



**Energie des  
Trois Sentiers**

# **Projet éolien des Trois Sentiers**

COMMUNES DE LA CHAPELLE-SAINT-LAURENT, CLESSÉ ET NEUVY-BOUIN  
COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION DU BOCAGE BRESSUIRAIS  
DÉPARTEMENT DES DEUX-SÈVRES (79)

## **ÉTUDE DE DANGERS**

MAÎTRE D'OUVRAGE :  
**ÉNERGIE DES TROIS SENTIERS**

32-36 RUE BELLEVUE  
92100 BOULOGNE BILLANCOURT

FÉVRIER 2021







## FICHE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet éolien des Trois Sentiers se situe sur les communes de La Chapelle-Saint-Laurent, Clessé et Neuvy-Bouin, sur la Communauté d'Agglomération du Bocage Bressuirais, dans la zone la plus ventée du département des Deux-Sèvres. Il est composé de quatre éoliennes d'une hauteur totale maximale en bout de pale de 175 mètres, et de deux postes de livraison électrique.

Bien que les installations du parc éolien ne concernent que les territoires de La Chapelle-Saint-Laurent et Neuvy-Bouin, les trois municipalités ont souhaité porter ce projet ensemble avec la commune de Clessé, le projet initial les concernant toutes les trois et la volonté de porter ce projet éolien étant mutuelle. Ainsi, les élus ont fait le choix de constituer un comité de pilotage regroupant élus municipaux, membres d'associations et riverains des trois communes plutôt que de faire trois comités de pilotage indépendants. C'est lors de ces réunions que la mesure d'accompagnement principale a été définie : la création d'un sentier de randonnée thématique avec aménagement de points de vue sur le parc. Ce sentier d'une vingtaine de kilomètres de long passera par les trois territoires du projet, faisant le tour du site d'implantation du parc éolien, parcourant le patrimoine paysager local, revalorisant les sentiers existants, sensibilisant les randonneurs aux énergies renouvelables et plus particulièrement à l'éolien, découvrant la biodiversité locale, etc. C'est ainsi que le nom du projet des Trois Sentiers a été défini, faisant référence au projet éolien porté par les trois communes et au sentier parcourant les trois territoires.

Le modèle définitif des éoliennes n'est pas connu au stade de cette étude. Aussi, les éoliennes retenues dans le cadre de l'étude d'Impact possèdent le gabarit maximisant suivant :

Caractéristiques	Gabarit
Hauteur maximale de l'éolienne en bout de pale	175 m
Diamètre maximal du rotor	126 m
Hauteur de moyeu	106 à 118 m
Hauteur de mât et nacelle	107 à 120 m
Puissance unitaire maximale	3,8 MW

*Caractéristiques des éoliennes du projet (source : wpd onshore France)*

Les coordonnées du centre de chacune des éoliennes et des postes de livraison ainsi que leur altitude au sol sont données dans le tableau suivant :

Éolienne	Coordonnée X (Lambert 93)	Coordonnée Y (Lambert 93)	Coordonnée Z au sol (m)	Coordonnée Z au passage le plus élevé de la pale (m)	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)
E1	436 496	6 629 652	190	365	N 46°42'55"	E 0°27'02"
E2	436 654	6 629 392	192	367	N 46°42'46"	E 0°26'54"
E3	436 395	6 628 628	194	369	N 46°42'21"	E 0°27'05"
E4	436 544	6 628 375	193	368	N 46°42'13"	E 0°26'58"
PdL1	436 080	6 628 796	196	198,6	N 46°42'26"	E 0°27'20"
PdL2	436 093	6 628 793	196	198,6	N 46°42'26"	E 0°27'20"

*Coordonnées géographiques des éoliennes et des postes de livraison (source : wpd onshore France)*



*Principaux éléments du projet (source : wpd onshore France)*







## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>I. Préambule</b> .....	<b>5</b>
I.1. Objectif de l'étude de dangers .....	5
I.2. Contexte législatif et réglementaire .....	5
I.3. Nomenclature des Installations classées .....	6
I.4. Démarche générale de l'étude de dangers .....	6
<b>II. Informations générales concernant l'Installation</b> .....	<b>8</b>
II.1. Renseignements administratifs .....	8
II.2. Localisation du site .....	8
II.3. Définition de l'aire d'étude .....	8
<b>III. Description de l'environnement de l'Installation</b> .....	<b>10</b>
III.1. Environnement humain .....	10
III.2. Environnement naturel .....	12
III.3. Environnement matériel .....	18
<b>IV. Cartographie de synthèse</b> .....	<b>19</b>
<b>V. Description de l'Installation</b> .....	<b>22</b>
V.1. Caractéristiques de l'Installation .....	22
V.2. Fonctionnement de l'Installation .....	26
V.3. Sécurité de l'Installation .....	27
V.4. Opérations de maintenance de l'Installation .....	29
V.5. Fonctionnement des réseaux de l'Installation .....	30
<b>VI. Identification des potentiels de dangers de l'Installation</b> .....	<b>31</b>
VI.1. Potentiels de dangers liés aux produits .....	31
VI.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'Installation .....	31
VI.3. Réduction des potentiels de dangers à la source .....	31
<b>VII. Analyse des retours d'expérience</b> .....	<b>32</b>
VII.1. Inventaire des accidents et incidents en France .....	32
VII.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international .....	32
VII.3. Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant .....	33
VII.4. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience .....	33
VII.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie .....	34
<b>IX. Analyse préliminaire des risques</b> .....	<b>35</b>
IX.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques .....	35
IX.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques .....	35
IX.3. Recensement des agressions externes potentielles .....	35
IX.4. Scenarii étudiés dans l'analyse préliminaire des risques .....	36
IX.5. Effets dominos .....	38
IX.6. Mise en place des mesures de sécurité .....	38
IX.7. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques .....	42
<b>X. Etude détaillée des risques</b> .....	<b>44</b>
X.1. Rappel des définitions .....	44
X.2. Caractérisation des scenarii retenus .....	45
<b>XI. Synthèse de l'étude détaillée des risques</b> .....	<b>52</b>
<b>XII. Cartographie des risques</b> .....	<b>52</b>

<b>Conclusion</b> .....	<b>54</b>
<b>Bibliographie et références utilisées</b> .....	<b>55</b>
<b>Annexe 1 – Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne</b> .....	<b>55</b>
<b>Annexe 2 – Tableau de l'accidentologie française</b> .....	<b>57</b>
<b>Annexe 3 – Glossaire</b> .....	<b>64</b>



