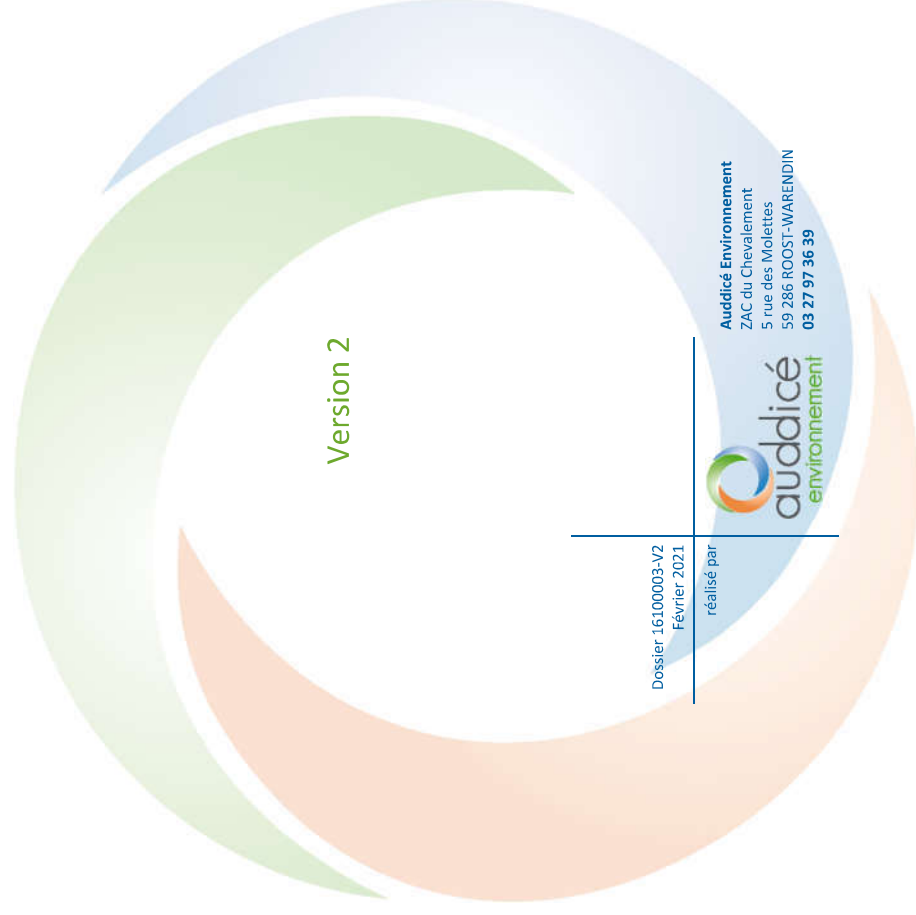




## PARC EOLIEN DE TENEUR (62)

Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

Cahier n°4.B – Etude de dangers





## PARC EOLIEN DE TENEUR (62)

Dossier de Demande d’Autorisation Environnementale

Cahier n°4.B – Etude de dangers

Version 2

### ENERTRAG TERNOIS TENEUR

Version	Date	Description
Version 2	27/01/2021	Cahier n°4.B – Etude de dangers – Parc éolien de Teneur (62)

	Nom - Fonction	Date	Signature
Rédaction	Julien ELOIRE – Responsable du service Aménagement du Territoire	01/12/2020	
Validation	Julien ELOIRE – Responsable du service Aménagement du Territoire	27/01/2021	

## 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.....	19
1.5.3 Réduction des potentiels de dangers à la source.....	20
1.6 Analyse des retours d'expérience .....	20
1.6.1 Inventaire des accidents et incidents en France .....	20
1.6.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international .....	21
1.6.3 Inventaire des accidents majeurs sur les sites de l'exploitant .....	22
1.6.4 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience.....	22
1.6.5 Limites d'utilisation de l'accidentologie .....	23
1.7 Analyse préliminaire des risques .....	24
1.7.1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques.....	24
1.7.2 Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques .....	24
1.7.3 Recensement des agressions externes potentielles .....	24
1.7.4 Scénarii étudiés dans l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) .....	25
1.7.5 Effets dominos.....	27
1.7.6 Mise en place des mesures de sécurité (+ complément(s) - Annexe 2).....	28
1.7.7 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques.....	32
1.8 Etude détaillée des risques.....	33
1.8.1 Rappel des définitions .....	33
1.8.2 Caractérisation des scénarii retenus .....	36
1.8.3 Synthèse de l'étude détaillée des risques .....	51
<b>CHAPITRE 2. OUVRAGES ELECTRIQUES</b> .....	<b>59</b>
<b>CHAPITRE 3. BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>63</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>67</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 **ENERTRAG TERNOIS TENEUR** pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques **du parc éolien de Teneur situé dans le département du Pas-de-Calais, sur la commune éponyme**, 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 Teneur. 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 paradèmes 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'accidents majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L.511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

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

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est 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>	Installation terrestre de production à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :  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>  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 :  a) supérieure ou égale à 20 MW : <b>Autorisation</b>  b) inférieure à 20 MW : <b>Déclaration</b>	<b>A :</b> <b>Autorisation</b>	<b>6 km</b>

**Tableau 1.** Rubrique des installations classées au titre des ICPE

Le projet éolien de Teneur 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.

