle. En outre l'exploitant disposera des justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation sera 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 pour prévenir les conséquences du risque foudre. Le respect de la norme IEC 61 400-24, dans sa version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale prévu par l'article L. 181-8 du Code de l'environnement, permettra de répondre à cette exigence. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent attestera de la mise à la terre de l'installation avant sa mise en service industrielle.

- les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respecteront les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables ; pour les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur, le respect des normes NF C 15-100, NF C 13-100 et NF C 13-200, dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale prévu par l'article L. 181-8 du Code de l'environnement, permettra de répondre à cette exigence. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent attestera de la conformité de l'installation pour prévenir les risques électriques, avant sa mise en service industrielle.

- 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 la réglementation en vigueur relative 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/des poste(s) de transformation, de raccordement ou de livraison seront maintenus fermés à clef afin d’empêcher les personnes non autorisées d’accéder aux équipements.

- Chaque aérogénérateur sera identifié par un numéro, affiché en caractères lisibles sur son mât. Les prescriptions à observer par les tiers seront affichées soit en caractères lisibles soit au moyen de pictogrammes sur des panneaux positionnés sur le chemin d’accès de chaque aérogénérateur, sur le(s) poste(s) de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement.

Elles concerneront 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 la réglementation en vigueur :**

- 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 mettre en œuvre les procédures d’arrêt d’urgence mentionnées ci-avant dans un délai maximal de 60 minutes suivant l’entrée en fonctionnement anormal 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 et de prévention contre les conséquences d'un incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, composé a minima de deux extincteurs placés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils seront positionnés de façon bien visible et facilement accessibles. Les agents d'extinction seront appropriés aux risques à combattre. Cette disposition ne s'appliquera pas aux aérogénérateurs ne disposant pas d'accès à l'intérieur du mât.

- 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 60 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 permettant de prévenir la projection de glace. Cette procédure figurera parmi les consignes de sécurité susmentionnées. 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.

#### 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 la maintenance du fournisseur qui réalisera l’entretien des installations pour le respect de la garantie.

#### > Opérations de maintenance NORDEX

Le programme préventif de maintenance s’étale sur trois niveaux :

- type 1 : vérification après 500 à 1500 heures de fonctionnement (contrôle visuel du mât, des fixations fondation/tour, tour/nacelle, rotor...et test du système de déclenchement de la mise en sécurité de l’éolienne),
- type 3 : vérification annuelle des matériaux (soudures, corrosions), des équipements mécaniques et hydrauliques, de l’électrotechnique et des éléments de raccordement électrique,
- type 4 : vérification quinquennale de forte ampleur pouvant inclure le remplacement de pièces.

Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fait l’objet de l’arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

En cas de déviance sur la production ou d’avaries techniques, une équipe de maintenance interviendra sur le site.

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 la réglementation en vigueur, 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 Chemin du Chêne 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 Chemin du Chêne 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, nettoyants...) et les déchets non dangereux associés (pièces usagées non souillées, cartons d’emballage...).

**Conformément à la réglementation en vigueur relative 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 quant à lui un gaz inerte, non inflammable, inodore et non toxique (bien que suffoquant à haute concentration dans une enceinte close et non ventilée). Un parfum lui est ajouté pour détecter une éventuelle fuite.

##### > 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).

##### > Dangereux pour l’environnement

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.

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 machines sont équipés de bac de rétention pouvant contenir les fuites huiles principalement. Des capteurs d’incendies sont présents dans les éoliennes, alarmes et retour d’info à la supervision.

**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.**

#### Le SF6 (Hexafluorure de Soufre)

##### Disjoncteur(s) Haute Tension (HT) au gaz SF6

L’ouverture d’un disjoncteur HT en fonctionnement provoque un arc électrique entre les contacts de ce disjoncteur. L’arc induit des contraintes thermiques et mécaniques intenses provoquant des dommages/usures rapides sur les composants à proximité (notamment les contacts).



Exemple d’ensemble de cellule Haute Tension dans le poste de livraison (PDL) d’un parc éolien. Le disjoncteur HT est entouré en rouge.

Les disjoncteurs HT au SF6 utilisent ce gaz (hexafluorure de soufre), car il est actuellement le meilleur connu pour l’extinction des arcs électriques du fait de son grand pouvoir isolant, ses capacités de transfert thermique et sa rigidité électrique (capacité à absorber les électrons).

Les parties actives du disjoncteur sont enfermées dans une enveloppe isolante formant un ensemble étanche rempli de gaz SF6 à faible pression. (Flèches rouges ci-contre) :



Intérieur d’un disjoncteur HT triphasé au SF6 ; en rouge les chambres de coupures contenant les contacts électriques et le gaz.

Etant donné son très fort potentiel d’effet de serre ; les chambres de coupures sont scellées à vie. Lors du démantèlement d’un composant contenant du SF6, le gaz est récupéré et recyclé pour resservir dans de nouveaux disjoncteurs (norme IEC 61634).

C’est aussi la raison pour laquelle d’autres gaz de substitution sont en cours de recherche et de validation pour son remplacement. Les appareils haute tension étant l’un des derniers secteurs d’utilisation de ce produit. En cas de validation d’un alternatif d’ici à la construction du parc, les solutions sans SF6 seront, bien sûr, étudiées.

NB : Il y a également du SF6 dans les interrupteurs ou sectionneurs et sectionneur de mise à la terre.

#### **Ordres de grandeur pour un disjoncteur Haute Tension**

Le modèle est prévu pour des tensions de référence de 24 000 Volts. Il équipe notamment certaines éoliennes choisies pour des projets développés et construits par la société TotalEnergies Renouvelables France (en l’occurrence, des éoliennes NORDEX N149 - 5,7 MW).

**Les informations peuvent varier d’un constructeur à l’autre mais restent pertinentes et du même ordre de grandeur pour le projet de Chemin du Chêne.**

- Quantité de gaz : **7.14 Kg** ;
- Pollution « effet de serre » : récupération et recyclage obligatoire du gaz SF6 ; **norme IEC 61634** ;
- Pollution « effet de serre » : **récupération du gaz**, procédure de pompage (si transport aérien, réparations, démantèlement...).

#### **Disposition des disjoncteurs HT sur un projet éolien**

Sur un parc éolien raccordé au réseau de distribution électrique, on trouvera typiquement :

- 1 disjoncteur par point de raccordement ; situé dans le poste de livraison électrique (PDL).
- 1 disjoncteur par éolienne ; chaque éolienne étant indépendamment protégée en cas de problème électrique.

**Le projet éolien de Chemin du Chêne comprendrait 6 éoliennes réparties sur 3 points de raccordement au réseau électrique. Par conséquent 9 disjoncteurs HT seraient/seront à prévoir.**

## 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
<b>Système de transmission</b>	Transmission d’énergie mécanique	Survitesse	Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique
<b>Pale</b>	Prise au vent	Bris de pale ou chute de pale	Energie cinétique d’éléments de pales
<b>Aérogénérateur</b>	Production d’énergie électrique à partir d’énergie éolienne	Effondrement	Energie cinétique de chute
<b>Poste de livraison, intérieur de l’aérogénérateur</b>	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique
<b>Nacelle</b>	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d’éléments	Energie cinétique de projection
	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute de nacelle	Energie cinétique de chute
<b>Rotor</b>	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, **TotalEnergies Renouvelables France** 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. Cahier n°3.B : Etude d’impact : Présentation des variantes et des raisons du choix du projet).

Le respect de la réglementation en vigueur 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 TotalEnergies Renouvelables France et du futur constructeur sont mis à disposition via un contrat d’exploitation et de maintenance,
- Le projet bénéficie de l’expérience de TotalEnergies Renouvelables France 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, littératures 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.

La filière éolienne française dispose aujourd’hui d’un retour d’expérience consistant des accidents et incidents. Ils sont pour la quasi-totalité recensés au sein de la base de données ARIA, mise à jour tous les 6 mois environ par le Bureau d’Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI) du Ministère pour la transition écologique.

La base de données ARIA, très complète, permet de connaître l’ensemble des éléments suivants :

- Temporalité et localisation de l’évènement,
- Nature et description de l’accident,
- Nature des impacts,
- Causes profondes de l’accident suite aux analyses approfondies.

#### **Annexe 1 : Tableau de l’accidentologie française (2000 à mi-2019)**

Les informations recensées dans la base de données ARIA ont été complétées par certains évènements :

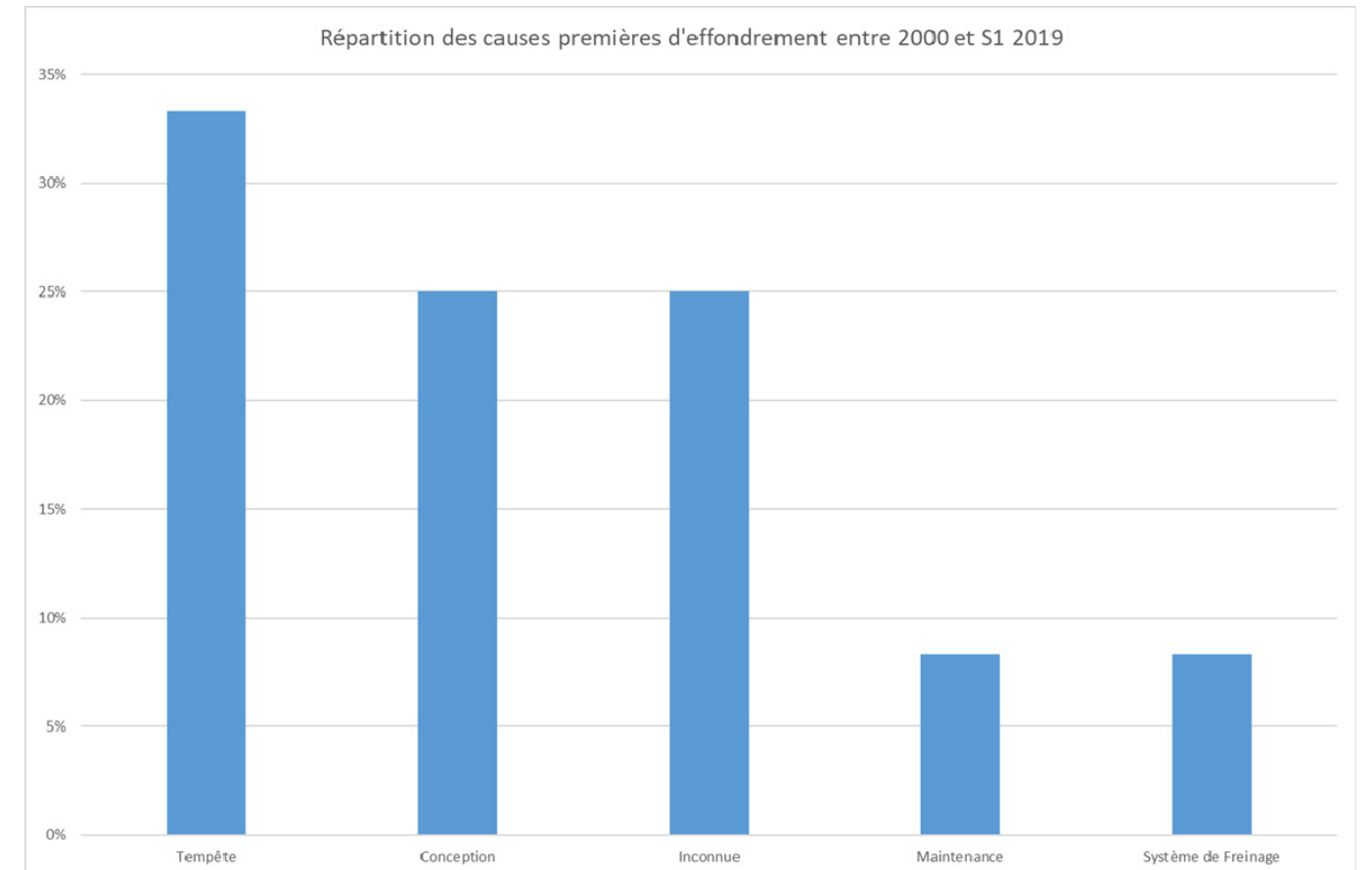
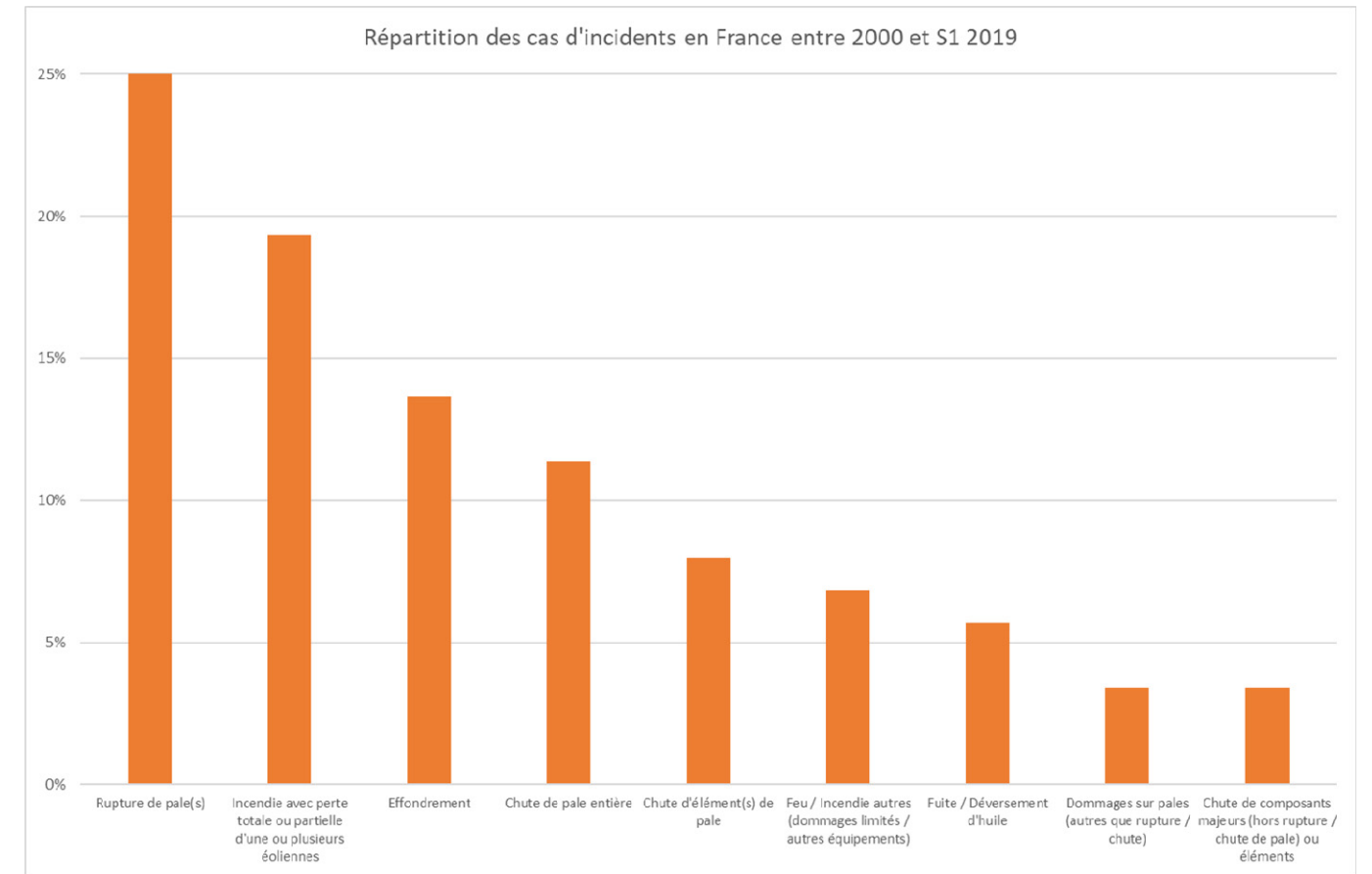
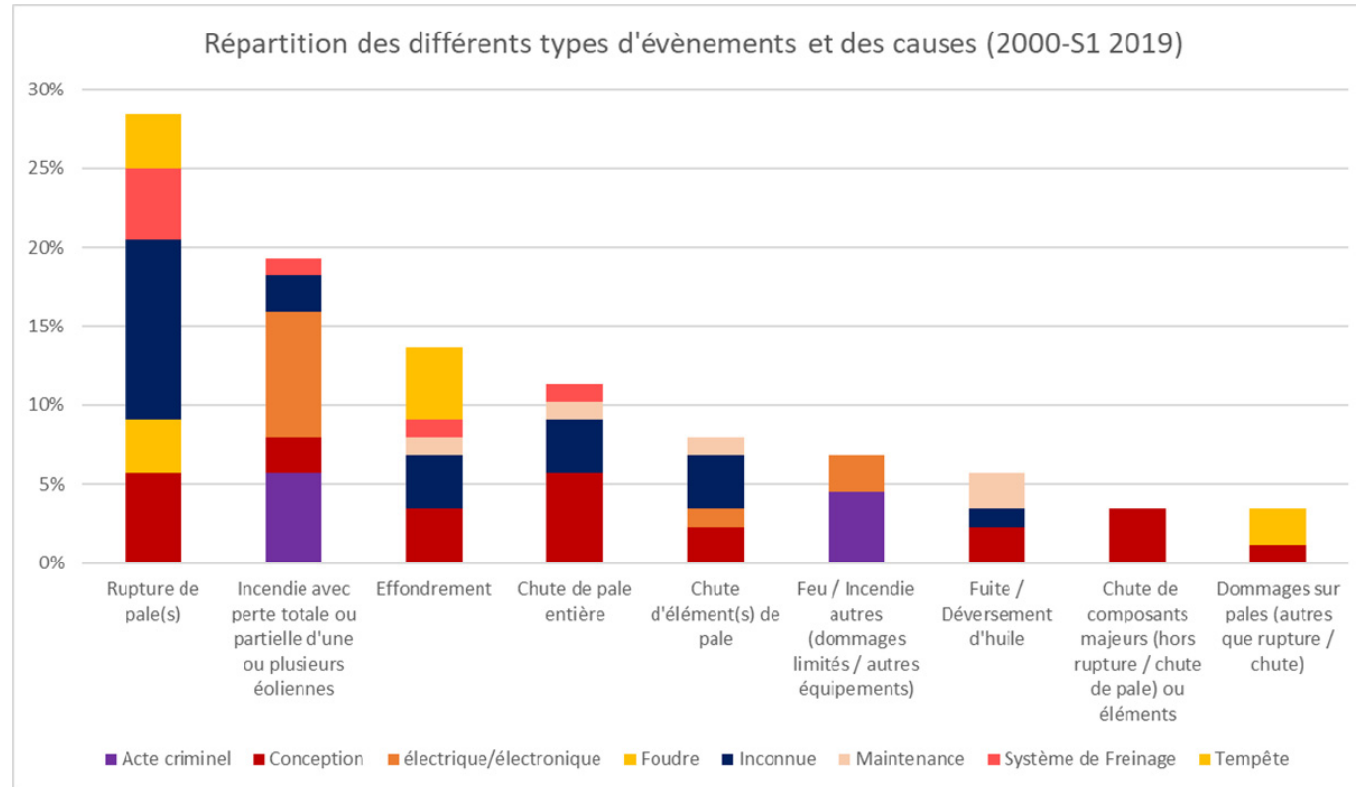
- Base de données ARIA du Ministère du Développement Durable,
- Site Internet de l’association « Vent de Colère »,
- Site Internet de l’association « Fédération Environnement Durable »,
- Articles de presse divers.