## Sommaire des illustrations

Figure 10 : Matrice de criticité de l'installation ..... 45

Carte 1 : Localisation du projet .....	9
Carte 2 : Aire d'étude du projet éolien des Trois Sentiers .....	9
Carte 3 : Distance des habitations par rapport au centre du mât de l'éolienne la proche du projet éolien des Trois Sentiers.....	10
Carte 4 : ICPE les plus proches du projet éolien des Trois Sentiers .....	11
Carte 5 : Répartition de la pluviométrie et des températures moyennes dans le Poitou-Charentes.....	13
Carte 6 : Zone de sismicité en Deux-Sèvres .....	15
Carte 7 : Localisation des mouvements de terrain et des cavités souterraines les plus proches du site .....	15
Carte 8 : Zones sensibles aux remontées de nappes .....	16
Carte 9 : Répartition des impacts de foudre sur le territoire français métropolitain .....	17
Carte 10 : Voies de communication dans le périmètre des 500 m aux éoliennes .....	18
Carte 11 : Emprises et réseaux publics et privés.....	19
Carte 12 : Synthèse des contraintes.....	20
Carte 13 : Destination des terrains.....	21
Carte 14 : Plan des abords du projet éolien des Trois Sentiers.....	25
Carte 15 : Zones d'effet par scénario étudié .....	43
Carte 16: synthèse des risques.....	53

Tableau 1 : Identification des parcelles cadastrales.....	8
Tableau 2 : Zones habitées les plus proches du projet éolien .....	10
Tableau 3 : Données météorologiques moyennes. Source : Météo France .....	12
Tableau 4 : Vitesse moyenne mensuelle du vent à 10 m (Source : Météo France) .....	13
Tableau 5 : Type de risque naturel pour les communes concernées par le projet (Source : Géorisques) .....	14
Tableau 6 : Liste des arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle (Source : Géorisques) ....	14
Tableau 7 : Séisme ressenti sur les communes d'accueil du projet (source : DDRM Deux-Sèvres).....	14
Tableau 8 : Caractérisation des voies de communication les plus proches du projet éolien des Trois Sentiers.....	18
Tableau 9 : Coordonnées géographiques (Lambert 93 et WGS 84) des éoliennes du projet éolien des Trois Sentiers.....	23
Tableau 10 : Coordonnées géographiques (Lambert 93 et WGS 84) des postes de livraison du projet éolien des Trois Sentiers.....	23
Tableau 11 : Dangers potentiels recensés.....	31
Tableau 12 : Principales agressions externes liées aux activités humaines .....	35
Tableau 13 : Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	36
Tableau 14 : Analyse générique des risques .....	36
Tableau 15 : Catégories exclues de l'APR.....	42
Tableau 16 : Détermination de l'acceptabilité.....	52

Figure 1 : Ratio incidents/puissance installée sur les parcs éoliens entre 1998 et 208 .....	4
Figure 2 : Arrêt d'une éolienne (source : ENERCON).....	26
Figure 3 : Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien .....	30
Figure 4 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières .....	32
Figure 5 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières dans le monde entre 2000 et 2011 .....	33
Figure 6 : Répartition des causes premières d'effondrement.....	33
Figure 7 : Répartition des causes premières de rupture de pale .....	33
Figure 8 : Répartition des causes premières d'incendie .....	33
Figure 9 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées .....	34



## Introduction

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

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

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

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

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

La Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), qui fixe les priorités d'actions des pouvoirs publics dans le domaine de la transition énergétique, a attribué en 2018 des objectifs pour la filière éolienne.

Pour l'éolien terrestre, la puissance installée devra atteindre 24,6 GW à fin 2023. A l'horizon 2028, ce seront 34,1 GW pour une option basse, et 35,6 GW pour une option haute, qui devront être implantés en France métropolitaine.

Pour l'éolien en mer, l'objectif est d'atteindre 2,4 GW de puissance à fin 2023 et une fourchette de 4,7 – 5,2 GW en 2028.

En France, la puissance éolienne totale raccordée était de 15 757 MW au 30 Juin 2019 (source journal de l'éolien et FEE).

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

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

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

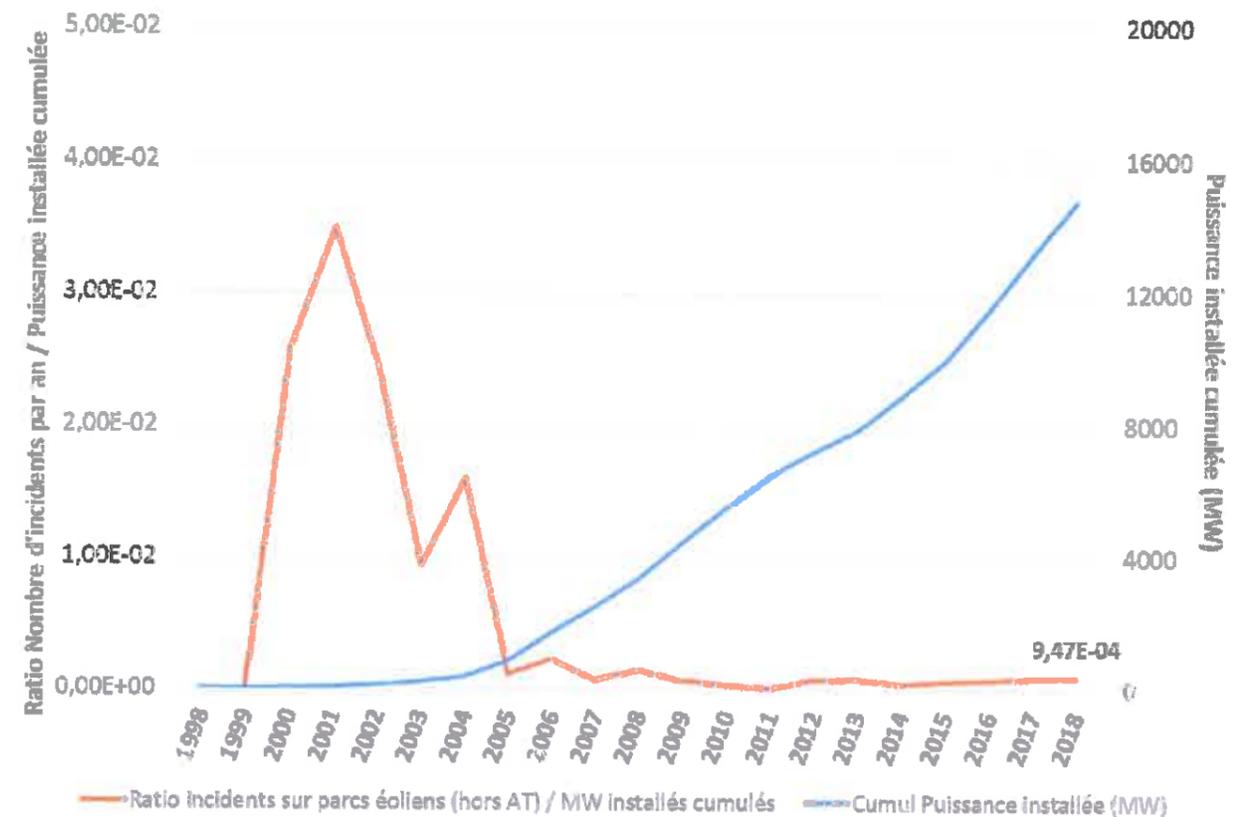


Figure 1 : Ratio incidents/puissance installée sur les parcs éoliens entre 1998 et 2018

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

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (loi Grenelle II) réaffirme tout d'abord la nécessité du développement de la filière éolienne pour atteindre les objectifs nationaux fixés dans les PPI. En particulier, l'article 90 fixe l'objectif d'installer au moins 500 aérogénérateurs par an en France.