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

Ainsi, ce guide est le reflet de l'état de l'art en matière de maîtrise des risques technologiques pour les parcs éoliens, en l'état actuel des connaissances des experts ayant participé à son élaboration. Si d'autres techniques ou méthodes apparaissaient 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>	ENERTRAG TERNOIS TENEUR SCS Société en commandite simple
<b>Statut juridique</b>	1 000 Euros 3511 Z
<b>Capital</b>	831 987 359 RCS PONTOISE
<b>Code APE</b>	4-6 rue des Chauffours Cap Cergy Bâtiment B 95015 CERGY-PONTOISE
<b>N° Registre du Commerce et des Sociétés</b>	ENERTRAG ENERGIE, Gérant-Associé commandité
<b>Adresse</b>	Lorraine DELACOTE Responsable Territoire Nord-Ouest
<b>Nom et qualité du signataire de la demande</b>	Mobile: +33 (0)6 81 23 21 97 <a href="mailto:lorraine.delacote@enertrag.com">lorraine.delacote@enertrag.com</a>
<b>Nom et coordonnées de la personne qui a suivi l'affaire</b>	

**Tableau 2.** Identité du demandeur

Société de projet : ENERTRAG TERNOISE TENEUR SCS

Porteur du projet : ENERTRAG AG France, 4-6 rue des Chauffours – CAP CERGY Bâtiment B – 95015 CERGY-PONTOISE

### 1.2.2 Localisation du site

Le parc éolien de Teneur, composé de quatre aérogénérateurs et de deux postes de livraison, est localisé sur la commune éponyme (Teneur), dans le département du Pas-de-Calais, dans la région des Hauts-de-France.

Carte 2 - Carte de situation – p 9

### 1.2.3 Définition de l'aire d'étude

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

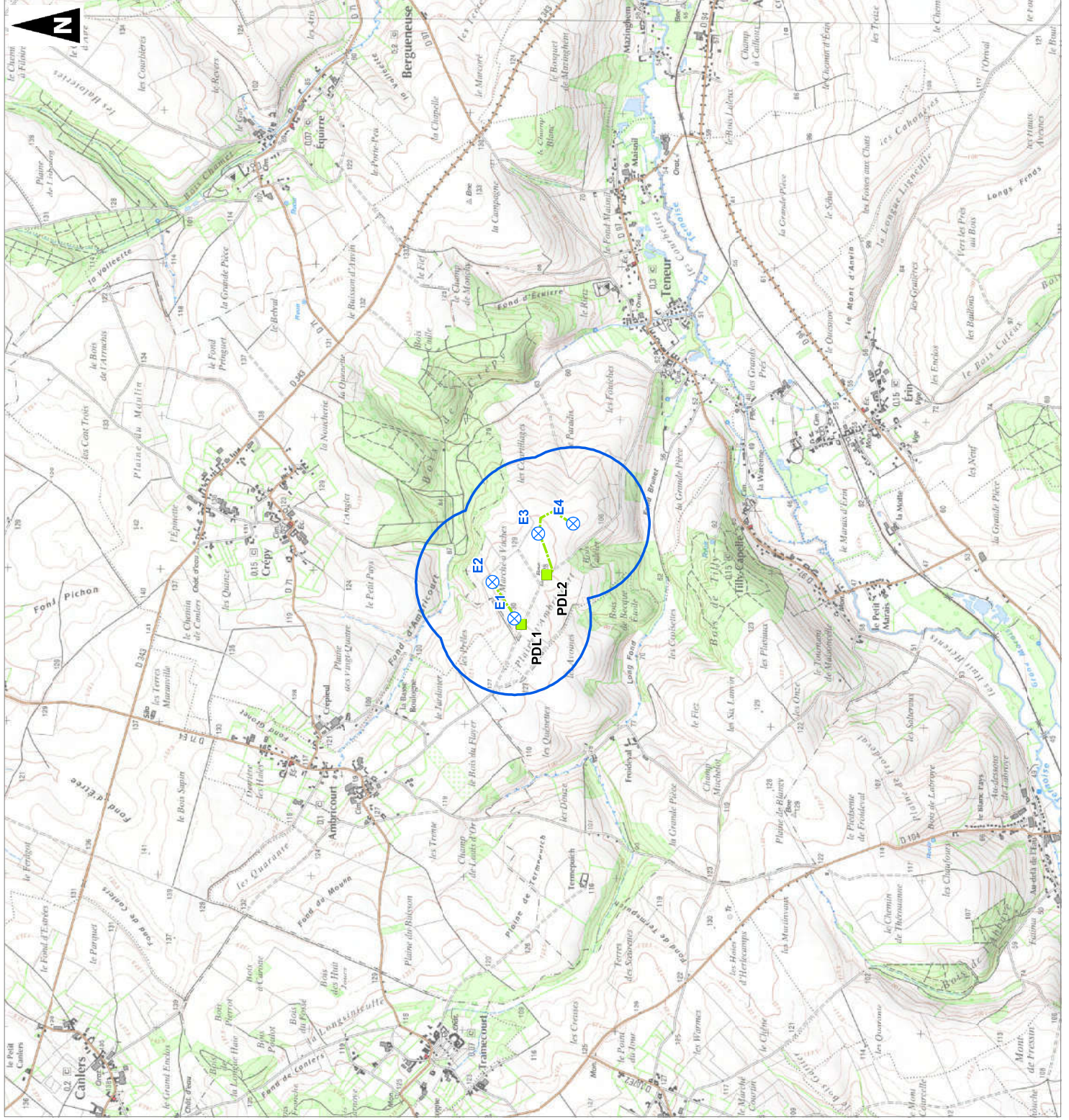
Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection.