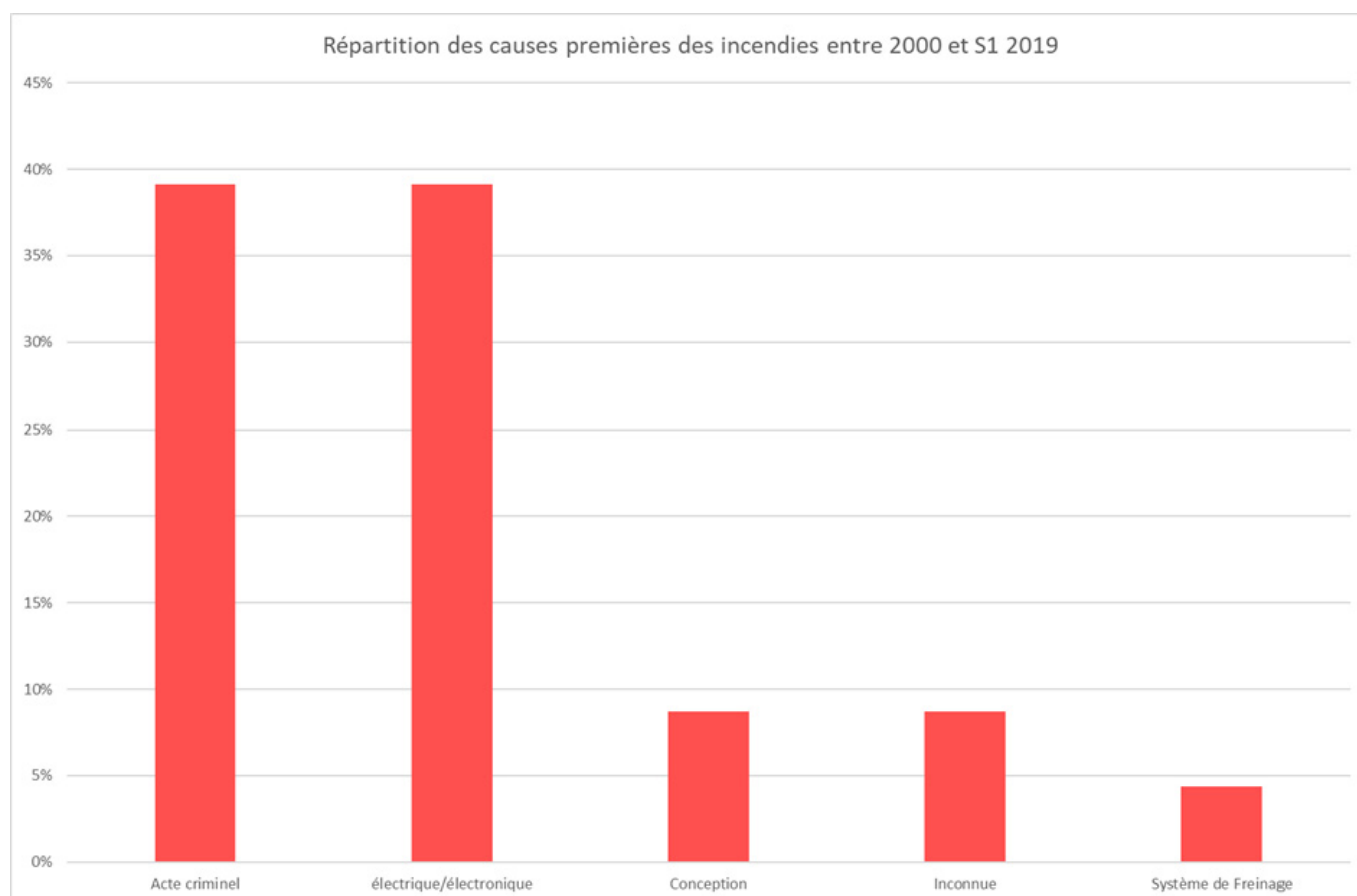
Dans le cadre de ce recensement, il n’a pas été réalisé d’enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d’incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

Dans l’état actuel, la base de données ARIA 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 88 incidents (hors accident du travail et presque incidents) est recensé entre 2000 et début 2019.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d’aérogénérateurs français entre 2000 et le premier semestre 2019. 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 incendies (nombreux cas criminels), les effondrements, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l’éolienne. La principale cause de ces accidents est liée à la conception des machines, régulièrement mise en cause en cas de tempête(s).

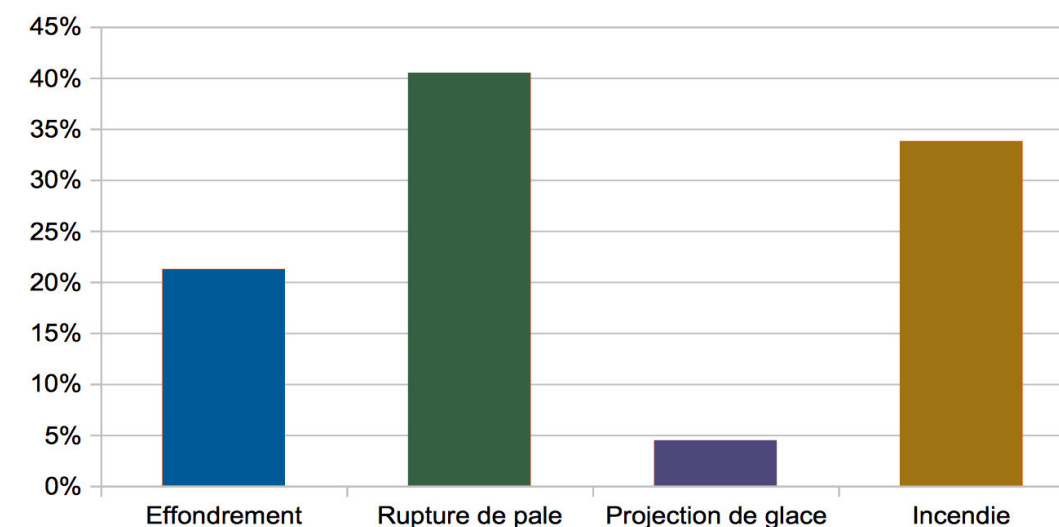
### 1.6.2 Inventaire des accidents et incidents à l’international

Un inventaire des incidents et accidents à l’international a également été réalisé. Il se base quant à lui sur le retour d’expérience de la filière éolienne au 31 mars 2018.

La synthèse ci-dessous provient de l’analyse de la base de données réalisée par l’association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 2 231 accidents décrits dans la base de données au moment de sa mise à jour au 31 mars 2018, 1368 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.

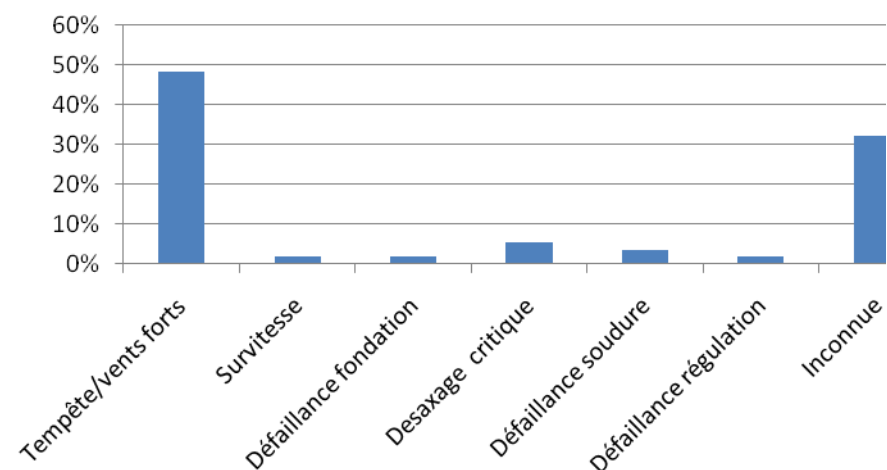
Répartition des évènements accidentels dans le monde entre 2000 et 2018



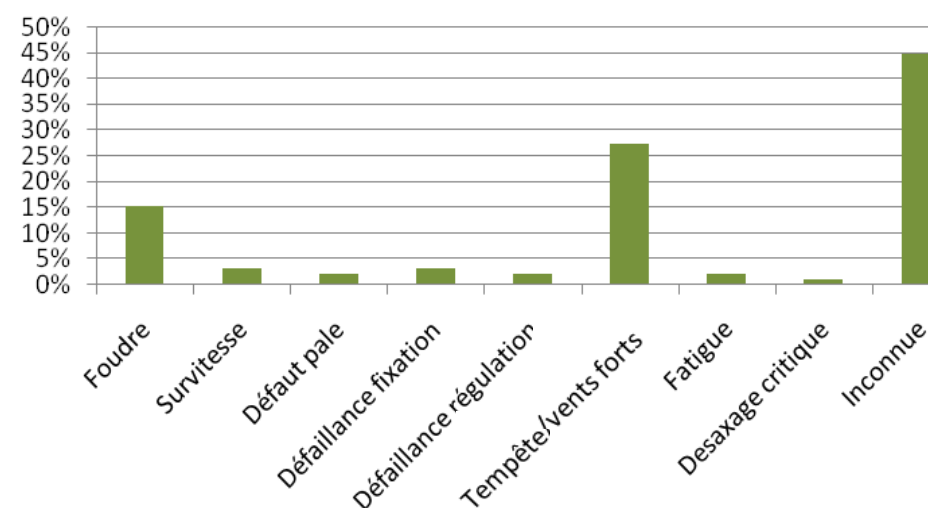
La répartition des évènements accidentels dans le monde entre 2000 et 2018 est du même ordre de grandeur que celle qui avait été observée entre 2000 et 2011 par le groupe de travail de SER/FEE.

Ci-après, le recensement des causes premières présenté pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés) est celui qui porte sur les données 2000 - 2011 analysées par le groupe de travail mentionné précédemment.