Cette loi prévoit d'autre part de soumettre les éoliennes au régime d'autorisation au titre de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Conformément à cette nouvelle réglementation, les exploitants sont notamment amenés à formaliser leur savoir-faire en matière de maîtrise des risques dans une étude de dangers.



## I. Préambule

### I.1. Objectif de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a été rédigée sur la base du Guide technique élaboré conjointement par le Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et l'INERIS, sur la demande de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du Ministère de l'écologie. Ce guide a été reconnu comme référence pour l'étude de dangers des parcs éoliens en juin 2012 par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.

La présente étude a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par Wpd Onshore France pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du projet éolien des Trois Sentiers, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes et les postes de livraison du parc situés sur les communes de La Chapelle-Saint-Laurent, Neuvy-Bouin et Clessé. 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 projet éolien des Trois Sentiers, 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, en satisfaisant les principaux objectifs suivants :

- améliorer la réflexion sur la sécurité à l'intérieur de l'entreprise afin de réduire les risques et optimiser la politique de prévention ;
- favoriser le dialogue technique avec les autorités d'inspection pour la prise en compte des parades techniques et organisationnelles dans l'arrêté d'autorisation ;
- informer le public dans la meilleure transparence possible en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques.

### I.2. Contexte législatif et réglementaire

L'article L.181-1 du Code de l'environnement précise que le régime de l'autorisation environnementale instauré par l'ordonnance n° 2017-80 et les décrets n° 2017-81 et 2017-82 du 26 janvier 2017 est applicable aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Aux termes de l'article L.515-44 du Code de l'environnement, les parcs éoliens dont l'une des éoliennes au moins dispose d'un mât d'une hauteur supérieure à 50 mètres sont soumis à autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et l'article D.181 -15-2, 10° du même Code précise que lorsque l'autorisation environnementale concerne une installation classée pour la protection de l'environnement, le dossier de demande est complété par une étude de dangers.

Selon l'article L.181 -25 du Code de l'environnement, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L.511-1 du même Code en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation. Les impacts de l'installation sur ces intérêts en fonctionnement normal sont traités dans l'étude d'impact sur l'environnement.

#### **Article L.181 -25 du Code de l'environnement :**

*Le demandeur fournit une étude de dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L.511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.*

*Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.*

*En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite.*

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

Le contenu de l'étude de dangers devant être jointe au dossier de demande est précisé à l'article D.181 -15-2, III du Code de l'environnement.

#### **Article D.181 -15-2, III du Code de l'environnement :**

*Le demandeur fournit une étude de dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L.511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.*

*Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.*

*En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite.*

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

Les intérêts visés à l'article L.511-1 du Code de l'environnement sont la commodité du voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publiques, l'agriculture, la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, l'utilisation rationnelle de l'énergie, la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique. Cependant, il convient de noter que l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation 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 s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement (notamment au paysage), l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

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

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article D.181 -15-2, III du Code de l'environnement.

#### **Article D.181 -15-2 du Code de l'environnement :**

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

*Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés aux articles L.181 -3.*

*Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des*





Installations figurant sur la liste prévue à l'article L.515-8<sup>1</sup>, le demandeur doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.

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

Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement des études de dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L.512-5.

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

Enfin, 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 (NOR : DEVP0540371A) fixe la détermination des seuils réglementaires pour apprécier l'intensité des effets physiques des phénomènes dangereux, la gravité des accidents et les classes de probabilité de ces phénomènes et 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 (NOR : DEVP1013761C) énonce des règles de méthodologie applicables pour l'élaboration des études de dangers.

### 1.3. Nomenclature des installations classées

Conformément à l'article R.511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2011-984 du 23 août 2011, les parcs éoliens sont soumis à la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées :

A. - Nomenclature des installations classées			
N°	DÉSIGNATION DE LA RUBRIQUE	A, E, D, S, C (1)	RAYON (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m	A	6
	2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :		
	a) Supérieure ou égale à 20 MW	A	6
	b) Inférieure à 20 MW	D	

(1) A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumise au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement.  
(2) Rayon d'affichage en kilomètres.

Le projet éolien des Trois Sentiers comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (cas 1) : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

<sup>1</sup> Les installations soumises à la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées (parcs éoliens) ne font pas partie de cette liste.

### 1.4. Démarche générale de l'étude de dangers

Cette partie rappelle les différentes étapes de la démarche d'analyse des risques qui doit être mise en œuvre dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, conformément à la réglementation en vigueur et aux recommandations de l'Inspection des Installations classées. Elles sont énumérées ici dans l'ordre dans lequel elles sont présentées ensuite au sein de la trame de l'étude de dangers des parcs éoliens.

**Identifier les enjeux pour permettre une bonne caractérisation des conséquences des accidents** (présence et vulnérabilité de maisons, infrastructures, etc.). Cette étape s'appuie sur une description et caractérisation de l'environnement.

**Connaître les équipements étudiés pour permettre une bonne compréhension des dangers potentiels qu'ils génèrent.** Cette étape s'appuie sur une description des installations et de leur fonctionnement.

**Identifier les potentiels de danger.** Cette étape s'appuie sur une identification des éléments techniques et la recherche de leurs dangers suit une étape de réduction/justification des potentiels.

**Connaître les accidents qui se sont produits sur le même type d'installation pour en tirer des enseignements** (séquences des événements, possibilité de prévenir ces accidents, etc.). Cette étape s'appuie sur un retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs).

**Analyser les risques inhérents aux installations étudiées en vue d'identifier les scénarios d'accidents possibles** (qui se sont produits et qui pourraient se produire). Cette étape utilise notamment les outils d'analyses de risques classiques (tableaux d'Analyse Préliminaire des Risques par exemple).

**Caractériser et classer les différents phénomènes et accidents en termes de probabilités, cinétique, intensité et gravité.** C'est l'étape détaillée des risques, avec mise en œuvre des outils de quantification en probabilité et en intensité/gravité.

**Réduire le risque si nécessaire.** Cette étape s'appuie sur des critères d'acceptabilité du risque : si le risque est jugé inacceptable, des évolutions et mesures d'amélioration sont proposées par l'exploitant.