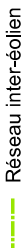
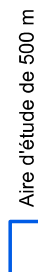

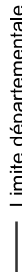
L'aire d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison, qui seront néanmoins représentés sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur des postes de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant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

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

- Ambricourt,
- Crépy,
- Teneur,
- Tilly-Capelle.





-  Éolienne projetée
-  Poste de livraison
-  Réseau inter-éolien
-  Aire d'étude de 500 m
-  Limite communale
-  Limite départementale



1:25 000

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

Réalisation : AUDDICE, 2018  
Source de fond de carte : IGN Scan 100<sup>th</sup> et Scan 1000<sup>th</sup>  
Sources de données : IGN BD Cartho<sup>®</sup> - ENERTRAG - AUDDICE, 2018



## 1.3 Description de l'environnement de l'installation

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

### 1.3.1 Environnement humain

#### 1.3.1.1 Zones urbanisées et urbanisables

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

L'aire d'étude de 500 mètres autour du projet concerne les communes d'Ambricourt, Crépy, Teneur et Tilly-Capelle.

Ces communes disposent :

- **AMBRICOURT** : PLUi de la Communauté de communes du Canton de Fruges (approuvé) ;
- **CREPY** : PLUi de la Communauté de communes du Canton de Fruges (approuvé) ;
- **TENEUR** : Carte communale (approuvée) ;
- **TILLY-CAPELLE** : Carte communale (approuvée).

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

Cf. Cahier n°3.B – Étude d'impact

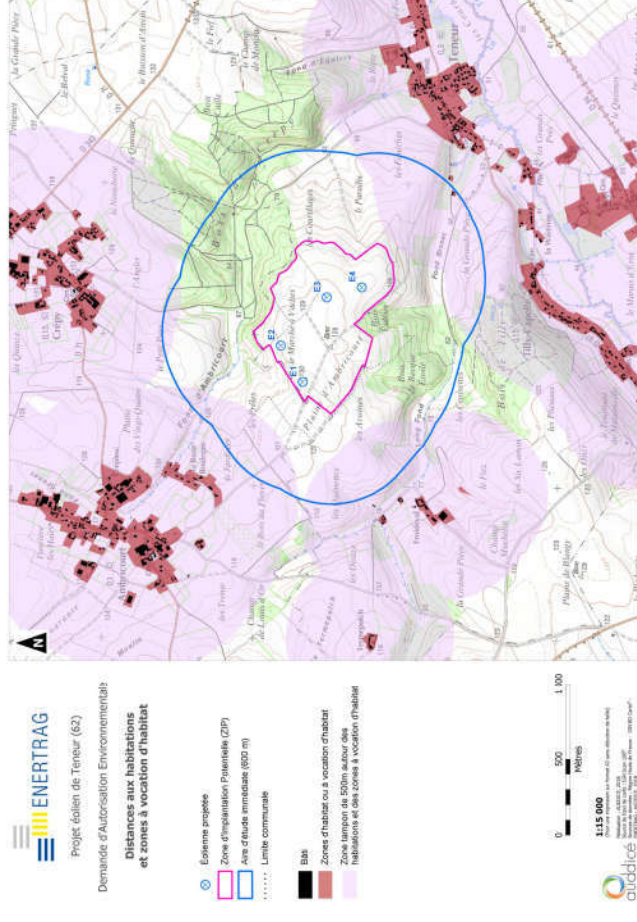
Les éoliennes se situent en secteur (NC).