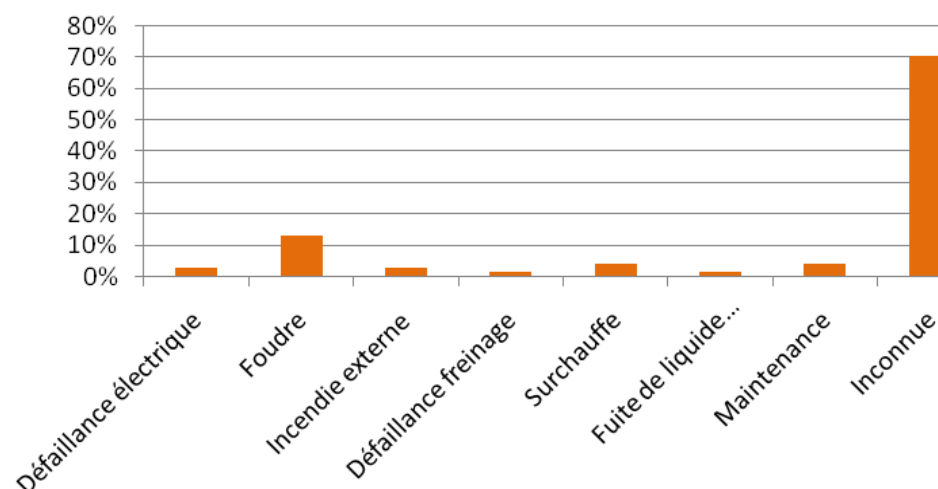
Répartition des causes premières d'effondrement



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

Dans le cadre de ses activités d’exploitation de parcs éoliens, TotalEnergies Renouvelables France recense 1 incident majeur n’ayant eu aucun dommage corporel. Il s’agit d’un incendie sur une éolienne du parc de Vent de Thiérache 02 localisé dans les Ardennes (08).

L’évènement initiateur de l’incident est un défaut électrique dans les câbles de puissance reliant la nacelle au transformateur de l’éolienne. Les éoliennes du parc de Vent de la Thiérache 02 sont des NORDEX N100.

A noter que le défaut a été corrigé sur l’ensemble des éoliennes de ce parc et que des mesures de sécurité supplémentaires (contrôle des câbles de puissance) sont désormais mises en place de manière systématique et périodique par le constructeur afin qu’un tel incident ne se reproduise pas.

Les principales caractéristiques de cet incident sont présentées dans le tableau suivant :

ZONE D’EFFET	EVENEMENT INITIATEUR	PHENOMENE REDOUTE	ENSEIGNEMENTS TIRES
Limité à l’éolienne (nacelle et mât) avec une chute de débris de la machine sur un rayon de quelques centaines de mètres (débris épars et volume réduit) ainsi qu’une coulée d’huiles et graisse sur la tour de la turbine	Défaut électrique dans les câbles de puissance reliant la nacelle au transformateur de l’éolienne	L’incendie pouvant entraîner la projection et/ou la chute d’éléments de l’éolienne	Mise en place de contrôles supplémentaires



## 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.

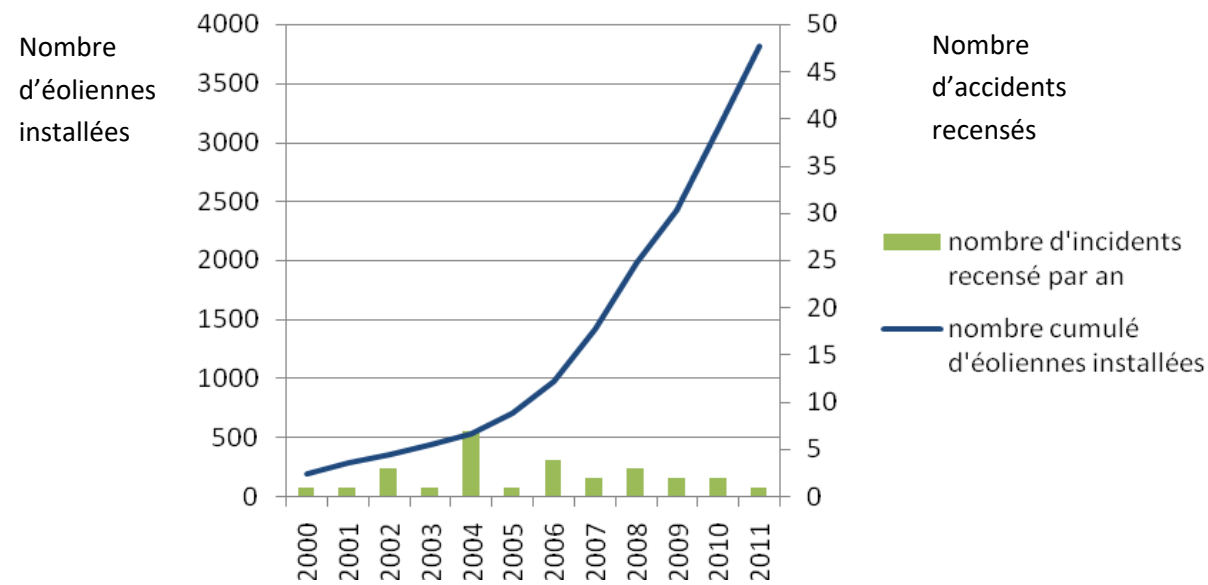


Figure 3. Evolution du nombre d’incidents annuels en France et nombre d’éoliennes installées

### 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	Infrastructure au-delà du périmètre de 200 m
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	Infrastructure au-delà du périmètre de 200 m
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 :

- une ligne aérienne de transport d’électricité (90 kV), à l’est du parc éolien et à plus de 450 m de l’éolienne E3 (conformité avec les exigences de RTE en matière de développement de ce type de projet).
- Des lignes aériennes de distribution d’électricité (SICAE de l’Aisne), au nord et au centre-est du parc éolien et à plus de 190 m de l’éolienne E2 (conformité aux exigences de SICAE de l’Aisne en matière de développement du projet) - Hauteur du mât de l’éolienne cumulée à la longueur du rayon du rotor + 5 m de garde + 2 m (déplacement du conducteur extrême aux hypothèses climatiques).
- Des lignes souterraines de distribution d’électricité (SICAE de l’Aisne), au nord du parc éolien et à plus de 200 m de l’éolienne E2 (conformité aux exigences de SICAE de l’Aisne en matière de développement du projet) Hauteur du mât de l’éolienne cumulée à la longueur du rayon du rotor + 5 m de garde + 2 m (déplacement du conducteur extrême aux hypothèses climatiques).

### 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).

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d’effet
<b>G01</b>	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l’atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
<b>G02</b>	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l’éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
<b>I01</b>	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l’éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d’éléments enflammés Propagation de l’incendie	2
<b>I02</b>	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l’éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d’éléments enflammés Propagation de l’incendie	2
<b>I03</b>	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l’éolienne	Prévenir l’échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d’éléments enflammés Propagation de l’incendie	2
<b>I04</b>	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l’éolienne	Prévenir l’échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d’éléments enflammés Propagation de l’incendie	2
<b>I05</b>	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l’incendie	2
<b>I06</b>	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l’incendie	2
<b>I07</b>	Défaut d’étanchéité	Perte de confinement	Fuites d’huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l’incendie	2
<b>F01</b>	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d’huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d’effet
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 importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie 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
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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d’effet
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	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°11)	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’enrichissement 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 - ROCHEFORT-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 m<sup>2</sup>. 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 Chemin du Chêne. 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
<b>Mesures de sécurité</b>	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l’éolienne. Procédure adéquate de redémarrage.		
<b>Description</b>	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.		
<b>Indépendance</b>	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.		
<b>Temps de réponse</b>	Quelques minutes (<60 min.) conformément à la réglementation en vigueur.		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l’éolienne		
<b>Maintenance</b>	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
<b>Mesures de sécurité</b>	Signalisation du risque en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
<b>Description</b>	Mise en place de panneaux de signalisation en pied de machines du risque de chute de glace (conformément à la réglementation en vigueur).		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	NA		
<b>Efficacité</b>	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l’implantation des panneaux et de l’entretien prévu, l’information des promeneurs sera systématique.		
<b>Tests</b>	NA		
<b>Maintenance</b>	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
<b>Mesures de sécurité</b>	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		
<b>Description</b>	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.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	NA		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	/		
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à la réglementation en vigueur. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l’équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
<b>Mesures de sécurité</b>	Détection de survitesse et système de freinage.		
<b>Description</b>	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		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	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 à la réglementation en vigueur.		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	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 la réglementation en vigueur.		
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à la réglementation en vigueur (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
<b>Mesures de sécurité</b>	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d’un composant électrique.		
<b>Description</b>	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.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	De l’ordre de la seconde		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	/		
<b>Maintenance</b>	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 la réglementation en vigueur.		

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

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
<b>Mesures de sécurité</b>	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		
<b>Description</b>	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)		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	< 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.		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans		
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à la réglementation en vigueur. 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"> <li>– de contenir et arrêter la propagation de la pollution ;</li> <li>– d’absorber jusqu’à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...);</li> <li>– de récupérer les déchets absorbés.</li> </ul> <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 la réglementation en vigueur.		

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 la réglementation en vigueur.

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
<b>Incendie de l’éolienne (effets thermiques)</b>	En cas d’incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d’un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m <sup>2</sup> n’est pas atteinte. Dans le cas d’un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et la réglementation 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.
<b>Incendie d’un poste de livraison ou d’un transformateur</b>	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 et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
<b>Infiltration d’huile dans le sol</b>	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 la réglementation en vigueur.

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

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

#### 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 : seuil d’exposition très forte ;
- 1% d’exposition : seuil d’exposition forte.

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

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’effet 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.

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), plateformes/hangars de stockage ...

#### 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.
- Les chemins agricoles, plateformes/hangars de stockage sont classés 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 le terrain de Motocross (sur la commune de Plomion) : il convient de compter la capacité du terrain et à minima 10 personnes à l’hectare. Nous le classerons donc en terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés.

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.

Concernant 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.

Concernant les chemins et voies piétonnes : On note des activités de loisirs avec divers circuits/sentiers pédestres (Circuit de la Vallée Verte et GR122) dans et au-delà du périmètre de 500 m des éoliennes, qui constituent localement des cheminements utilisés pour la promenade et/ou randonnée. Toutefois les fréquentations sont jugées anecdotiques selon la Fédération Française de Randonnée de l’Aisne et ne nécessitent pas d’être comptabilisées spécifiquement. Nous les classerons donc en terrains aménagés mais peu fréquentés.

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

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 :

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

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

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

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

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

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

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

### 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 **179,2 m** dans le cas des éoliennes du **parc éolien de Chemin du Chêne**.

Les 6 éoliennes du parc de Chemin du Chêne 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= **72,4 m**),
- H est la hauteur du moyeu (H= **104,7 m**),
- D/2 est la longueur d'un demi diamètre (D/2= **74,55 m**),
- L est la largeur du mât (L= **4,3 m**),
- LB est la corde maximale de la pale (LB= **4,154 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= 179,2 m			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
(H) x L + 3*R*LB/2	= $\pi \times (H+D/2)^2$ <sup>3</sup>		
901,3 m <sup>2</sup>	100 884,8 m <sup>2</sup>	0,893 %	Exposition modérée

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

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

<sup>3</sup> 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 1 000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

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

<b>Effondrement de l'éolienne</b> <b>(dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)</b>						
<i>Eolienne</i>	<i>Type de terrain dans la zone d'effet</i>	<i>Surface en m<sup>2</sup></i>	<i>Comptage sur la zone</i>	<i>Route*</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
<b>E1</b>	Terrains aménagés mais peu fréquentés	100 885	1,009	Chemin d'accès, Voie de desserte	1,009	Sérieux
<b>E2</b>	Terrains aménagés mais peu fréquentés	100 885	1,009	Chemin d'accès	1,009	Sérieux
<b>E3</b>	Terrains aménagés mais peu fréquentés	100 885	1,009	Chemin d'accès	1,009	Sérieux
<b>E4</b>	Terrains aménagés mais peu fréquentés	100 885	1,009	Chemin d'accès, Voie de desserte	1,009	Sérieux
<b>E5</b>	Terrains aménagés mais peu fréquentés	100 885	1,009	Chemin d'accès	1,009	Sérieux
<b>E6</b>	Terrains aménagés mais peu fréquentés	100 885	1,009	Chemin d'accès	1,009	Sérieux

**Tableau 14.** Scénario d’effondrement de l’éolienne – 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’expérience<sup>4</sup>, 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

De manière générale, le respect de la réglementation en vigueur relative aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s’assurer que les éoliennes font l’objet de mesures réduisant significativement la probabilité d’effondrement.

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

<sup>4</sup> 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.

## ■ 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 Chemin du Chêne, 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 de l’éolienne – acceptabilité du risque

**Ainsi, pour le parc éolien de Chemin du Chêne, 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 qui varient 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 à donc un rayon de **74,55 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 ( $D/2 = 74,55$  m),
- $SG$  est la surface du morceau de glace majorant ( $SG = 1$  m<sup>2</sup>).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 = 74,55$ m)			
Zone d’impact en m <sup>2</sup>	Zone d’effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d’exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = SG$	$Z_E = \pi \times (D/2)^2$ <sup>5</sup>		
1,0 m <sup>2</sup>	17 460,0 m <sup>2</sup>	0,006 %	Exposition modérée

**Tableau 16.** Scénario chute de glace – calcul de l’intensité

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

<sup>5</sup> 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 1 000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 = 74,55$ m)						
Eolienne	Type de terrain dans la zone d’effet	Surface en m <sup>2</sup>	Comptage sur la zone	Route*	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès, Voie de desserte	0,175	Modéré
E2	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès	0,175	Modéré
E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès	0,175	Modéré
E4	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès, Voie de desserte	0,175	Modéré
E5	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès	0,175	Modéré
E6	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès	0,175	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 $D/2 = 74,55$ m)		
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 Chemin du Chêne, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Il convient également de rappeler que, conformément à la réglementation en vigueur relative 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 **74,55 m** pour le parc éolien de Chemin du Chêne.

### ■ 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 ( $R = 72,4$  m),
- $LB$  est la corde maximale de la pale ( $LB = 4,154$  m),
- $D/2$  est la longueur d'un demi-diamètre ( $D/2 = 74,55$  m).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 = 74,55$ m)			
Zone d'impact en $m^2$	Zone d'effet du phénomène étudié en $m^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R \cdot LB / 2$	$Z_e = \pi \times (D/2)^2$ <sup>6</sup>		
150,4 $m^2$	17 460,0 $m^2$	0,861 %	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.