**Représenter le risque.** Cette étape s'appuie sur une représentation cartographique.

**Résumer l'étude de dangers.** Cette étape s'appuie sur un résumé non technique de l'étude des dangers.



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

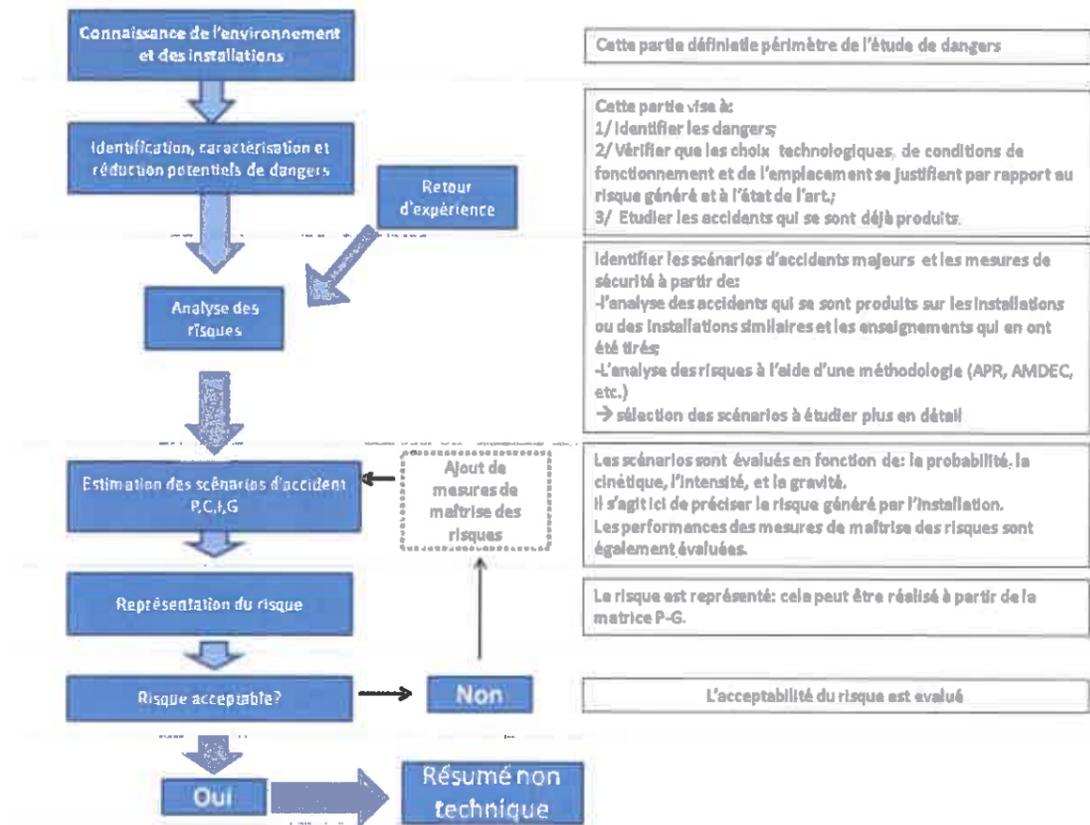


Figure 2 : Démarche de l'étude de dangers

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



## II. Informations générales concernant l'installation

### II.1. Renseignements administratifs

L'exploitant du projet éolien des Trois Sentiers est la société Energie des Trois Sentiers, immatriculée sous le numéro 828 042 259 au registre du commerce et des sociétés (RCS) de Nanterre et domiciliée au 32-36 rue de Bellevue à Boulogne-Billancourt (92).

Cette société d'exploitation est une filiale à 100 % du groupe wpd Europe GmbH, qui rassemble l'ensemble des compétences nécessaires au développement, au financement, à la construction et à l'exploitation de parcs éoliens. En particulier, le projet éolien des Trois Sentiers a été porté par wpd onshore France, filiale française du groupe basée à Boulogne-Billancourt et chargée du développement de parcs éoliens (voir explications complémentaires dans le dossier de demande d'autorisation d'environnementale unique).

Energie des Trois Sentiers est une société entièrement dédiée au projet éolien des Trois Sentiers, ce qui permet d'assurer une gestion locale et efficace du parc éolien.

Le rédacteur de la présente étude de dangers au sein de wpd est Doriane Moisan, responsable d'études environnementales.

### II.2. Localisation du site

Le projet éolien des Trois Sentiers est composé de 4 aérogénérateurs et de 2 postes de livraison. Il est localisé sur les communes de La Chapelle-Saint-Laurent, Neuvy-Bouin et Clessé, situées dans le département des Deux-Sèvres, en région Nouvelle-Aquitaine. Les cartes 1 et 2 ci-après permettent de localiser le projet.

Les éoliennes et les postes de livraison sont implantés sur des parcelles agricoles :

**Tableau 1 : Identification des parcelles cadastrales**

EOLIENNE	Commune	Section	N° parcelle	Type de parcelle
E1	La Chapelle-Saint-Laurent	AZ	62	Parcelle agricole
E2	La Chapelle-Saint-Laurent	AZ	63	Parcelle agricole
E3	Neuvy-Bouin	A	140	Parcelle agricole
E4	Neuvy-Bouin	A	330	Parcelle agricole
PTL 1	La Chapelle-Saint-Laurent	AX	3	Parcelle agricole
PTL 2	La Chapelle-Saint-Laurent	AX	3	Parcelle agricole