Les hameaux / habitations ou zones à vocation d'habitat situés à proximité du parc éolien sont les suivants :

- Le village d'**Ambricourt** au nord-ouest, à plus de 900 m d'E1, éolienne la plus proche ;
- Le village de **Crépy**, au nord-est, à plus de 1 200 m d'E2, éolienne la plus proche ;
- Le village de **Teneur**, au sud-est, à plus de 850 m d'E4, éolienne la plus proche ;
- Le village de **Tilly-Capelle**, au sud, à plus de 930 m d'E1, éolienne la plus proche.

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

**Conformément à 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 les documents d'urbanisme opposables en vigueur.**



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

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

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

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

#### 1.3.1.4 Autres activités

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

## 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

#### ■ Généralités régionales

Le climat de la région Hauts-de-France est un climat de type océanique. D'un bout à l'autre de la région, ce climat présente des nuances dans le déroulement des saisons et dans ses variétés locales où se combinent altitudes, plaines et vallées, versants abrités ou exposés, proximité ou éloignement du littoral, etc.

Sur les côtes de la Manche et de la Mer du Nord, le caractère océanique est très marqué. Les amplitudes thermiques sont faibles, ce qui donne des hivers relativement doux et peu enneigés et des étés frais. Le temps est variable à cause des vents, très fréquents et parfois violents, qui influencent le climat en fonction de leur direction.

En s'éloignant des côtes, le climat garde les mêmes caractéristiques que celui des côtes, tout en se rapprochant progressivement du climat continental, avec moins de vent, des écarts de température plus marqués et des jours de gelée et de neige plus nombreux.

#### ■ Généralités départementales

Le climat du Pas-de-Calais est de type océanique. Les amplitudes thermiques sont faibles, les hivers sont doux, les étés sont tempérés grâce à la brise marine et les précipitations sont régulières. Il existe des contrastes climatiques au sein du département : le caractère océanique étant plus marqué sur les côtes que dans les terres, et les reliefs étant les plus arrosés par les précipitations. La moyenne annuelle des températures est d'environ 11 °C dans tout le département.

#### ■ Températures et précipitations locales

La station d'Abbeville est la plus proche du projet et reçoit en moyenne 731 mm de pluie par an, répartis sur 125 jours par an (précipitations > 1 mm). L'été est pluvieux, avec un minimum de précipitations en août (57 mm) ; c'est le dernier trimestre qui est le plus pluvieux, avec un maximum en novembre (81,2 mm). La température moyenne annuelle relevée à Abbeville est de 9,8°C avec un minimum en janvier (3,3°C) et un maximum en août (16,7°C). On compte en moyenne 48 jours de gelée par an.

#### ■ Vents

Le régime dominant des vents est de secteur ouest. Sur toutes les directions confondues, ce sont les vents faibles (2 à 4 m/s) qui sont les plus fréquents. En revanche, c'est de secteur ouest (dir. 260-280) que les vents moyens (compris entre 5 et 8 m/s) sont les plus fréquents, et les vents les plus forts (> 8 m/s) sont les plus représentés.

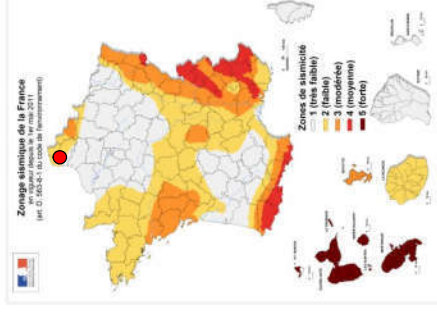
### 1.3.2.2 Risques naturels

#### ■ 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 (modéré), 4 (moyenne) et 5 (forte).

En vertu de l'article D.563-8-1 du code de l'environnement, la commune de Teneur est classée en zone de sismicité 2 – faible.



#### ■ Risque « Mouvement de terrain »

##### > Aléa « 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 du Pas-de-Calais (DDRM 62), la commune de Teneur n'est pas 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 majoritairement faible.

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



### 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 :

- o RD104 : 1300 véhicules/jour ;
- o RD 97 : 200 véhicules/jour ;
- o RD 343 : 2100 véhicules/jour ;
- o RD 71 : 260 véhicules/jour.

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

**L'aire d'étude de 500 m autour du projet n'est traversée par aucune voie structurante, au sens où la fréquentation des routes est inférieure à 2 000 véhicules/jour (source : Conseil Départemental du Pas-de-Calais).**

> 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.

■ **Risque foudre**  
La densité de foudroiement dans le département du Pas-de-Calais 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 de Teneur 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 au risque « inondations ».