<sup>6</sup> 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 d’éléments de l’éolienne, dans la zone de survol de l’éolienne :

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

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

Chute d’éléments de l’éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 74,55 m)						
Eolienne	Type de terrain dans la zone d’effet	Surface en m <sup>2</sup>	Comptage sur la zone	Route*	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès, Voie de desserte	0,175	Modéré
E2	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès	0,175	Modéré
E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès	0,175	Modéré
E4	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès, Voie de desserte	0,175	Modéré
E5	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès	0,175	Modéré
E6	Terrains aménagés mais peu fréquentés	17 460	0,175	Chemin d’accès	0,175	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  $4.47 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

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

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

## ■ 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 = 74,55 m)		
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 Chemin du Chêne, 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 pale(s) ou de fragments de pale(s)

#### ■ 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 fragments de pale(s) 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(s) ou de fragments de pale(s), 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= 72,4 m),
- LB est la corde maximale de la pale (LB= 4,154 m).

Projection de pale(s) ou de fragment de pale(s) (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d’impact en m <sup>2</sup>	Zone d’effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d’exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i=R*LB/2$	$Z_E= \pi \times (500)^2$	$d=Z_i/Z_E$	
150,4 m <sup>2</sup>	785 398,2 m <sup>2</sup>	0,019 %	Exposition modérée

**Tableau 22.** Scénario projection de pales ou de fragments de pale(s) – 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 1 000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

Projection de pale(s) ou de fragments de pale(s) (zone de 500 m autour de chaque éolienne)											
Eolienne	Type de terrain dans la zone d'effet	Surface en m <sup>2</sup>	Comptage sur la zone	Route*	Longueur chemin(s) touristique(s) (ml)	Fréquentation (promeneurs/jour)	Comptage sur chemin(s) touristique(s)	Terrain de Motocross (capacité du terrain pour la zone intersectée – hypothèse maximum)	Comptage terrain (hypothèse maximum)	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	Terrains aménagés mais peu fréquentés Boisements	785 398,2	7,854	Chemin d'accès, Voies de desserte		anecdotique		-	-	7,854	Sérieux
E2	Terrains aménagés mais peu fréquentés Boisements	785 398,2	7,854	Chemin d'accès		anecdotique		-	-	7,854	Sérieux
E3	Terrains aménagés mais peu fréquentés Boisements	785 398,2	7,854	Chemin d'accès, Voies de desserte		anecdotique		-	-	7,854	Sérieux
E4	Terrains aménagés mais peu fréquentés Boisements	785 398,2	7,854	Chemin d'accès, Voies de desserte		-		-	-	7,854	Sérieux
E5	Terrains aménagés mais peu fréquentés Boisements	785 398,2	7,854	Chemin d'accès, Voies de desserte		-		-	-	7,854	Sérieux
E6	Terrains aménagés mais peu fréquentés Boisements	783 811,2	7,838	Chemin d'accès, Voie de desserte		-		-	-	9,425	Sérieux
	<b>Terrain de Motocross</b> = Terrains aménagés et potentiellement fréquentés	1 587	1,587					1 587 m <sup>2</sup>	1,587		

**Tableau 23.** Scénario projection de pale(s) ou de fragments de pale(s) – 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 de toutes les éoliennes.

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

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

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

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

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l’arrêté du 29 Septembre 2005 d’une probabilité « C » : « *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’évènement.

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 de la réglementation en vigueur relative 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(s) 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(s) ou de fragments de pale(s) (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	Sérieux	Acceptable
E6	Sérieux	Acceptable

**Tableau 24.** Scénario projection de pale(s) ou de fragments de pale(s) – acceptabilité du risque

**Ainsi, pour le parc éolien de Chemin du Chêne, le phénomène de projection de tout ou partie de pale(s) 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 380,7 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 m<sup>2</sup>) et la superficie de la zone d’effet du phénomène.

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

- d est le degré d’exposition,
- Z<sub>i</sub> est la zone d’impact,
- Z<sub>E</sub> est la zone d’effet,
- D est la longueur du diamètre du rotor (D= 149,1 m),
- H est la hauteur au moyeu (H= 104,7 m),
- SG est la surface majorante d’un morceau de glace (1 m<sup>2</sup>).

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de R <sub>PG</sub> = 1,5 x (H+D) autour de l’éolienne soit 380,7 m)			
Zone d’impact en m <sup>2</sup>	Zone d’effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d’exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z <sub>i</sub> = SG	$ZE = \pi \times 1,5^2 \times (H+D)^2$ <sup>7</sup>	$d=Z_i/Z_E$	
1,0 m <sup>2</sup>	455 318,8 m <sup>2</sup>	0,00022 %	Exposition modérée

**Tableau 25.** Scénario projection de glace – calcul de l’intensité

<sup>7</sup> Dans le guide technique la formule initiale est :  $ZE = \pi \times 1,5^2 \times (H+2R)^2$ , 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 1 000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

Il a été observé dans la littérature disponible [17] qu’en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu’ils se détachent de la pale.

**La possibilité de l’impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.**

**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 $R_{PG} = 1,5 \times (H+D) = 380,7 \text{ m}$ )									
Eolienne	Type de terrain dans la zone d’effet	Surface en $m^2$	Comptage sur la zone	Route*	Longueur chemin(s) touristique(s) (ml)	Fréquentation (promeneurs/jour)	Comptage sur chemin(s) touristique(s)	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés Boisements	455 319	0,455	Chemin d’accès, Voies de desserte		-		0,455	Modéré
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés Boisements	455 319	0,455	Chemin d’accès, Voies de desserte		anecdotique		0,455	Modéré
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés Boisements	455 319	0,455	Chemin d’accès, Voies de desserte		anecdotique		0,455	Modéré
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés Boisements	455 319	0,455	Chemin d’accès, Voies de desserte		-		0,455	Modéré
E5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	455 319	0,455	Chemin d’accès, Voies de desserte		-		0,455	Modéré
E6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés Boisement	455 319	0,455	Chemin d’accès, Voies de desserte		-		0,455	Modéré

**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 de toutes les éoliennes, sauf E5.



## ■ 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 la réglementation ;
- 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	Gravité	Présence de système d’arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage *	Niveau de risque
E1	Modéré	oui	Acceptable
E2	Modéré	oui	Acceptable
E3	Modéré	oui	Acceptable
E4	Modéré	oui	Acceptable
E5	Modéré	oui	Acceptable
E6	Modéré	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 Chemin du Chêne, 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.

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 <b>179,2</b> m	Rapide	exposition modérée	D (car éoliennes récentes) <sup>8</sup>	Sérieux pour toutes les éoliennes
S2	Chute de glace	Zone de survol, soit disque de rayon de <b>74,55</b> 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 <b>74,55</b> m autour du mât de l’éolienne	Rapide	exposition modérée	C	Modéré pour toutes les éoliennes
S4	Projection	<b>500</b> m autour de l’éolienne	Rapide	exposition modérée	D (car éoliennes récentes) <sup>9</sup>	Sérieux pour toutes les éoliennes
S5	Projection de glace	1,5 x (H + D) autour de l’éolienne Soit <b>380,7</b> m	Rapide	exposition modérée	B	Modéré pour toutes les éoliennes

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

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

<sup>8</sup> Voir paragraphe 1.8.2.1

<sup>9</sup> 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 :

Conséquences	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	S1, S4	Jaune	Jaune	Rouge
Modéré	Vert	Vert	S3	S5	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	Vert	acceptable
Risque faible	Jaune	acceptable
Risque important	Rouge	non acceptable

Rappel des Scénarii :

- S1 Effondrement de l’éolienne
- S2 Chute de glace
- S3 Chute d’élément de l’éolienne
- S4 Projection de pale(s) ou de fragments de pale(s)
- S5 Projection de glace

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

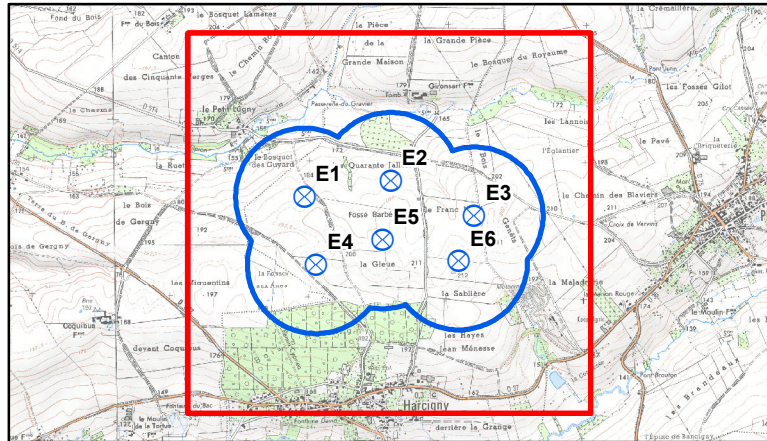
- aucun accident n’apparaît dans les cases rouges (« non acceptables ») de la matrice ;
- certains accidents figurent en case jaune (« acceptables »). Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans le chapitre 1.7.6 seront mises en place.

### 1.8.3.3 Cartographies des risques (pages suivantes)

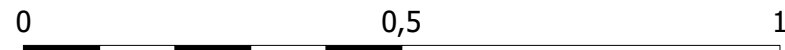
# Projet éolien de Chemin du Chêne (02)

## Etude de dangers

### Carte des risques



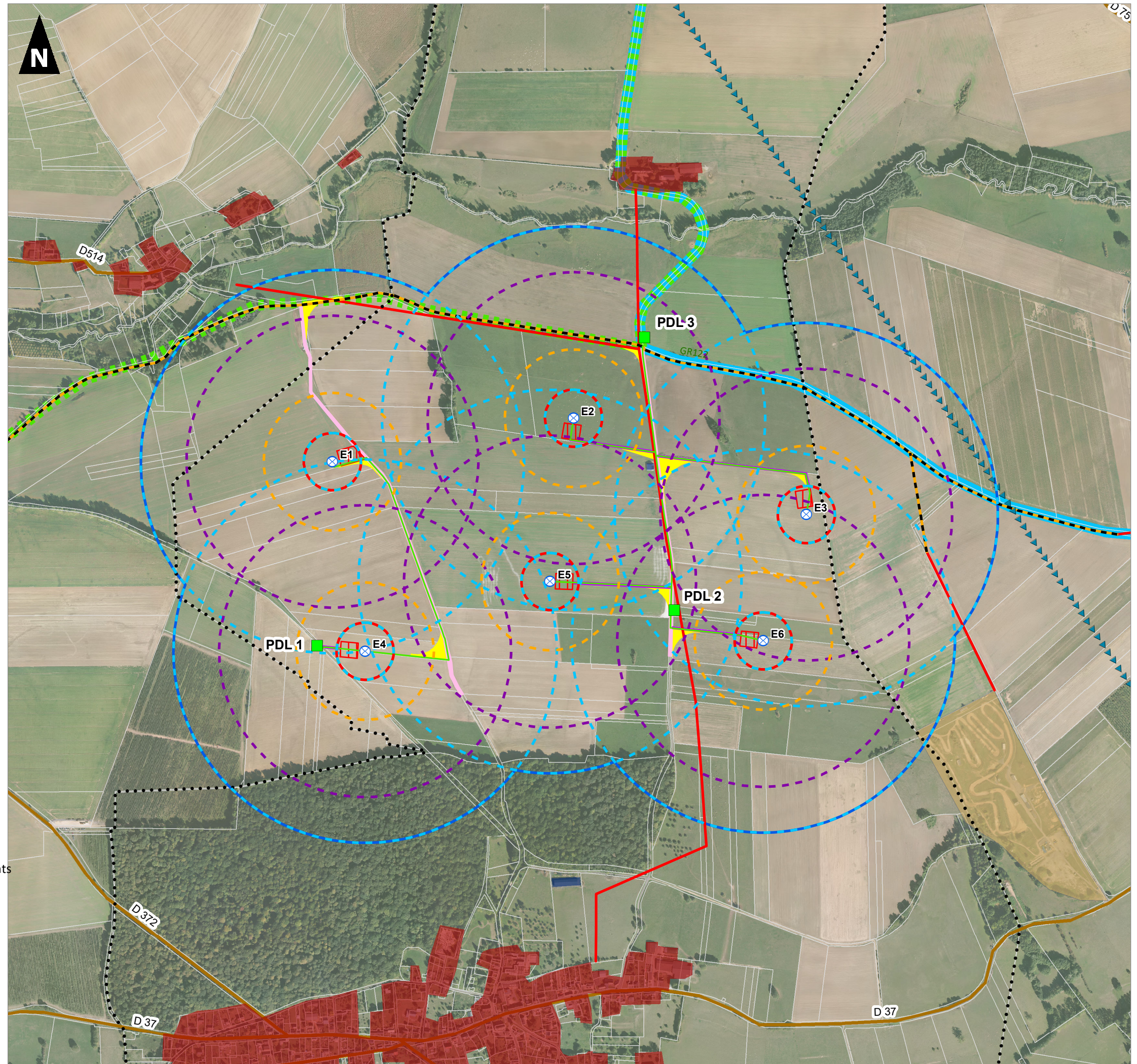
- |   |   |
|---|---|
| <b>Aménagements</b>                       | <b>Réseau de transport d'électricité</b>                        |
| Eolienne projetée                         | Ligne aérienne (90 kV)  |
| Poste de livraison                        | <b>Réseaux de distribution d'électricité (SICAE de l'Aisne)</b> |
| Réseau inter-éolien                       | Aérien  |
| Aire d'étude (500 m)                      | Souterrain  |
| Plateforme                                | <b>Infrastructures de transport de biens et de personnes</b>    |
| Chemin à créer                            | Route départementale  |
| Chemin à renforcer                        | <b>Chemins/sentiers de randonnée</b>                            |
| Pans coupés                               | Circuit de La Verte Vallée                                      |
| Aire de survol (74,55 m)                  | GR 122  |
| <b>Limites administratives</b>            | <b>Zones d'effets des différents scénarii</b>                   |
| Parcelle cadastrale                       | Effondrement de l'éolienne (179,2 m)                            |
| Limites communales                        | Chute de glace (74,55 m)  |
| <b>Urbanisme</b>                          | Chute d'élément (74,55 m)                                       |
| Zones habitées et/ou à vocation d'habitat | Projection de pales ou fragments de pales (500 m)               |
| Bâti agricole                             | Projection de glace (380,7 m)                                   |
| Secteur NI du PLU de Plomion              |   |



Kilomètres

**1:10 000**

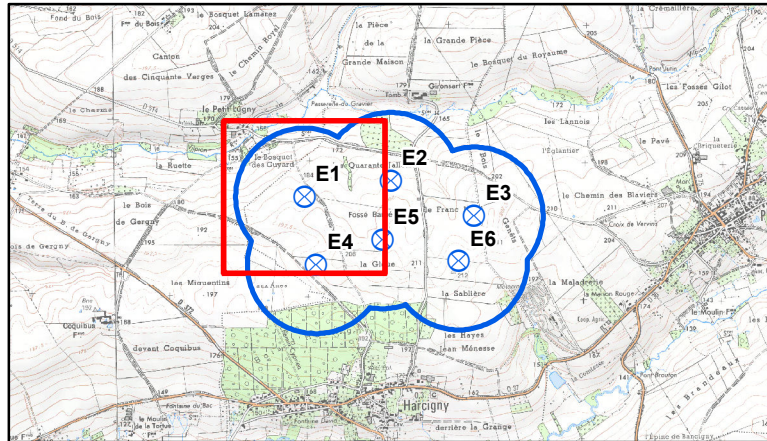
(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)