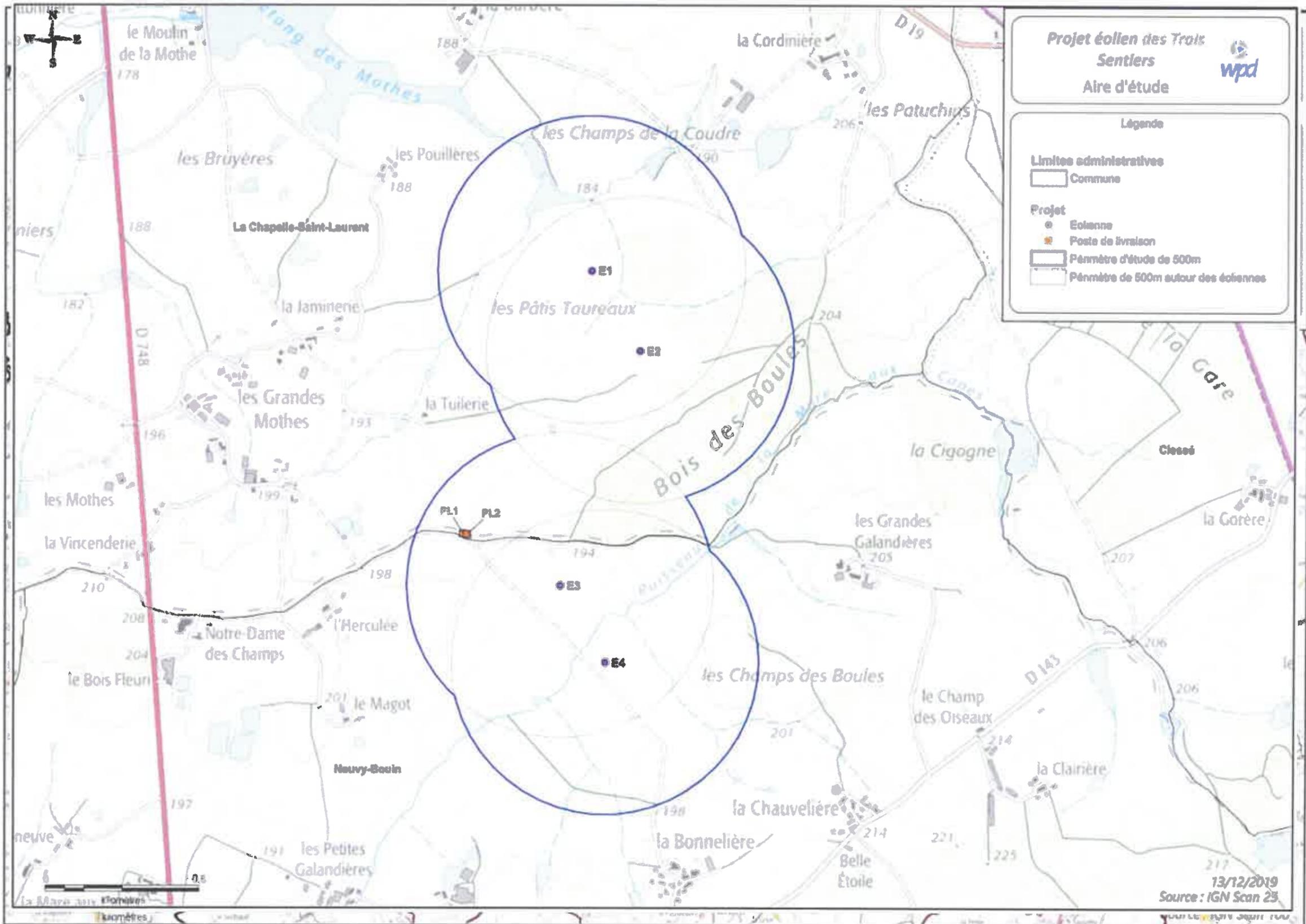
### II.3. Définition de l'aire d'étude

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, telle que définie au paragraphe IX.2.4.

La zone d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison, qui seront néanmoins représentés sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur des postes de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter. L'aire d'étude retenue dans le cadre de ce projet est représentée sur la carte 2.





Carte 2 : Aire d'étude du projet éolien des Trois Sentiers



### III. Description de l'environnement de l'installation

Ce chapitre a pour objectif de décrire l'environnement dans le périmètre 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).

#### III.1. Environnement humain

##### 1. Zones habitées

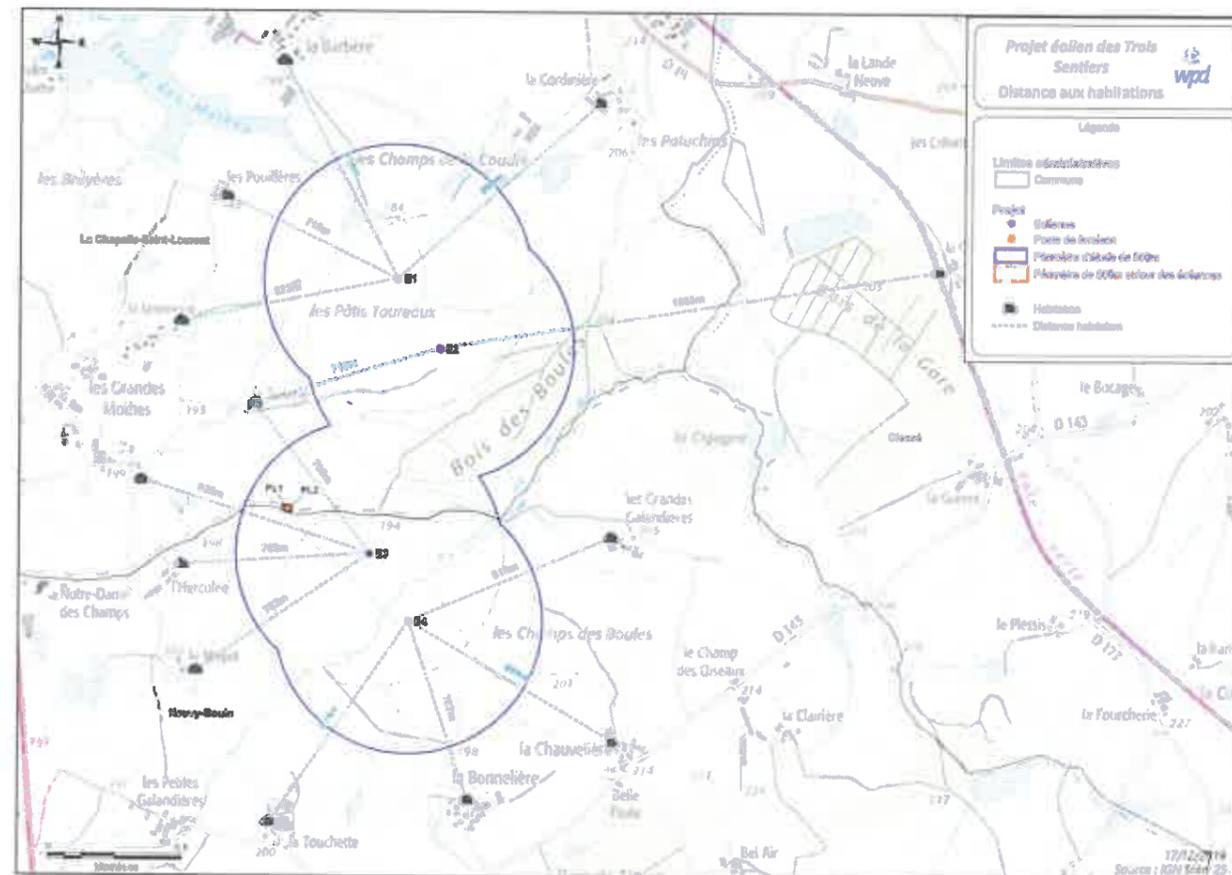
Le projet se situe au sein de la Communauté d'Agglomération du Bocage Bressuirais, créée le 1<sup>er</sup> janvier 2014 lors de la fusion des Communautés de Communes Cœur du Bocage, Delta-Sèvre-Argent, Terre de Sèvre et de dix communes de la Communauté de Communes de l'Argentonnais, plus trois autres communes. La Communauté d'Agglomération du Bocage Bressuirais a engagé la procédure d'un Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUI) le 15 décembre 2015. Ce document est en cours d'élaboration. Les dispositions prises à l'échelle communale en matière d'urbanisme restent en vigueur jusqu'à l'approbation définitive du PLUI.

L'habitation la plus proche du projet éolien des Trois Sentiers se trouve à 702 mètres du centre du mât de la première éolienne au lieu-dit L'Herculée.