■ **Risque de tempête(s)**

Selon le site « <http://www.georisques.gouv.fr/> », la commune de Teneur n'est pas recensée comme étant soumise au risque « Tempête(s) ».

### 1.3.4 Cartographies de synthèse

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

#### 1.3.2 Autres ouvrages publics

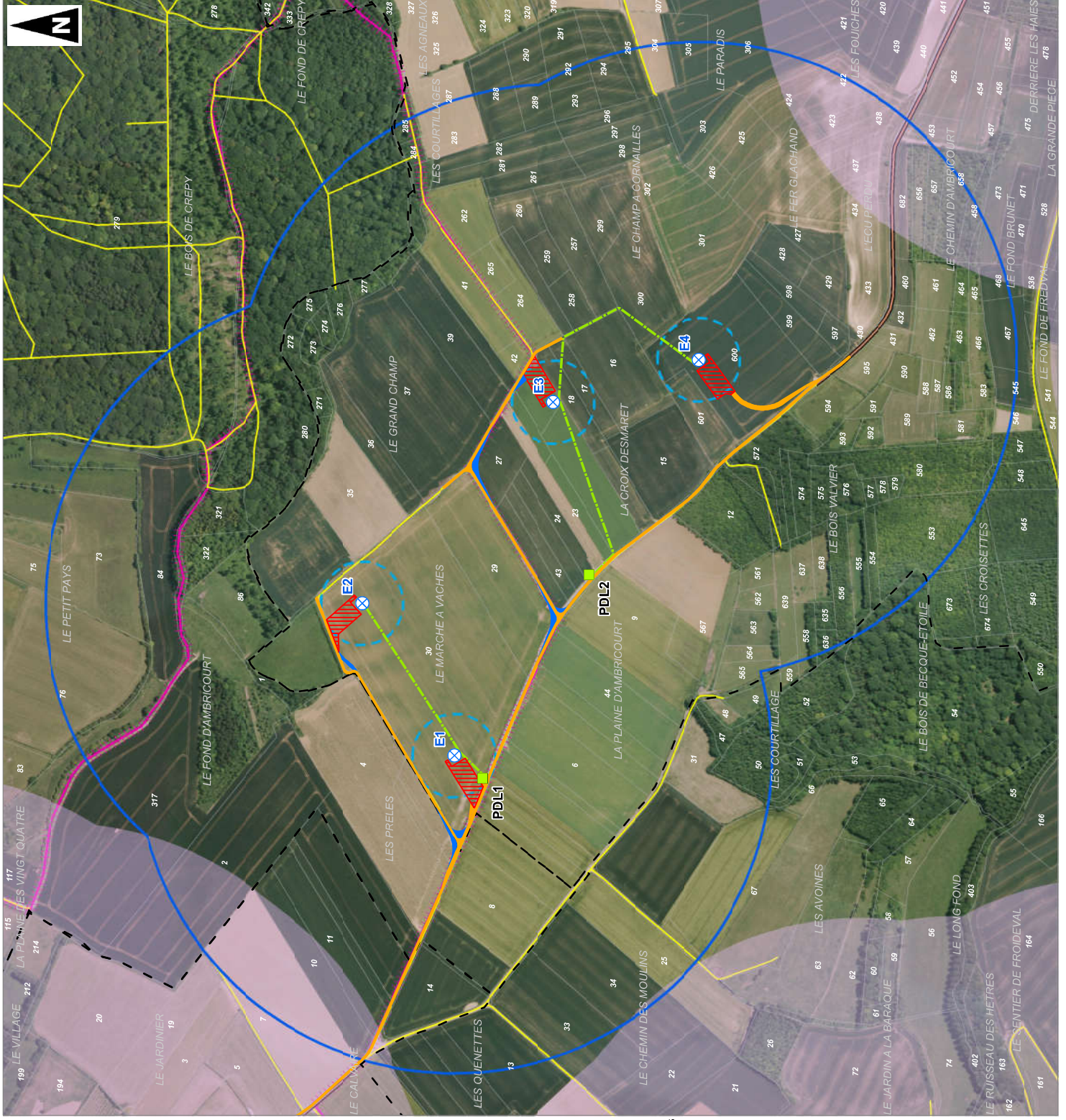
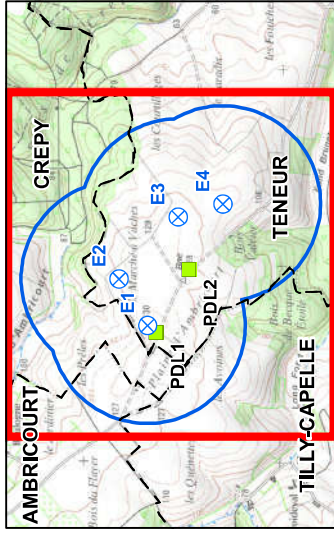
Aucun autre ouvrage n'est à signaler dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes.