# Projet éolien de Chemin du Chêne (02)

## Etude de dangers

### Carte des risques - Eolienne E1



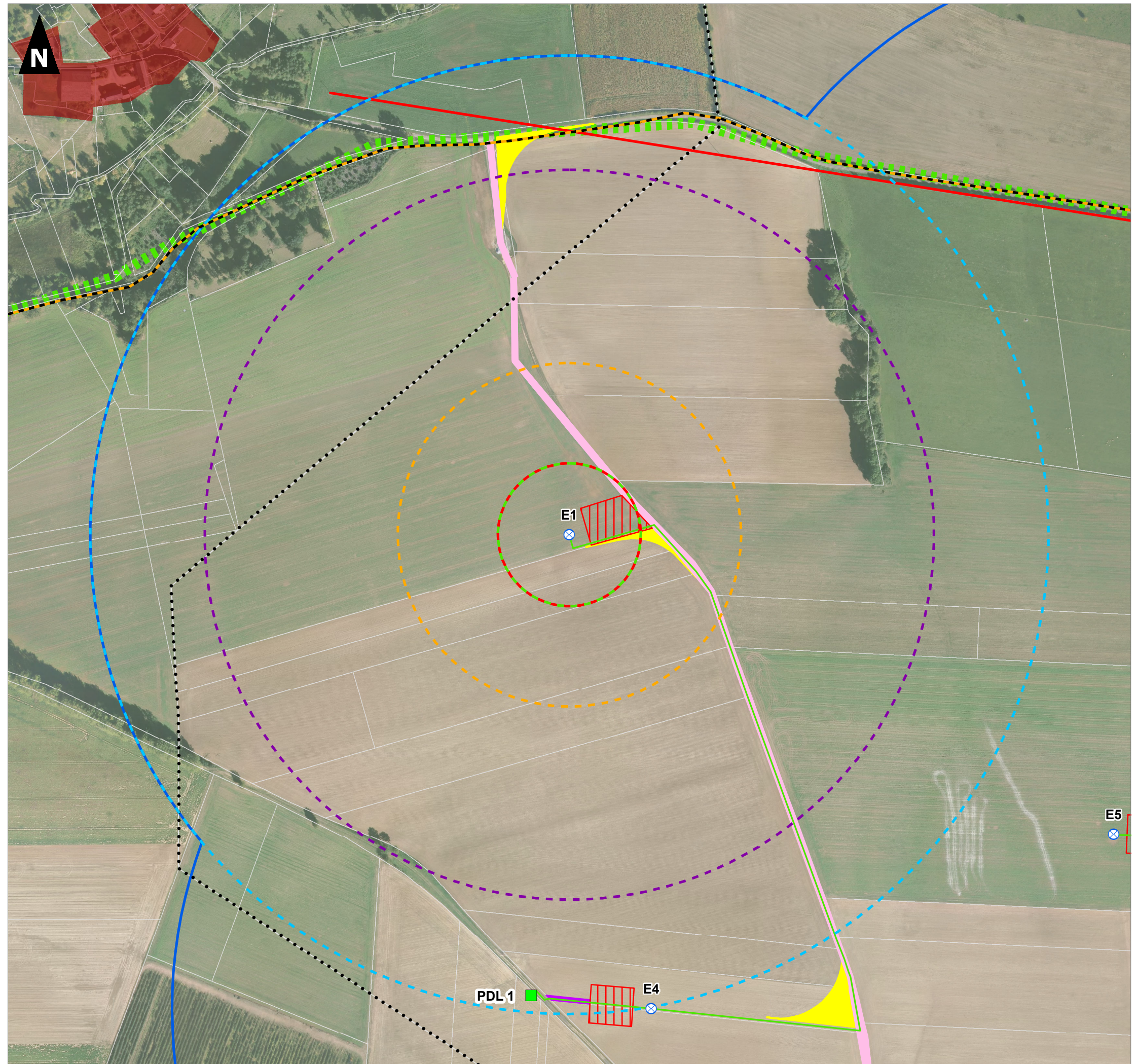
- |   |   |
|---|---|
| <b>Aménagements</b>                       | <b>Réseau de transport d'électricité</b>                        |
| Eolienne projetée                         | Ligne aérienne (90 kV)  |
| Poste de livraison                        | <b>Réseaux de distribution d'électricité (SICAE de l'Aisne)</b> |
| Réseau inter-éolien                       | Aérien  |
| Aire d'étude (500 m)                      | Souterrain  |
| Plateforme                                | <b>Chemins/sentiers de randonnée</b>                            |
| Chemin à créer                            | Circuit de La Verte Vallée                                      |
| Chemin à renforcer                        | GR 122  |
| Pans coupés                               | <b>Zones d'effets des différents scénarii</b>                   |
| <b>Limites administratives</b>            | Effondrement de l'éolienne (179,2 m)                            |
| Parcelle cadastrale                       | Chute de glace (74,55 m)  |
| Limites communales                        | Chute d'élément (74,55 m)                                       |
| <b>Urbanisme</b>                          | Projection de pales ou fragments de pales (500 m)               |
| Zones habitées et/ou à vocation d'habitat | Projection de glace (380,7 m)                                   |
| Bâti agricole                             |   |
| Secteur NI du PLU de Plomion              |   |



Mètres

1:4 000

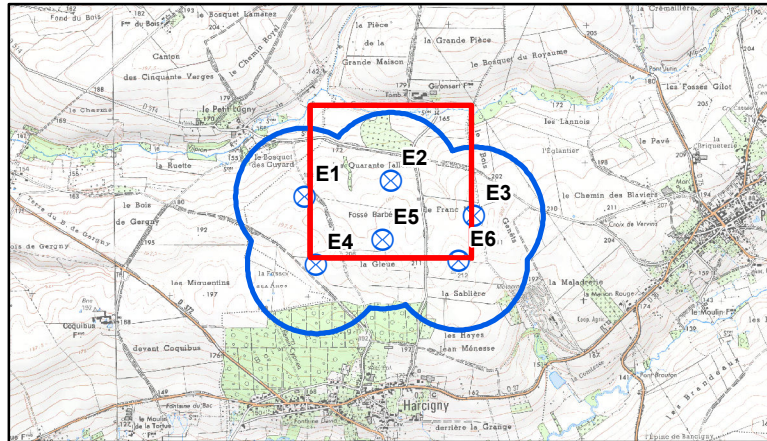
(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)



# Projet éolien de Chemin du Chêne (02)

## Etude de dangers

### Carte des risques - Eolienne E2



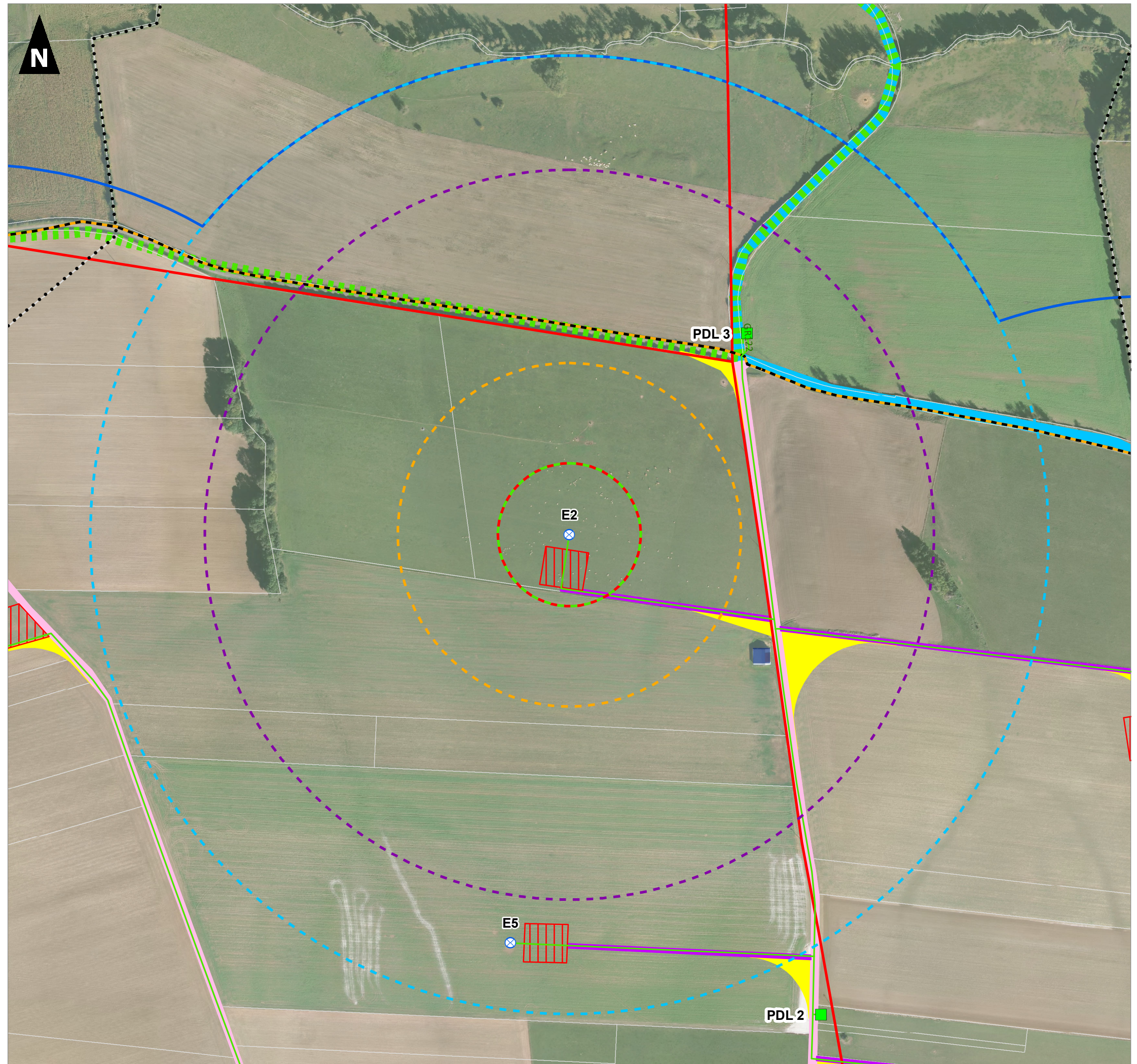
- |   |   |
|---|---|
| <b>Aménagements</b>                       | <b>Réseau de transport d'électricité</b>                        |
| Eolienne projetée                         | Ligne aérienne (90 kV)  |
| Poste de livraison                        | <b>Réseaux de distribution d'électricité (SICAE de l'Aisne)</b> |
| Réseau inter-éolien                       | Aérien  |
| Aire d'étude (500 m)                      | Souterrain  |
| Plateforme                                | <b>Chemins/sentiers de randonnée</b>                            |
| Chemin à créer                            | Circuit de La Verte Vallée                                      |
| Chemin à renforcer                        | GR 122  |
| Pans coupés                               | <b>Zones d'effets des différents scénarii</b>                   |
| <b>Limites administratives</b>            | Effondrement de l'éolienne (179,2 m)                            |
| Parcelle cadastrale                       | Chute de glace (74,55 m)  |
| Limites communales                        | Chute d'élément (74,55 m)                                       |
| <b>Urbanisme</b>                          | Projection de pales ou fragments de pales (500 m)               |
| Zones habitées et/ou à vocation d'habitat | Projection de glace (380,7 m)                                   |
| Bâti agricole                             |   |
| Secteur NI du PLU de Plomion              |   |



Mètres

**1:4 000**

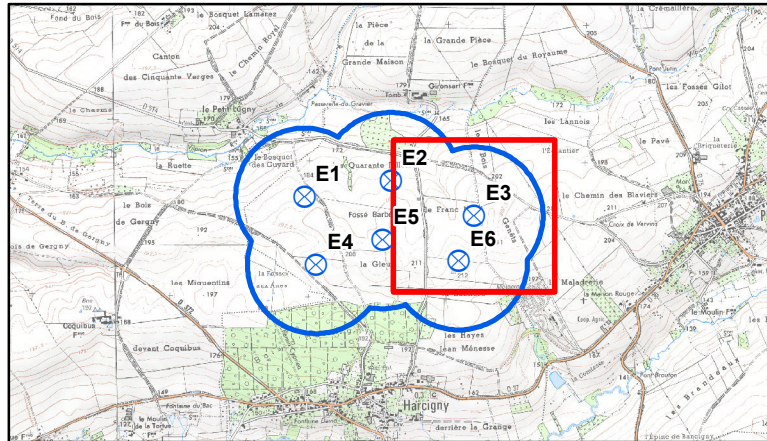
(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)



# Projet éolien de Chemin du Chêne (02)

## Etude de dangers

### Carte des risques - Eolienne E3



- |   |   |
|---|---|
| <b>Aménagements</b>                       | <b>Réseau de transport d'électricité</b>                        |
| Eolienne projetée                         | Ligne aérienne (90 kV)  |
| Poste de livraison                        | <b>Réseaux de distribution d'électricité (SICAE de l'Aisne)</b> |
| Réseau inter-éolien                       | Aérien  |
| Aire d'étude (500 m)                      | Souterrain  |
| Plateforme                                | <b>Chemins/sentiers de randonnée</b>                            |
| Chemin à créer                            | Circuit de La Verte Vallée                                      |
| Chemin à renforcer                        | GR 122  |
| Pans coupés                               | <b>Zones d'effets des différents scénarii</b>                   |
| <b>Limites administratives</b>            | Effondrement de l'éolienne (179,2 m)                            |
| Parcelle cadastrale                       | Chute de glace (74,55 m)  |
| Limites communales                        | Chute d'élément (74,55 m)                                       |
| <b>Urbanisme</b>                          | Projection de pales ou fragments de pales (500 m)               |
| Zones habitées et/ou à vocation d'habitat | Projection de glace (380,7 m)                                   |
| Bâti agricole                             |   |
| Secteur NI du PLU de Plomion              |   |