Tableau 2 : Zones habitées les plus proches du projet éolien

Nom des lieux de vie	Éolienne la plus proche	Distance par rapport au centre du mât de l'éolienne la plus proche (en m)
L'Herculée	E3	702 m
La Tullerie	E3	706 m
La Bonnelière	E4	707 m
Les Pouillères	E1	710 m
Le Magot	E3	782 m
Les Grandes Galandières	E4	818 m
La Jaminerie	E1	823 m
La Chauvelière	E4	889 m
Les Grandes Mothes	E3	895 m
La Touchette	E4	914 m
La Barbère	E1	916 m
La Cordinière	E1	998 m
La Gare	E2	1885 m

Les éoliennes du projet éolien des Trois Sentiers sont à chaque fois situées à plus de 500 mètres des habitations.



Carte 3 : Distance des habitations par rapport au centre du mât de l'éolienne la plus proche du projet éolien des Trois Sentiers

##### 2. Réglementations relevant de l'ERP

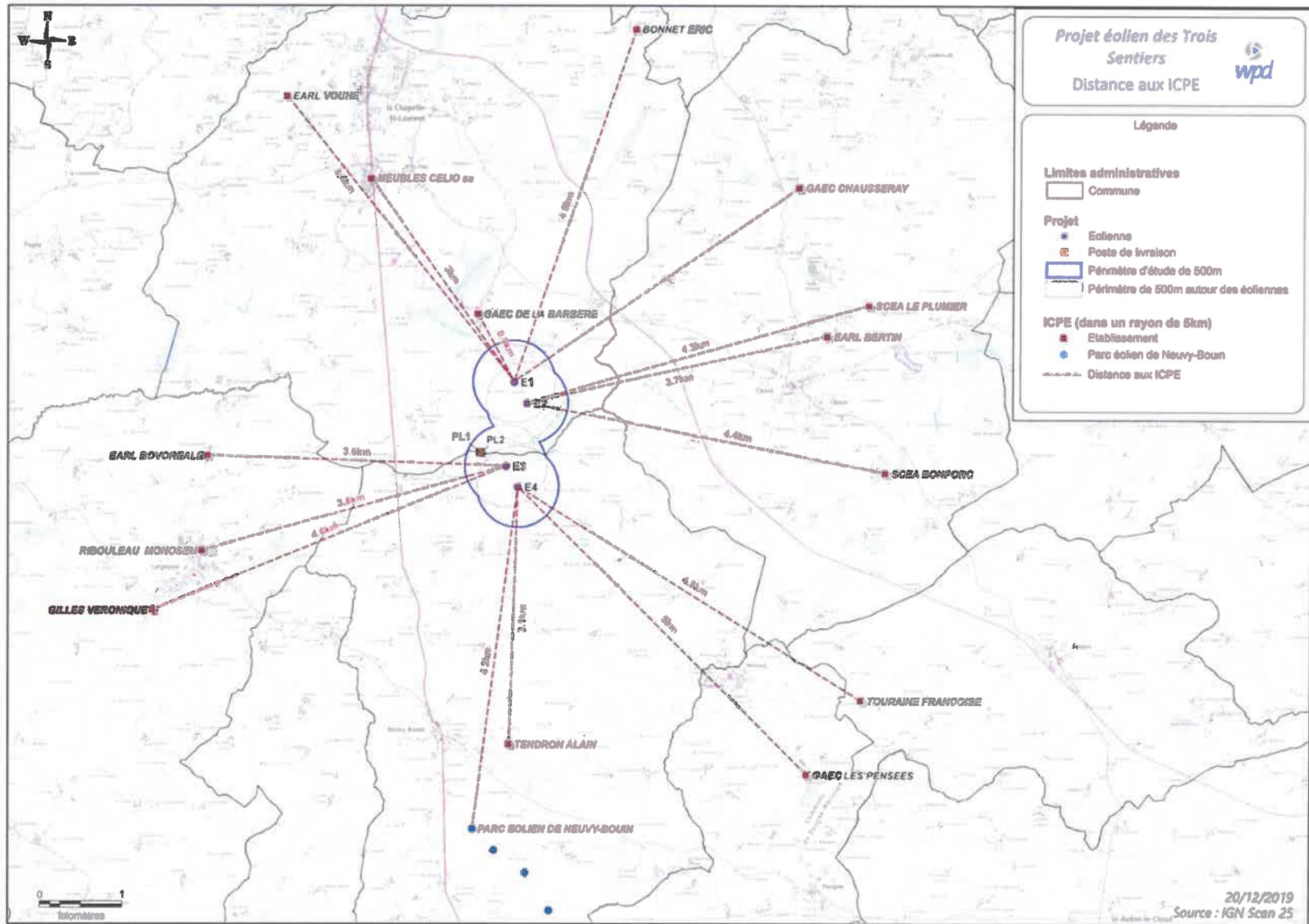
Aucun ERP n'est concerné par le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes. Les ERP les plus proches (de type écoles, mairies ou magasins de vente) se situent au sein des villages alentours.

##### 3. Installations classées relevant de l'ICPE

D'après les informations disponibles, il n'y a pas d'ICPE dans le rayon d'étude de 500 m autour des éoliennes. L'ICPE la plus proche est située à 0,9 km du centre du mât de l'éolienne E1 : il s'agit du GAEC de la Barbère qui est un établissement d'élevage de volailles soumis au régime d'autorisation, implanté sur la commune de La Chapelle-Saint-Laurent. Les autres ICPE sont situées à plus d'un kilomètre des mâts des éoliennes projetées.

Il n'y a pas d'installation classée SEVESO sur les communes d'implantation. Le site SEVESO, seuil haut, le plus proche est sur la commune d'Amilloux, à plus de 13 km à l'est du projet. Il s'agit d'un site de fabrication et de stockage d'explosifs de la société TITANOBEL. De plus, aucune installation nucléaire n'est présente dans la zone d'étude de danger.

Ces données sont issues de la base de données des Installations Classées du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, disponible en ligne, du site de la DREAL Nouvelle-Aquitaine, et du site de la DDT des Deux-Sèvres.



Carte 4 : ICPE les plus proches du projet éolien des Trois Sentiers



## III.2. Environnement naturel

### 1. Climat régional, départemental et local

Située à proximité du littoral atlantique, l'ancienne région Poitou-Charentes bénéficie d'un climat océanique aquitain pour sa partie charentaise (Charente et Charente-Maritime) et d'un climat océanique ligérien pour sa partie poitevine (Deux-Sèvres et Vienne).

Les hivers sont relativement doux et les étés plutôt tempérés. Néanmoins, lorsque l'on s'enfonce dans les terres, le climat est légèrement modifié : les hivers sont plus rigoureux et les étés plus chauds. L'influence océanique joue également un rôle sur la force du vent. En effet, à l'intérieur des terres, les vents sont atténués.

Le Poitou-Charentes bénéficie d'un ensoleillement important, avec une moyenne de 1 900 heures d'insolation annuelle. La côte charentaise est la plus exposée, avec environ 2 200 heures de soleil par an, soit 300 heures d'ensoleillement de plus que l'intérieur des terres.