> Réseaux publics et privés

> Randonnées pédestres & Co

On note des activités de loisirs avec un sentier pédestre (source : FFR 62) – « Sentier des Courtillages », qui constitue localement le cheminement le plus important dédié à la randonnée.



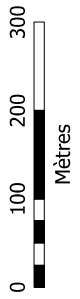


**Réseau routier :**

- Éolienne projetée
- Poste de livraison
- Réseau inter-éolien
- Aire d'étude de 500 m
- Aire de survol (R = 65,5m)
- Virage à créer
- Chemin à créer et / ou à renforcer
- Plateforme
- Parcelles
- Limite communale

**Réseau touristique :**

- Sentier des Courtilages
- Zones habitées et/ou à vocation d'habitat :
- Bâti
- Zone tampon de 500m autour des habitations et des zones à vocation d'habitat



1:6 000

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

Réalisation : AUDDICE, 2018  
Source de fond de carte : IGN Scan 100% et Scan 1000%  
Sources de données : Cadastre - Enertrag - AUDDICE, 2018



## 1.4 Description de l'installation

### 1.4.1 Caractéristiques de l'installation

#### 1.4.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien

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

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

#### ■ Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

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

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

**La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :

- le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
- le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
- le système de freinage mécanique ;
- le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
- les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
- le ballastage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

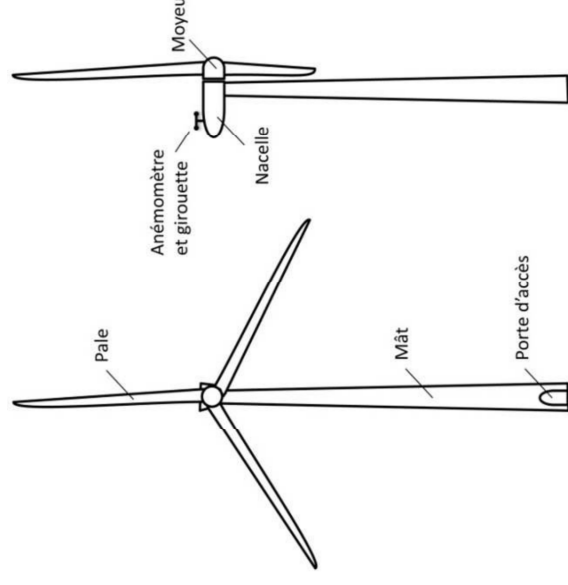


Figure 1. Schéma simplifié d'un aérogénérateur

#### ■ 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.

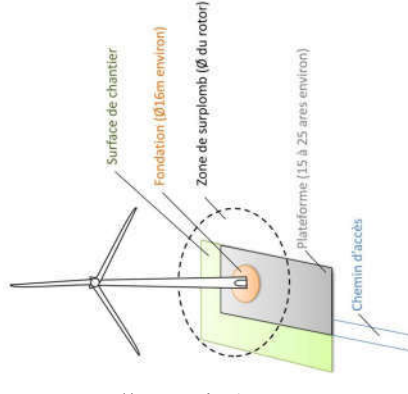


Figure 2. Illustration des emprises au sol d'une éolienne

### ■ 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 Teneur 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 Teneur est composé de quatre aérogénérateurs et de deux postes de livraison.

Le type d'aérogénérateur pressenti pour le projet est le suivant :

- NORDEX N131 - 3,9 MW, Tour 114 m.

	Eolienne	NORDEX N131 – 3,9 MW
Puissance nominale		3 900 kW
Diamètre du rotor		131 m
Longueur d'une pale		64,4 m
Largeur maximale d'une pale (Corde)		3,94 m
Hauteur de moyeu		114 m
Diamètre maximum à la base		4,3 m
Hauteur en bout de pale		179,5 m*

Tableau 3. Modèle d'aérogénérateur pressenti

\* Avec la pression du vent et la force centrifuge, les pales vont subir une tension. Leur forme initialement légèrement incurvée va tendre vers une forme rectiligne. Une différence d'environ 0,3 m est observée par le constructeur d'éoliennes NORDEX. La hauteur totale hors sol peut ainsi atteindre 179,9 m.

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	E 002°11'28.8"	N 50°27'32.5"	642 493.4	7 040 471.2	129,64 m	309,54 m
E2	E 002°11'40.9"	N 50°27'37.3"	642 733.0	7 040 616.3	125,07 m	304,97 m
E3	E 002°11'57.1"	N 50°27'27.7"	643 049.5	7 040 315.4	127,55 m	307,45 m
E4	E 002°12'00.6"	N 50°27'20.3"	643 116.3	7 040 085.8	120,88 m	300,78 m
PDL1	E 002°11'27.0"	N 50°27'31.1"	642 456.2	7 040 258.8	129,50 m	-
PDL2	E 002°11'43.3"	N 50°27'25.8"	642 777.0	7 040 258.8	125,00 m	-

**Tableau 4.** Coordonnées des aérogénérateurs et des postes de livraison

Les différents aérogénérateurs, les postes de livraison, les plateformes, les plateformes, les chemins d'accès et les réseaux enterrés sont représentés sur les plans réglementaires (Cf. Cahier n°6).