Mètres

**1:4 000**

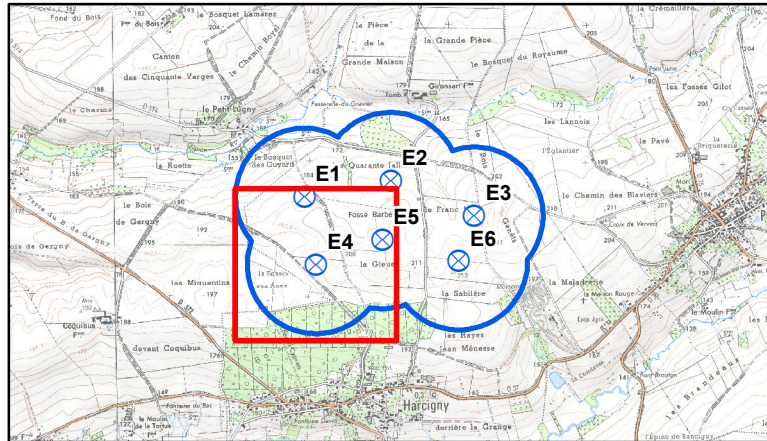
(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)



Projet éolien de Chemin du Chêne (02)

Etude de dangers

Carte des risques - Eolienne E4



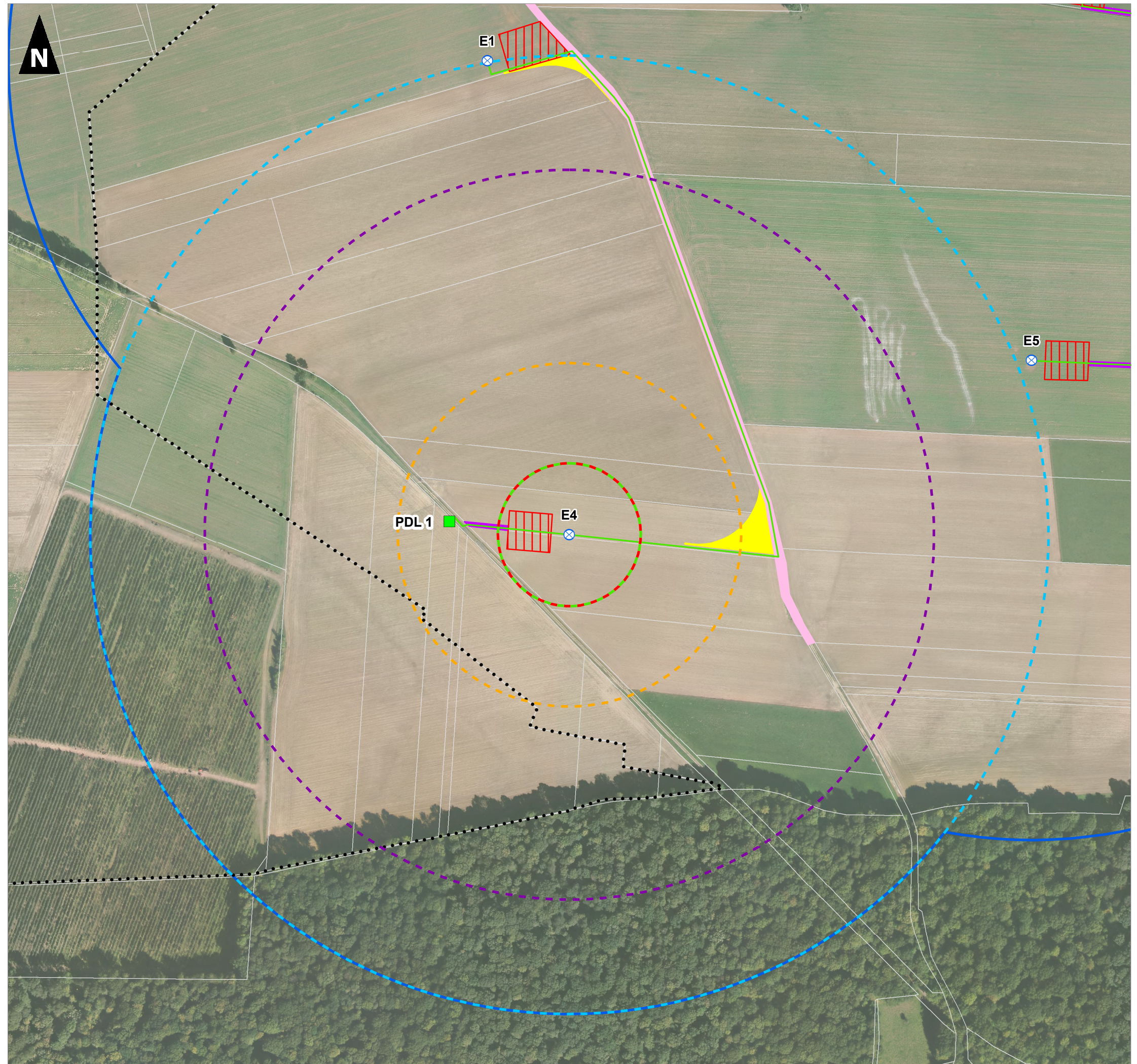
- |   |   |
|---|---|
| <b>Aménagements</b>                       | <b>Réseau de transport d'électricité</b>                        |
| Eolienne projetée                         | Ligne aérienne (90 kV)  |
| Poste de livraison                        | <b>Réseaux de distribution d'électricité (SICAE de l'Aisne)</b> |
| Réseau inter-éolien                       | Aérien  |
| Aire d'étude (500 m)                      | Souterrain  |
| Plateforme                                | <b>Chemins/sentiers de randonnée</b>                            |
| Chemin à créer                            | Circuit de La Verte Vallée                                      |
| Chemin à renforcer                        | GR 122  |
| Pans coupés                               | <b>Zones d'effets des différents scénarii</b>                   |
| <b>Limites administratives</b>            | Effondrement de l'éolienne (179,2 m)                            |
| Parcelle cadastrale                       | Chute de glace (74,55 m)  |
| Limites communales                        | Chute d'élément (74,55 m)                                       |
| <b>Urbanisme</b>                          | Projection de pales ou fragments de pales (500 m)               |
| Zones habitées et/ou à vocation d'habitat | Projection de glace (380,7 m)                                   |
| Bâti agricole                             |   |
| Secteur NI du PLU de Plomion              |   |

0 100 200 300 400

Mètres

1:4 000

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

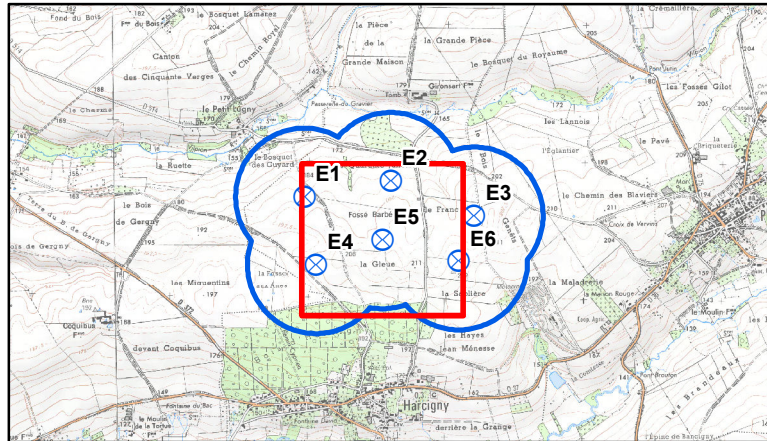




# Projet éolien de Chemin du Chêne (02)

## Etude de dangers

### Carte des risques - Eolienne E5



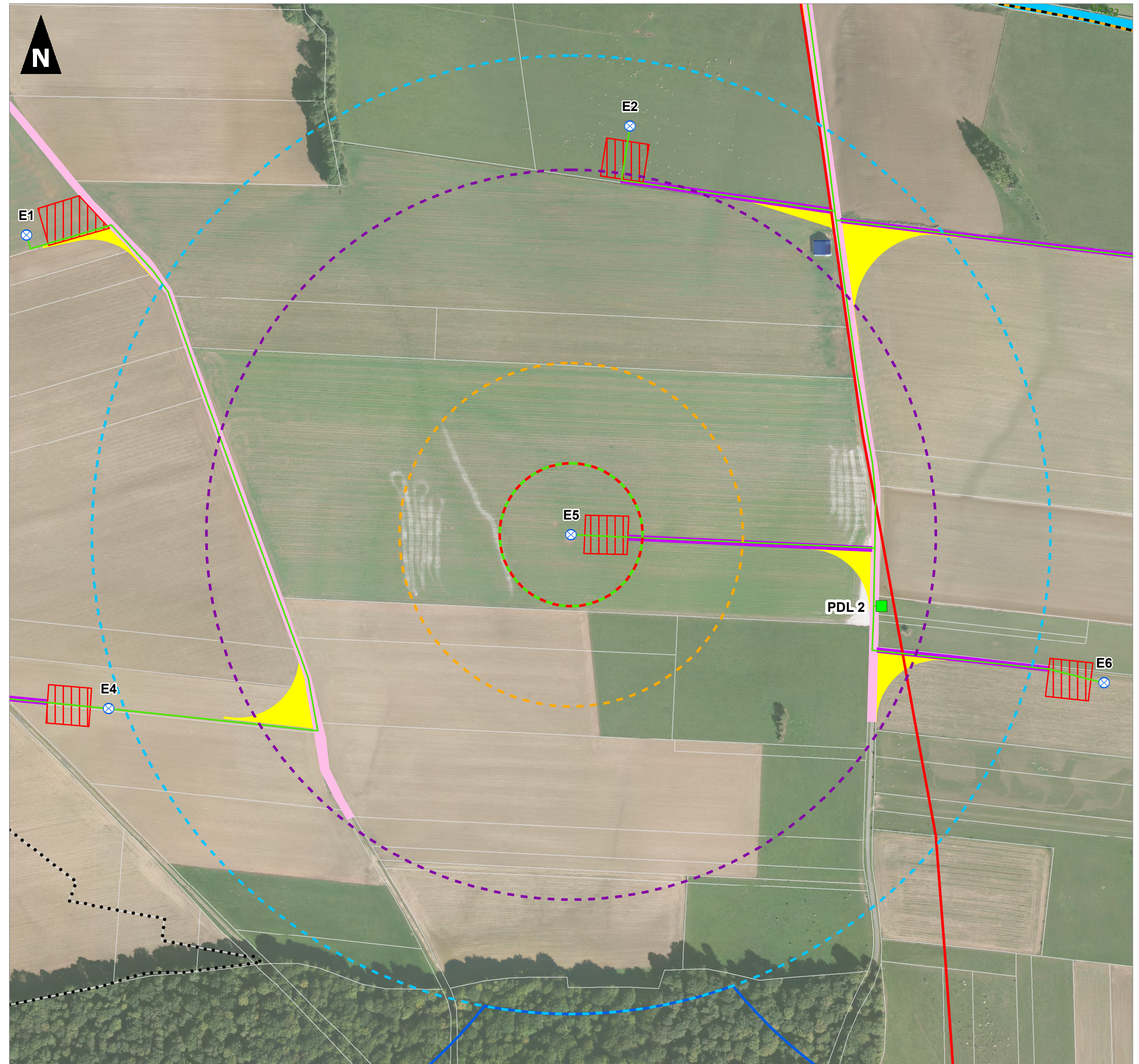
- |   |   |
|---|---|
| <b>Aménagements</b>                         | <b>Réseau de transport d'électricité</b>                        |
| ⊗ Eolienne projetée                         | ▶▶▶▶ Ligne aérienne (90 kV)                                     |
| ■ Poste de livraison                        | <b>Réseaux de distribution d'électricité (SICAE de l'Aisne)</b> |
| — Réseau inter-éolien                       | — Aérien  |
| □ Aire d'étude (500 m)                      | — Souterrain  |
| ▤ Plateforme                                | <b>Chemins/sentiers de randonnée</b>                            |
| ■ Chemin à créer                            | ■ Circuit de La Verte Vallée                                    |
| ■ Chemin à renforcer                        | — GR 122  |
| ■ Pans coupés                               | <b>Zones d'effets des différents scénarii</b>                   |
| <b>Limites administratives</b>              | ▭ Effondrement de l'éolienne (179,2 m)                          |
| — Parcelle cadastrale                       | ▭ Chute de glace (74,55 m)                                      |
| ••••• Limites communales                    | ▭ Chute d'élément (74,55 m)                                     |
| <b>Urbanisme</b>                            | ▭ Projection de pales ou fragments de pales (500 m)             |
| ■ Zones habitées et/ou à vocation d'habitat | ▭ Projection de glace (380,7 m)                                 |
| ■ Bâti agricole                             |   |
| ■ Secteur NI du PLU de Plomion              |   |



Mètres

1:4 000

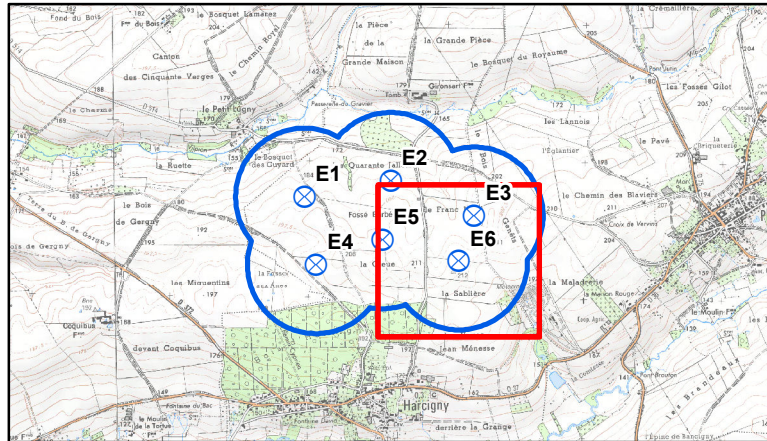
(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)



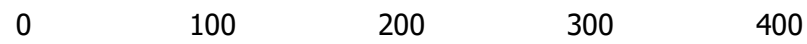
# Projet éolien de Chemin du Chêne (02)