La pluviométrie moyenne en Poitou-Charentes atteint 800 mm, valeur correspondant également à la moyenne française. Les hauteurs de Gâtine sont, quant à elles, plus soumises aux pluies, avec des précipitations allant jusqu'à 1 000 mm.

Le climat des Deux-Sèvres est ainsi caractérisé par un climat océanique plus ou moins altéré à la limite de l'aire de transition avec le climat océanique. Ce type de climat est une zone de transition entre le climat océanique et les climats de montagne et le climat semi-continental. Les hivers sont assez doux et pluvieux de par la proximité de l'océan, et les étés sont plutôt secs et plus chauds dans le sud du département que dans le nord-ouest. La moyenne des températures par an est de 12,5°C, les précipitations moyennes annuelles sont environ de 870 mm par an.

Le site étudié se trouve donc dans un climat océanique, avec une pluviométrie proche de 800 mm par an correspondant à la moyenne française et des températures moyennes annuelles de l'ordre de 12,5°C. Le phénomène de changement climatique peut faire évoluer cette tendance sur le long terme.

La station de référence présentant l'ensemble des données de température, de précipitation et de vent pour cette étude est celle de Niort (45 km au sud du projet). Celle-ci est la plus représentative du climat local où s'insère la ZIP (Zone d'Implantation Potentielle).

Tableau 3 : Données météorologiques moyennes. Source : Météo France

Données météorologiques moyennes de la station de Niort (période 1981-2010)	
Pluviométrie annuelle	867 mm cumulés par an
Amplitude thermique	9,4°C (moyenne mois hiver le plus froid/moyenne mois d'été le plus chaud)
Température moyenne	12,5°C
Température minimale	2,3°C (en février)
Température maximale	26,1°C (en juillet et août)
Insolation	1 980 heures par an
Données météorologiques moyennes de la station de La Roche sur Yon (période 1981-2010)	
Gel	Donnée manquante
Neige	4,9 jours par an
Grêle	2,5 jour par an
Brouillard	56,4 jours par an
Orages	13,1 jours par an

En hiver, malgré des moyennes de températures positives, des gelées sont possibles entre la fin de l'automne et le début du printemps.

Le nombre de jours de gel n'est pas disponible dans les deux stations météorologiques utilisées pour l'étude. Malgré tout, le nombre de jour de gel dans la région reste limité, et il ne signifie pas forcément qu'il y aura formation de givre sur les pales des éoliennes, ces données devant être corrélées avec les conditions d'humidité à hauteur de nacelle pour déterminer les conditions propices à ce phénomène.



## 2. Vent

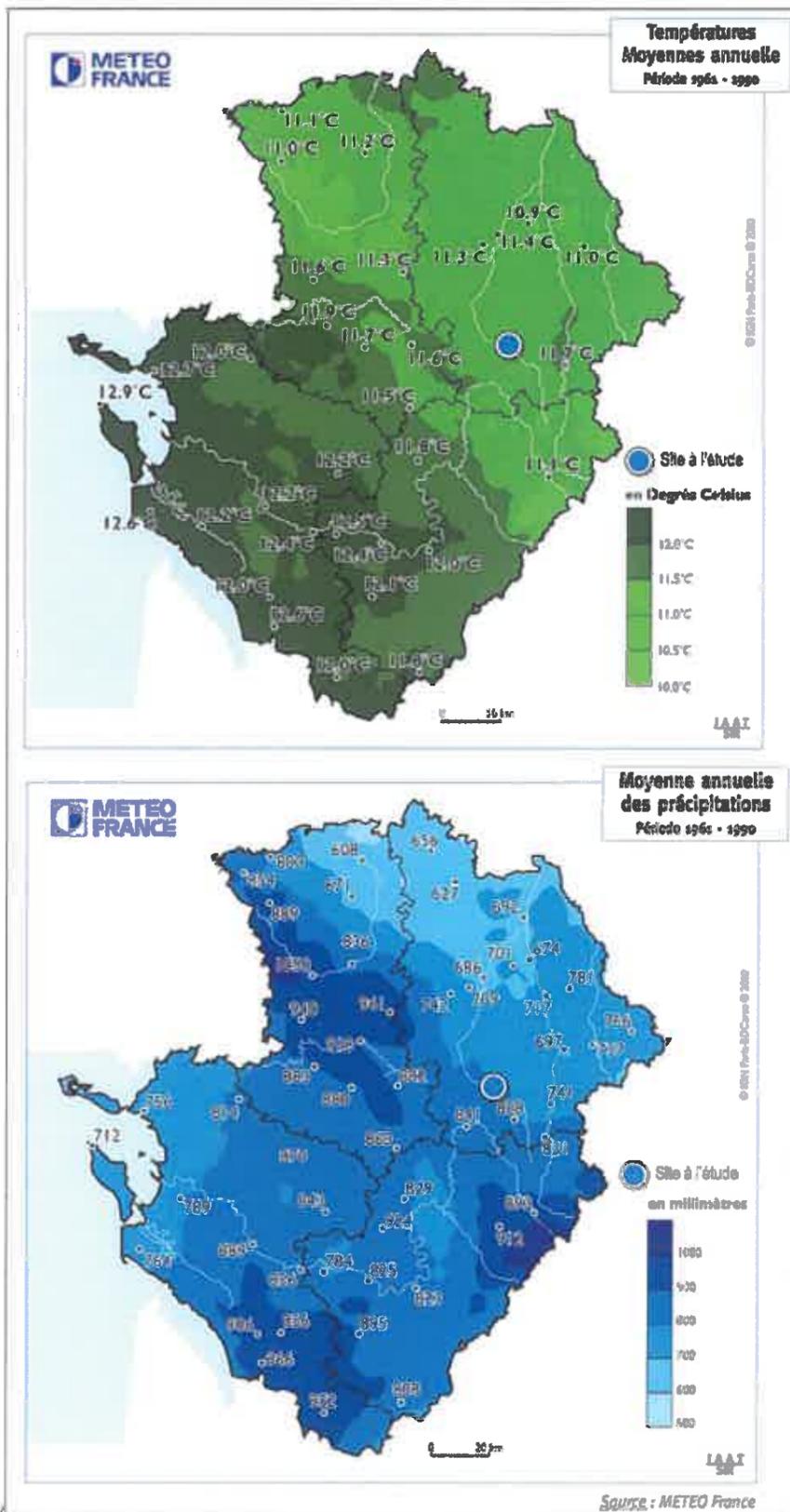
La station Météo France de Niort (79) fournit des indications sur les régimes de vent et sur les rafales maximales. Les vents proviennent majoritairement du sud-ouest avec des vitesses oscillant entre 1,5 et 8 m/s, accompagnés de quelques épisodes avec des vents plus fort (>8 m/s), voire plus. Ils proviennent des zones polaires et sibériennes amenant ainsi un air sec et froid, et sont rencontrés plus couramment en hiver. Le mois le plus venté est le mois de janvier, avec 4,5 m/s en moyenne.