La société 'ENERTRAG TERNOIS TENEUR' sera l'exploitant du parc éolien. Elle possèdera 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°6 – 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 660 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'éolienne 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 les postes 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 à 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.

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

### 1.4.2.3 Opérations de maintenance de l'installation

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

- type 1 : vérification après 500 à 1500 heures de fonctionnement (contrôle visuel du mât, des fixations fondation/tour, tour/hacelle, 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 Teneur 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 Teneur 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 l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou les postes de livraison.

#### 1.5.1.1 Dangers des produits

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

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

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

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

> Toxicité pour l'homme

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

> Dangers pour l'environnement

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

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

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

### 1.5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

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

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
<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, ENERTRAG a étudié plusieurs scénarii 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 : Analyse des variantes).
- Le respect des prescriptions générales de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié le 22 juin 2020) 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 d'ENERTRAG TERNOIS TENEUR et du futur constructeur sont mis à disposition via un contrat d'exploitation et de maintenance,
  - Le projet bénéficie de l'expérience d'ENERTRAG 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 et a été effectué en mars 2012.

**Annexe 1 : Tableau de l'accidentologie française (2000 à mi-2020)**

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

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

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



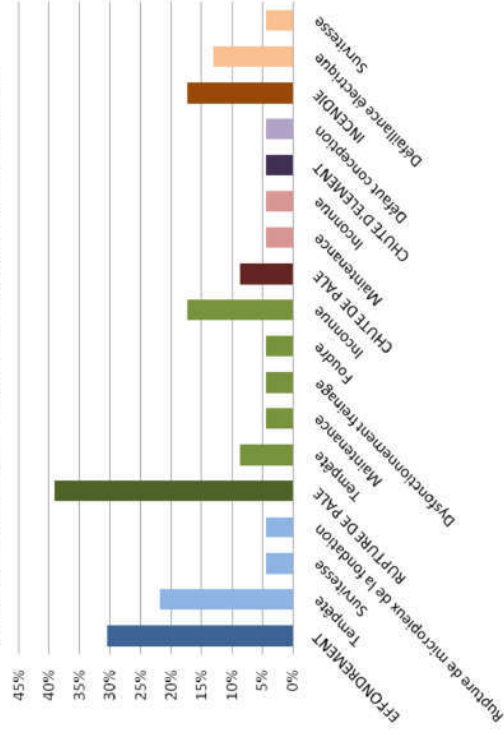
Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de INERIS/SER FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000.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

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

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

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

Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011



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

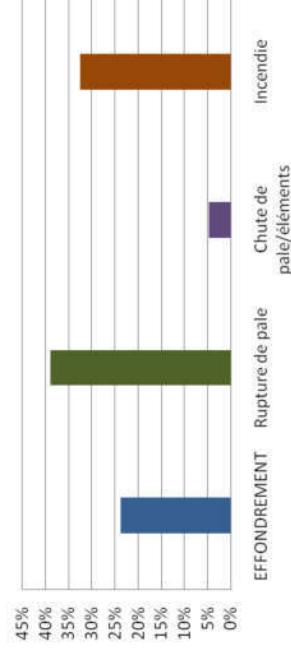
## 1.6.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international

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

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

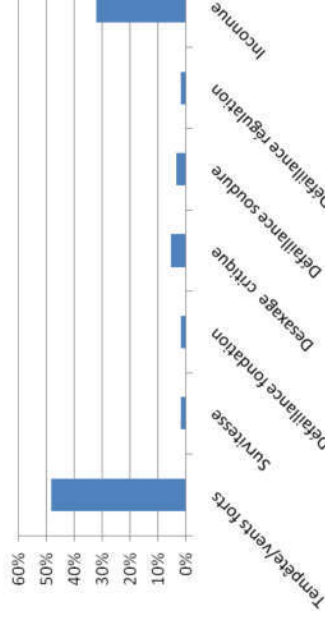
Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.

Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

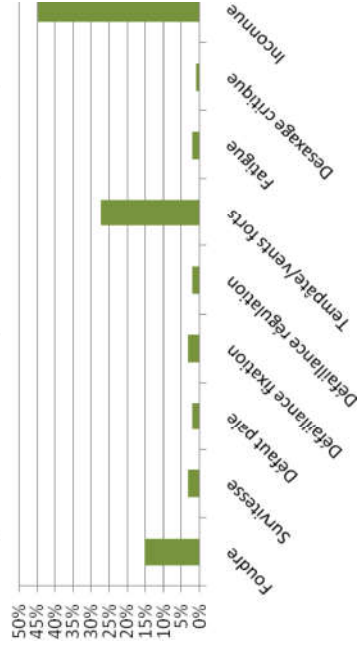


Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés).

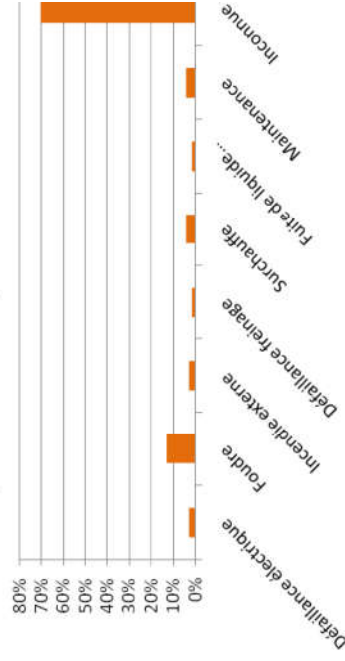
Répartition des causes premières d'effondrement



### Répartition des causes premières de rupture de pale



### Répartition des causes premières d'incendie



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

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

Dans le cadre de son système de gestion de la sécurité, ENERTRAG fait un suivi des accidents du travail. L'analyse de ces accidents et des autres incidents (situations dangereuses, presque accidents ; etc.) permettra de faire évoluer le système afin de prévenir la ré-occurrence de ces événements.

Les résultats du suivi des accidents de travail et trajet sont présentés en page ci-contre.

### ENERTRAG AG France Suivi accidents de travail et trajet 30-11-2020

ENERTRAG AG France	2018	2019	2020	Commentaires
Employés	46	65	68	
Total heures travaillées	73015	89206	111193	2020: une grande partie du personnel en télétravail partiel depuis l'entrée en vigueur de la loi sur le télétravail.
Accidents de Travail (AT)	2	1	0	2013: lave-vaisselle dans la cuisine bascule sur le pied d'un employé.
AT avec jours d'arrêt	0	0	0	
Total Jours d'arrêts	0	0	0	
Moyenne Jours d'arrêts par AT	0	0	0	
Accidents de trajets	1	0	0	
Jours d'arrêt pour accident de trajets	11	0	0	
Moyenne Jours d'arrêts par accident de trajet	11	0	0	
Dommages matériels	10	2	0	2013: choc frontal avec autre automobiliste, heurt avec animal.
Evénements environnementaux	0	0	0	

Sur site d'exploitation	2018	2019	2020	Commentaires
Accidents de travail	1	0	0	
Total Jours d'arrêts	10	0	0	
Dommages matériels	0	3	4	2023: actes de vandalisme (2 éoliennes, 1 mâât de mesure) 2 accidents d'engins agricoles (mâât de mesure)
Evénements environnementaux	0	0	0	

Dans le cadre de son système de gestion de la sécurité, Enertrag AG France fait un suivi des accidents du travail. L'analyse de ces accidents et des autres incidents (situations dangereuses, presque accidents, etc...) permettra de faire évoluer le système afin de prévenir la ré-occurrence des événements.

### 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.

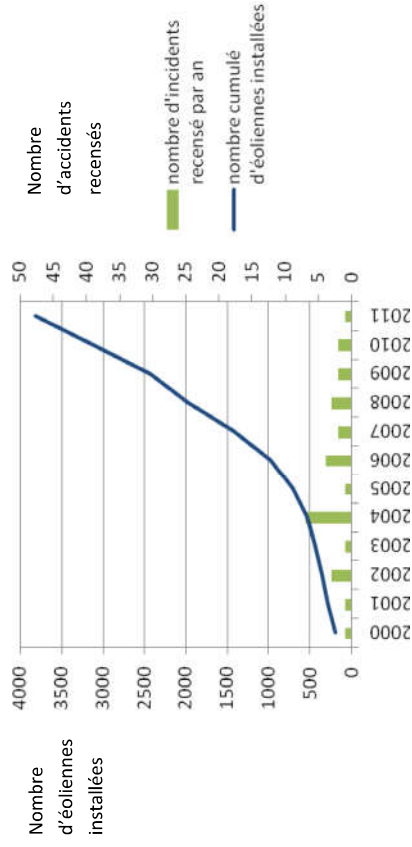


Figure 3. Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

### 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

### 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 observées. 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'événements redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du groupe de travail INERIS/SER FEE (« G » pour les scénarii concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

Voir précisions en annexe :

Annexe 1 : Tableau de l'accidentologie française (2000 à mi-2020)

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