## Etude de dangers

### Carte des risques - Eolienne E6



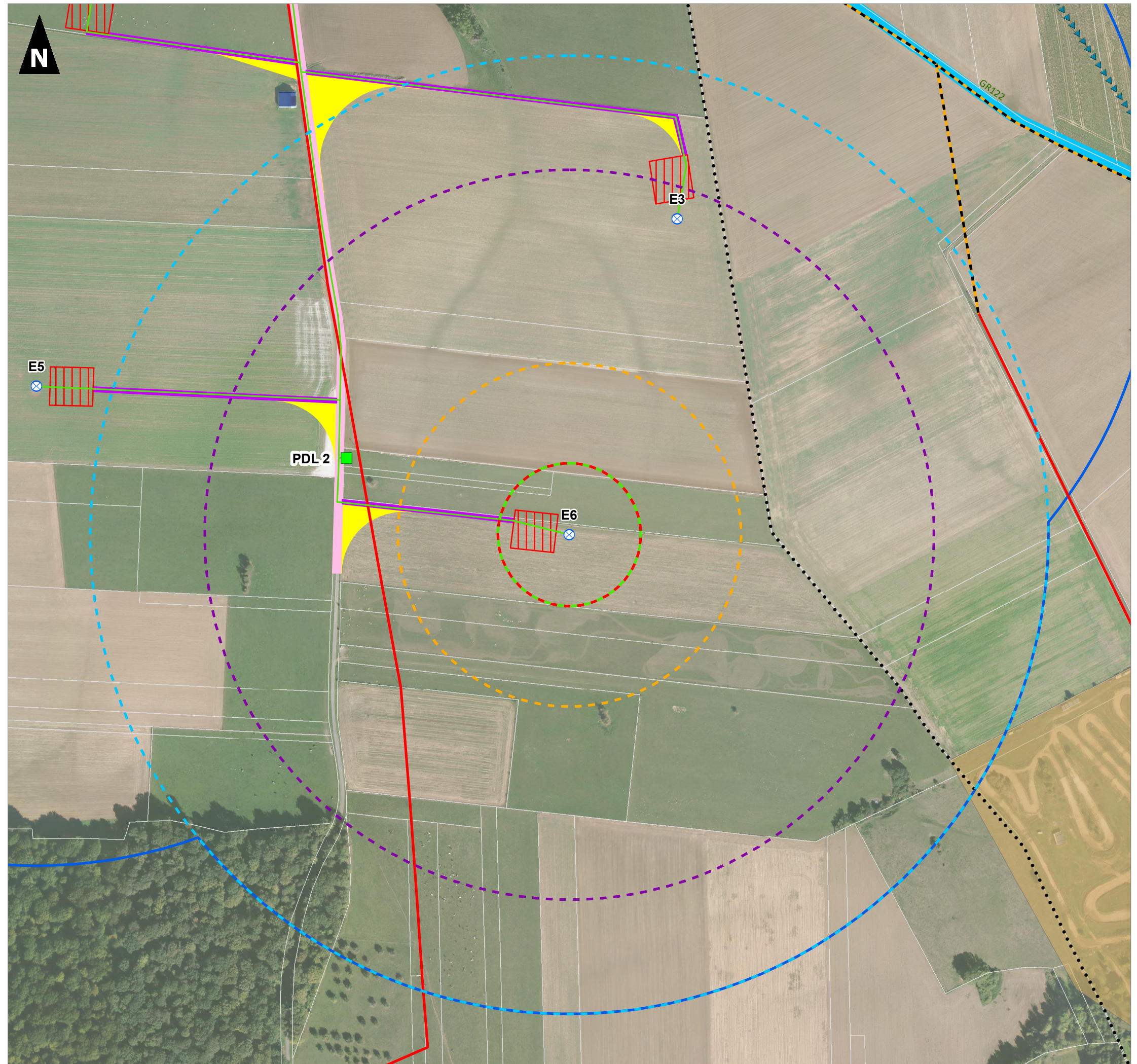
- |   |   |
|---|---|
| <b>Aménagements</b>                         | <b>Réseau de transport d'électricité</b>                        |
| ⊗ Eolienne projetée                         | ▶▶▶▶ Ligne aérienne (90 kV)                                     |
| ■ Poste de livraison                        | <b>Réseaux de distribution d'électricité (SICAE de l'Aisne)</b> |
| — Réseau inter-éolien                       | — Aérien  |
| □ Aire d'étude (500 m)                      | — Souterrain  |
| ▤ Plateforme                                | <b>Chemins/sentiers de randonnée</b>                            |
| ■ Chemin à créer                            | ■ Circuit de La Verte Vallée                                    |
| ■ Chemin à renforcer                        | — GR 122  |
| ■ Pans coupés                               | <b>Zones d'effets des différents scénarii</b>                   |
| <b>Limites administratives</b>              | ▭ Effondrement de l'éolienne (179,2 m)                          |
| — Parcelle cadastrale                       | ▭ Chute de glace (74,55 m)                                      |
| ••••• Limites communales                    | ▭ Chute d'élément (74,55 m)                                     |
| <b>Urbanisme</b>                            | ▭ Projection de pales ou fragments de pales (500 m)             |
| ■ Zones habitées et/ou à vocation d'habitat | ▭ Projection de glace (380,7 m)                                 |
| ■ Bâti agricole                             |   |
| ■ Secteur NI du PLU de Plomion              |   |



Mètres

1:4 000

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



### 1.8.3.4 Conclusion

Après description de l’installation et de son environnement, il ressort que les potentiels de dangers d’un parc éolien sont relatifs :

- **à des causes externes :**
  - Présence d’ouvrages (voies de communications, réseaux) ;
  - Risques naturels (vents violents, foudre, mouvements de terrain, tremblements de terre, inondations) ;
- **à des causes internes liées au fonctionnement des machines et aux produits utilisés :**
  - Chute d’éléments de l’aérogénérateur (boulons, morceaux d’équipements, pale, 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).

Une analyse préliminaire des risques a été réalisée, basée d’une part sur l’accidentologie permettant d’identifier les accidents les plus courants et basée d’autre part sur une identification des scénarii d’accidents.

Pour chaque scénario d’accident, l’étude a procédé à une analyse systématique des mesures de maîtrise des risques.

Cinq catégories de scénarii sont ressorties de l’analyse préliminaire et font l’objet d’une étude détaillée des risques :

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

Ces scénarii regroupent plusieurs causes et séquences d’accident. Une cotation en intensité, probabilité, gravité et cinétique de ces événements permet de caractériser les risques pour toutes les séquences d’accidents.

Une recherche d’enjeux humains vulnérables a été réalisée dans chaque périmètre d’effet des cinq catégories d’accident, permettant de repérer les interactions possibles entre les risques et les enjeux.

La cotation en gravité et probabilité pour chacune des éoliennes permet de classer le risque de chaque scénario selon la grille de criticité employée et inspirée de la circulaire du 10 mai 2010.

**Après analyse détaillée des risques, selon la méthodologie de la circulaire du 10 mai 2010, il apparaît qu’aucun scénario étudié ne ressort comme inacceptable.**

L’exploitant a mis en œuvre des mesures adaptées pour maîtriser les risques :

- l’implantation permet d’assurer un éloignement suffisant des zones fréquentées,
- l’exploitant respecte la réglementation en vigueur,
- les systèmes de sécurité des aérogénérateurs sont adaptés aux risques,
- Les systèmes de sécurité des aérogénérateurs seront maintenus dans le temps et testés régulièrement en conformité avec la réglementation actuellement en vigueur.

**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 actuelles.**



## CHAPITRE 2. OUVRAGES ELECTRIQUES

## 2.1 Réseaux électriques

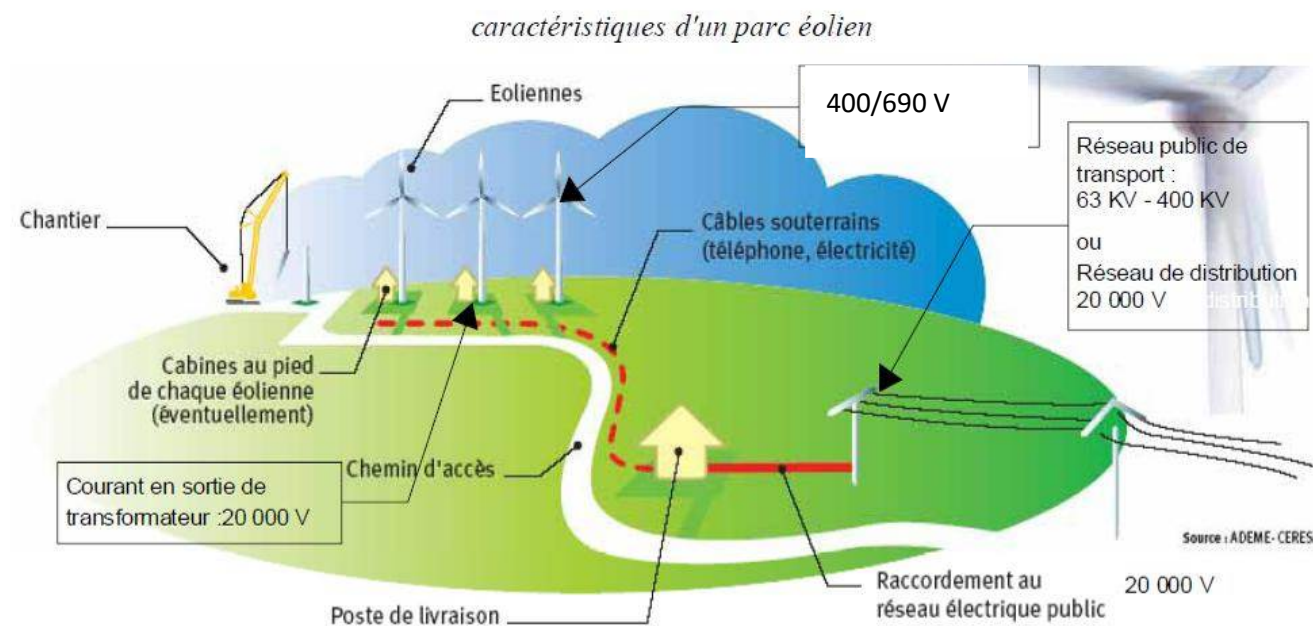


Figure 4. Schéma électrique d'un parc éolien (source : ADEME)

L'électricité produite en sortie d'éolienne est acheminée vers un poste de livraison par un jeu de câbles enterrés.

### ❖ Réseau inter-éolien

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

### ❖ Poste de livraison

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public.

Un poste de livraison est composé de 2 ensembles :

- une partie « électrique de puissance » où l'électricité produite par l'ensemble des éoliennes est livrée au réseau public d'électricité avec les qualités attendues (tension, fréquence, phase) et où des dispositifs de sécurité du réseau permettent à son gestionnaire de déconnecter instantanément le parc en cas d'instabilité du réseau ;
- une partie supervision : où l'ensemble des paramètres de contrôle des éoliennes sont collectés dans une base de données, elle-même consultable par l'exploitant du parc.

**Le parc éolien de Chemin du Chêne comportera trois postes de livraison.**

### ❖ Réseau électrique externe

Une installation de production raccordée au réseau de distribution d'énergie électrique (réseau HTA) est composée schématiquement d'un poste de livraison assurant l'interface entre le réseau public de distribution inclus dans la concession de distribution et l'installation électrique intérieure. Cette dernière dessert les équipements généraux servant à assurer son bon fonctionnement ainsi que les unités de production proprement dites, avec leurs auxiliaires.

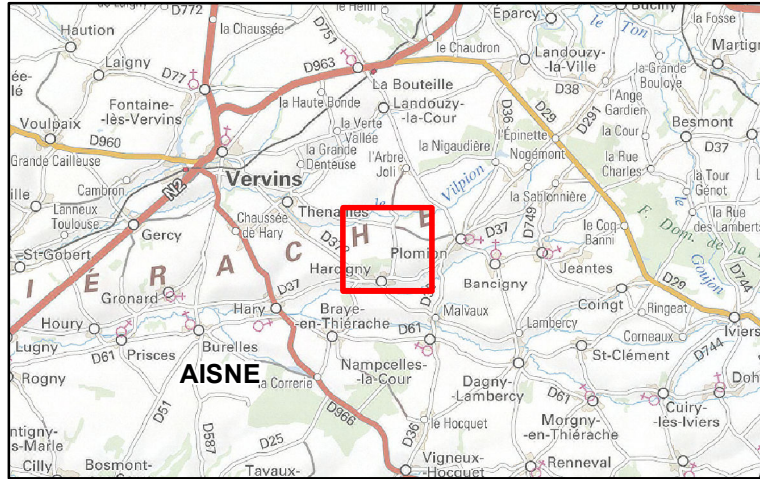
Le réseau électrique externe relie le(s) poste(s) de livraison avec le poste source. Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution. Il est lui aussi entièrement enterré.

La partie de réseau entre le(s) poste(s) de livraison et le réseau public, appelé réseau externe ou raccordement, sera réalisé sous maîtrise d'ouvrage du distributeur.



# Projet éolien de Chemin du Chêne (02)

## Etude de dangers



### Aménagements

- Eolienne projetée
- Poste de livraison
- Réseau inter-éolien

### Limites administratives

- Limite communale

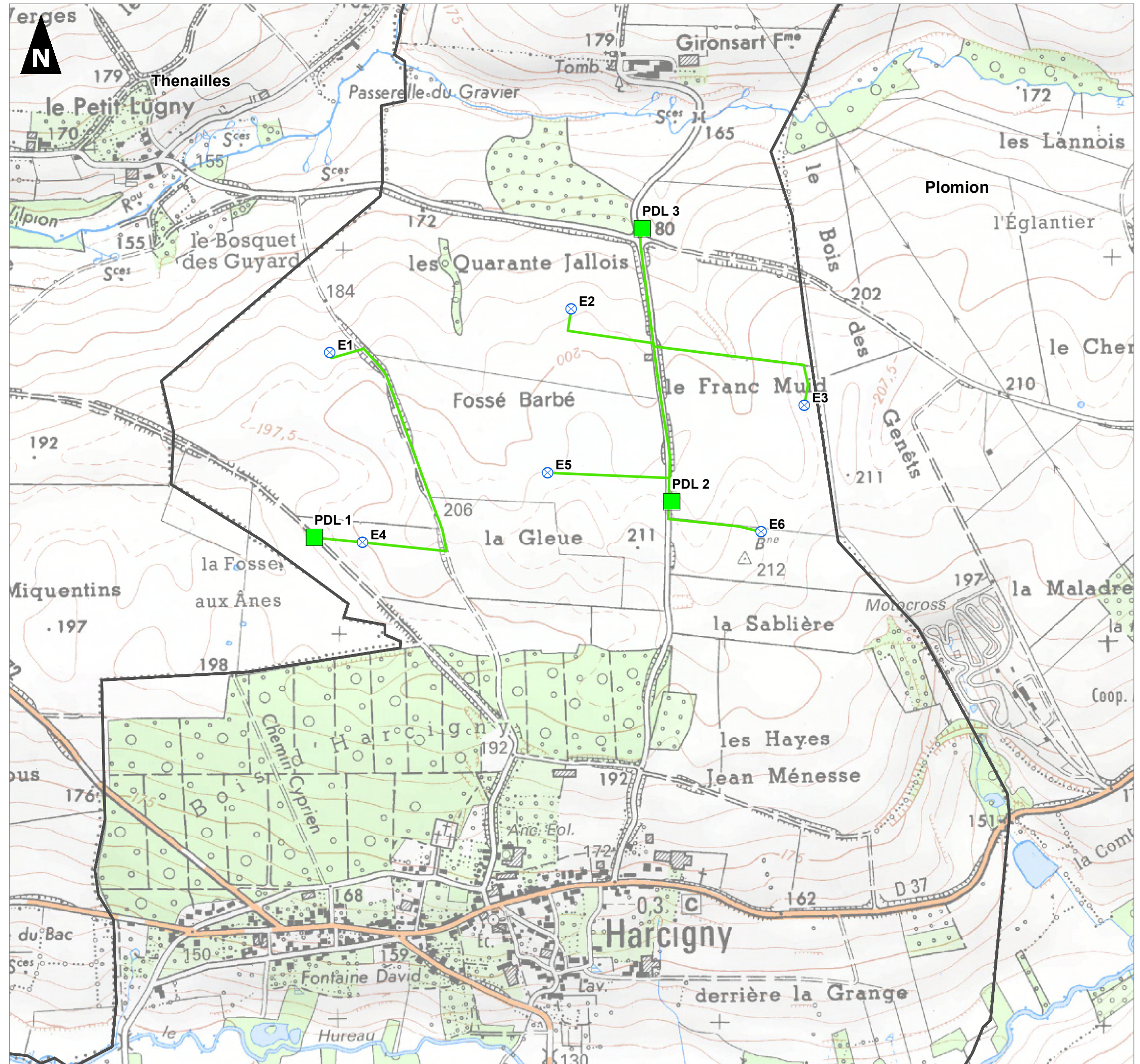
Infrastructures et réseaux de télécommunication : 1  
Kilomètres

1:10 000

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



Réalisation : AUDDICE, 2020  
Source de fond de carte : GEO2FRANCE ORTHOPHOTO 2018  
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - TotalEnergies - AUDDICE 2020



### 2.1.1.1 Tracés de la liaison interne et caractéristiques des câbles électriques

Ce réseau sera réalisé au moyen de câbles souterrains qui seront enfouis à une profondeur de 0,80 m minimum avec grillage avertisseur, et emprunteront les accotements des voiries ainsi que des parcelles agricoles.

**Le réseau interne du projet de Chemin du Chêne est présenté en page précédente.**

### 2.1.1.2 Raccordement externe au HTA

Le raccordement électrique externe à l’installation, c’est-à-dire entre les postes de livraison qui seront créés et le réseau public d’électricité existant, est réalisé sous la responsabilité du Gestionnaire de Réseau compétent.

**La solution de raccordement au réseau électrique n’est pas encore identifiée puisque la destination et le tracé de raccordement ne seront définis qu’une fois les autorisations délivrées, conformément à la Procédure de Raccordement.**

Le décret n° 2018-1160 du 17 décembre 2018 indique : « *Sans préjudice des conditions prévues par d’autres églementations, à l’exception des lignes électriques aériennes dont le niveau de tension est supérieur à 50 kV, la construction des ouvrages des réseaux publics d’électricité mentionnés à l’article R. 323-23 fait l’objet, avant le début des travaux, d’une consultation des maires des communes et des gestionnaires des domaines publics sur le territoire ou l’emprise desquels les ouvrages doivent être implantés ainsi que des gestionnaires de services publics concernés par le projet* ».

**Ces consultations seront effectuées après avoir défini le poste source de raccordement et un premier tracé des liaisons.**

**Le projet éolien de Chemin du Chêne sera vraisemblablement raccordé, soit au poste source existant de BUIRE, soit au poste source de LISLET, soit au poste source de LISLET 2 (nouveau poste prévu au S3REnR des Hauts-de-France). La solution ne sera confirmée qu’après l’obtention de l’autorisation du parc éolien, tout comme le tracé de raccordement qui sera élaboré par le gestionnaire adéquat en concertation avec les collectivités et les gestionnaires de voiries concernées.**

### 2.1.1.3 Respect des normes techniques

L’exploitant s’engage à respecter la conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur.

Les postes de livraison respecteront à minima les normes suivantes : NFC 13-100, NFC 13-200 et NFC 15-100.

Les câbles respecteront à minima la norme NFC 33 226 HTA (POPY).

### 2.1.1.4 Qualification du personnel

Le décret n°88-1056 du 14 novembre 1988 (consolidé au 22 juin 2001) pris pour l’exécution des dispositions du livre II du Code du travail (titre III : Hygiène, sécurité et conditions du travail) en ce qui concerne la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques, indique dans la section VI les règles de protection des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques.

Le personnel sera qualifié pour l’intervention sur les équipements électriques.

Le personnel en charge de l’installation des équipements sera conforme à la norme NFC 18-510 pour les installations basse tension et haute tension. Des formations concernent également le personnel qui travaille sur des opérations d’ordre non-électriques, dans le voisinage et la zone des installations électriques.

Au moment du chantier, un plan de prévention sera mis en place pour identifier par thèmes les risques liés au chantier et mettre en place des actions pour les éviter.



## CHAPITRE 3. BIBLIOGRAPHIE



- [1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11- 117406-04648A), INERIS, 2011 ;
- [2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006 ;
- [3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum ;
- [4] Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24 ;
- [5] Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005 ;
- [6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004 ;
- [7] Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006 ;
- [8] Oméga 10 : Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005 ;
- [9] Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- [10] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- [11] Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003 ;
- [12] Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne ;
- [13] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- [14] Alpine test site Güttsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al ;
- [15] Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000 ;
- [16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004 ;
- [17] Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003 ;
- [18] Wind energy in the BSR : impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005 ;
- [19] Arrêté du 22 juin 2020 portant modification des prescriptions relatives aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- [20] Arrêté du 10 décembre 2021 modifiant l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.



## ANNEXES

## Annexe 1 – Annexe(s) au guide technique INERIS

---

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-



Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-
Rupture de pale	15/05/2012	Chemin d'Ablis	Eure-et-Loir	2	2008	Oui	Chute d'une pale de 9 tonnes et rupture du roulement raccordant la pale au hub	Traces de corrosion dans les trous d'alésage traversant une des bagues du roulement	Articles de presse (leFigaro 22/05/2012) et ARIA (n°42919)	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement de la tour	30/05/2012	Non communiqué	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut	Rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit	ARIA (n°43110)	-
Projection d'un élément de la pale	01/11/2012	Non communiqué	Cantal	2,5	2011	Oui	Projection d'un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne à 70 m du mât		ARIA (n°43120)	-
Incendie	05/11/2012	Non communiqué	Aude	0,66	-	-	Projections incandescentes enflamment 80 m <sup>2</sup> de garrigue environnante	Câbles électriques non résistants au feu à l'intérieur du mât	ARIA (n°43228)	-
Incendie	17/03/2013		Marne		2011	Oui	Feu dans la nacelle d'une éolienne. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber.	Défaillance électrique	ARIA (n°43630)	L'exploitant et la société chargée de la maintenance étudient la possibilité d'installer des détecteurs de fumées dans les éoliennes.
Incendie	09/01/2014		Champagne-Ardenne	2,5	-	-	Feu se déclarant vers 18 h au niveau de la partie moteur d'une éolienne.	Incident électrique	ARIA (n°44831)	-
Rupture de pale	20/01/2014		Aude				Chute de pale liées à la rupture d'une pièce à la base de la pale	Usure prématurée	ARIA (n°44870)	Changement du design des pièces

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	14/11/2014	Sources de la Loire	Ardèche				Chute d'une pale un jour d'orage ou les vents atteignent 130km/h		ARIA (n°45960)	
Projection d'un élément de la pale	05/12/2014		Aude				Lors d'une inspection, des techniciens de maintenance constatent le détachement de l'extrémité d'une pale	Défaillance matérielle ou à un décollage sur les plaques en fibre de verre	ARIA (n°46030)	
Incendie	24/08/2015		Eure-et-Loir		2007		Le moteur d'une éolienne a pris feu		Article de presse (la république du centre 24/08/2015)	
Chute d'élément	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	10.5	2007		Chute des trois pales et du rotor d'une éolienne		Article de presse (France 3 Lorraine 14/11/2015 et L'est républicain 13/11/2015)	
Rupture de pale	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude				Chute de l'aérofrein d'une des pales	Rupture du point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein	ARIA (n°47675)	
Chute de pale et projection de pale	08/02/2016	Dineault	Finistère	0,3 MW	1999		Une pale chute au sol, un autre se déchire et est retrouvé à 40m du pied du mât		ARIA (n°47680)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute de pale	07/03/2016	Calanhel	Côtes-d'Armor	0,80 MW			Rupture et chute de la pale à 5m du mât.	Rupture du système d'orientation	ARIA (n°47763)	
Chute de pale	18/01/2017	Nurlu	Somme				Décrochage et chute d'une partie de pale		Article de presse (France 3 Picardie 19/01/2017)	
Rupture de pale	27/02/2017	Parc éolien de Levoncourt	Meuse	2	2011		La pointe d'une pale d'éolienne s'est rompue pendant un orage	Rafale de vent	Base de données ARIA (N° 49359)	
Incendie	06/06/2017	Allonnes	Eure-et-Loir				Incendie du moteur de l'éolienne		Article de presse (L'écho républicain, 06/06/2017)	
Chute de pale	03/08/2017	Parc de l'Osière, commune de Priez	Aisne				Rupture d'une partie de la pale d'éolienne		Article de presse (L'ardennais, 10/08/2017, l'Union 10/08/2017)	
Effondrement de l'éolienne	01/01/2018	Parc éolien de Bouin	Vendée	2,4 MW	2003		Effondrement de l'éolienne	Tempête	Presse	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute d'une pale d'éolienne	04/01/2018	Parc éolien de Rampont	Meuse	2 MW	2008		Chute d'une pale d'éolienne	Episode venteux	Base de données ARIA (n°50905 – 04/01/2018)	Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m
Chute de l'aérofrein d'une pale d'éolienne	06/02/2018	Parc éolien de Conilhac-Corbières	Aude	2,3 MW	2014		L'aérofrein d'une pale d'éolienne a chuté au sol	Défaut sur l'électronique de puissance	Base de données ARIA (n°51122 – 06/02/2018)	
Incendie	01/06/2018	Parc éolien de Marsanne	Drôme	2 MW	2008		Incendie	Incendie criminel	Communiqué de presse (RES, 01/06/2018)	
Incendie	05/06/2018	Parc éolien du Causse d'Aumelas	Hérault	1,45 MW	2013	Non	Incendie de la nacelle et chute d'éléments au sol	Incendie électrique	Base de données ARIA (n°51681 – 05/06/2018)	
Incendie	03/08/2018	Parc des Monts de l'Ain	Ain	2,05 MW	2017		Incendie	Incendie criminel	France 3 Auvergne-Rhône-Alpes (03/08/2018)	
Effondrement de l'éolienne	07/11/2018	Parc éolien de la Vallée du Moulin, commune de Guigneville	Loiret	3 MW	2010		Effondrement de l'éolienne	Effondrement de l'éolienne	Article de presse (FranceInfo Centre Val de Loire, 07/11/2018)	



Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	30/01/2019	Parc éolien de la Limouzinière	Loire-Atlantique				Incendie au niveau d'une nacelle d'éolienne	Avarie sur la génératrice (Détection d'une usure de roulement par le système de surveillance vibratoire)	Base de données ARIA (n°52838 – 03/01/2019)	Débris enflammés au sol
Chute d'un fragment de pale	17/01/2019	Parc éolien du Bambesch	Moselle	2 MW	2007		Bris et projection de plusieurs morceaux de pale	Défaut d'adhérence dû à un manque de matière entre la coque en fibre de verre et le cœur de la pale serait à l'origine de cette rupture	Le Républicain Lorrain (30/01/2019) + Base de données ARIA (n°52967 – 17/01/2019)	
Incendie	20/01/2019	Parc éolien de Roussas	Drôme				Feu se déclare sur 2 éoliennes d'un parc composé de 12 aérogénérateurs	Acte criminel	Base de données ARIA (n°52993 – 20/01/2019)	
Effondrement d'une éolienne	23/01/2019	Parc éolien de Boutavent	Oise	1,2 MW	2011		Mât de l'éolienne plié en 2 probablement dû à un problème sur le générateur	Effondrement de l'éolienne	France 3 Hauts-de-France + Base de données ARIA (n°53010 – 23/01/2019)	Débris retrouvés dans un rayon de 300 m autour de l'éolienne
Chute d'une pale	30/01/2019	Parc éolien de Roquetaillade	Aude		2001	Non	La pale d'un aérogénérateur a chuté au sol.	Défaillance matérielle	Ladepeche.fr (19/02/2019) + Base de données ARIA (n°53139 – 30/01/2019)	Incidents similaires déjà produits sur ce parc éolien

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Surveillance - Fissurations sur des roulements de pales d'éoliennes	12/02/2019	Parc éolien de Autechaux	Doubs				Contrôles mettent en évidence 6 fissurations sur des roulements de pale, positionnés entre la base de la pale et le moyeu.	L'origine des fissurations serait un défaut d'alésage qui, sous contrainte, conduirait à une fissuration par fatigue de la bague au niveau d'une zone d'amorçage propice constituée par les trous d'introduction des billes dans les roulements	Base de données ARIA (n°53562 – 12/02/2019)	A la suite d'une fissuration constatée sur une bague extérieure de roulement de pale d'une éolienne d'un parc éolien de même technologie hors de France, l'exploitant réalise des inspections de cette pièce sur 3 de ses parcs éoliens comprenant 43 éoliennes.
Foudre	02/04/2019	Parc éolien de Equancourt	Somme				Impact de foudre endommageant le revêtement d'une pale d'une éolienne sur un parc de 12 éoliennes	Episode orageux (foudre)	Base de données ARIA (n°53429 – 02/04/2019)	
Maintenance	15/04/2019	Parc éolien de Chailly-sur-Armançon	Côte d'Or				Sous-traitant électrisé par un courant de 20 000 V dans une éolienne		Base de données ARIA (n°53479 – 15/04/2019)	
Incendie	18/06/2019	Parc éolien de Quesnoy-sur-Airaines	Somme				Feu se déclare sur une éolienne située dans un parc éolien	Court-circuit sur un condensateur est à l'origine du sinistre	Base de données ARIA (n°53857 – 18/06/2019)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Court-circuit suite à opération de maintenance	25/06/2019	Parc éolien de Ambon	Morbihan	1,7 MW	2008		Opération de maintenance au niveau du système d'orientation des pales d'une éolienne  Feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne	Des fuites d'huile avaient été constatées en 2015 et 2018 sans avoir été nettoyées	Base de données ARIA (n°53860 – 25/06/2019)	Des éléments structurels de l'éolienne chutent au sol
Chute d'un fragment de pale	27/06/2019	Parc éolien de Charly-sur-Marne	Aisne				Lors de la mise à l'arrêt d'une éolienne (angle anormal), le bout de la pale abîmée est projeté en 2 morceaux, l'un à 15 m de l'éolienne, l'autre à 100 m dans l'enceinte du parc éolien	La vitesse du vent au moment du détachement était comprise entre 6 et 7 m/s. La température extérieure était de 22 °C sachant que de très fortes chaleurs sévissaient pendant la période.	Base de données ARIA (n°53894 – 27/06/2019)	