Tableau 4 : Vitesse moyenne mensuelle du vent à 10 m (Source : Météo France)

Vitesse moyenne du vent à 10 m mesurée à Niort sur la période 1981-2010 (Source : Météo France)													
	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
En m/s	4,5	4,3	4,2	4,1	3,7	3,5	3,5	3,3	3,5	3,9	3,9	4,3	3,9
En km/h	16,2	15,5	15,1	14,8	13,3	12,6	12,6	11,9	12,6	14	14	15,5	14

Les rafales maximales de vent mensuelles mesurées sur les trente dernières années par Météo France à Niort (79) s'échelonnent entre 24 et 40 m/s à 10 m (soit 86,4 à 144 km/h).

En ce qui concerne la distribution des vents, la figure suivante montre clairement une dominance des vents selon un axe sud-ouest/nord-est.



Carte 5 : Répartition de la pluviométrie et des températures moyennes dans le Poitou-Charentes.

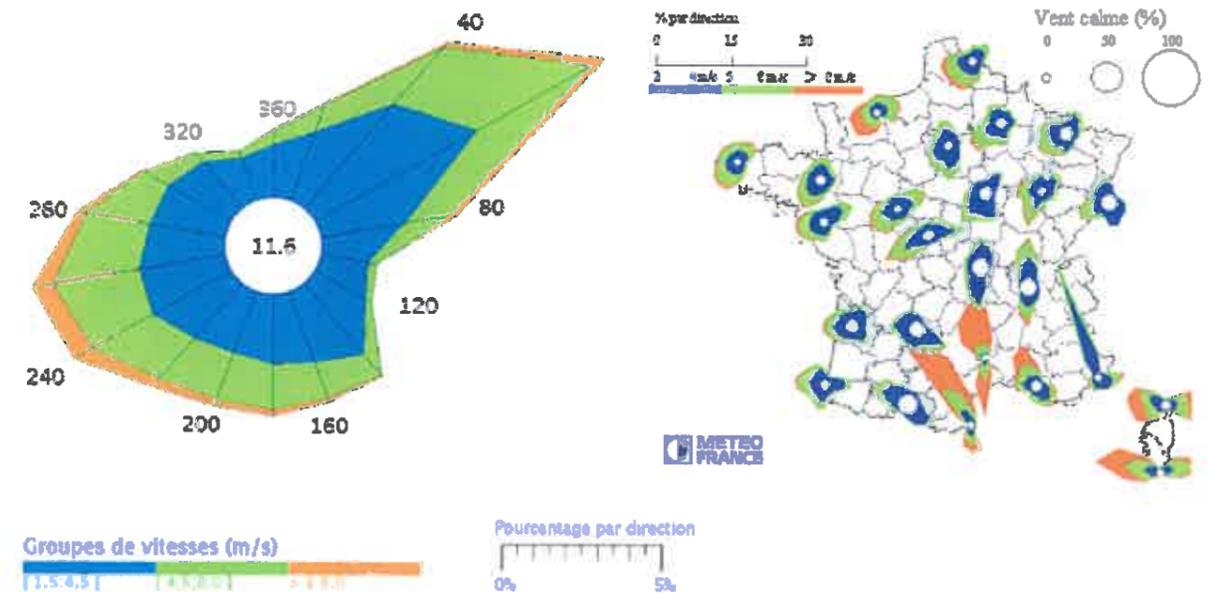


Figure 3 : Distribution des vents à 10 m (période 1991-2010)



### 3. Risques naturels

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs des Deux-Sèvres (DDRM 79) et la base de données de Géorisques, les communes concernées par le projet sont soumises aux risques naturels majeurs présentés dans le tableau qui suit :

**Tableau 5 : Type de risque naturel pour les communes concernées par le projet (Source : Géorisques)**

Type des risques majeurs par communes						
Communes	Inondation	Mouvement de terrain	Feux de forêt	Evènements climatiques	Séismes	Total
La Chapelle-Saint-Laurent	1	1	-	1	1	4
Neuvy-Bouin	1	1		1	1	4
Clessé		1		1	1	3

Les communes de La Chapelle-Saint-Laurent, Neuvy-Bouin et Clessé sont soumises aux risques naturels de mouvements de terrain, d'évènements climatiques et de séismes. Les communes de la Chapelle-Saint-Laurent et de Neuvy-Bouin sont également soumises au risque d'inondation. Ces risques sont traités dans les chapitres suivants.

Le tableau ci-dessous recense les arrêtés de catastrophe naturelle pris sur le territoire des communes de La-Chapelle-Saint-Laurent, Neuvy-Bouin et Clessé.

**Tableau 6 : Liste des arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle (Source : Géorisques)**

Communes	Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du
La Chapelle-Saint-Laurent	Inondations et coulées de boue	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983
	Inondations et coulées de boue	07/04/1983	09/04/1983	16/05/1983
	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999
	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2005	30/09/2005	20/02/2008
	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	27/02/2010	01/03/2010	01/03/2010
Neuvy-Bouin	Inondations et coulées de boue	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983
	Inondations et coulées de boue	07/04/1983	09/04/1983	18/05/1983
	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999
	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	27/02/2010	01/03/2010	01/03/2010
Clessé	Inondations et coulées de boue	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983
	Inondations et coulées de boue	07/04/1983	09/04/1983	16/05/1983
	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2005	30/09/2005	26/06/2008
	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	27/02/2010	01/03/2010	01/03/2010

Ces risques et les risques naturels (sismicité, mouvements de terrain, inondations, etc.) listés ci-après sont susceptibles de constituer des agressions potentielles pour les éoliennes et seront donc pris en compte dans l'évaluation préliminaire des risques.

### 4. Sismicité

La consultation du Dossier Départemental des Risques Majeurs des Deux-Sèvres indique que plus de 70 séismes ont été ressentis en Poitou-Charentes depuis 1950, dont 20 présentaient des intensités épicentrales supérieures ou égales à 5 sur l'échelle MSK, qui comporte 12 degrés.. 9 est un indice qui relève d'une intensité forte, qui correspond à des "destructions de nombreuses constructions, quelquefois de bonne qualité, chutes de monuments et de colonnes". 4 est une "secousse modérée, ressentie dans et hors des habitations, tremblement des objets". Entre 1658 et 2003, 19 séismes ont touché le département des Deux-Sèvres, avec une magnitude comprise entre 4 et 7,5.

Toujours d'après le DDRM des Deux-Sèvres, un séisme a été recensé sur la commune de Clessé, datant de 1949. L'intensité du séisme a été de 4.

**Tableau 7 : Séisme ressenti sur les communes d'accueil du projet (source : DDRM Deux-Sèvres)**

Commune	Date	Région/pays de l'épicentre	Intensité épicentrale
Clessé	25 février 1949	Poitou	4

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes :

- une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible),
  - quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.
- Les zones de sismicité 5 (aléa fort) se trouvent exclusivement sur des départements outre-mer.

De nouveaux textes réglementaires fixant les règles de construction parasismiques ont été publiés :

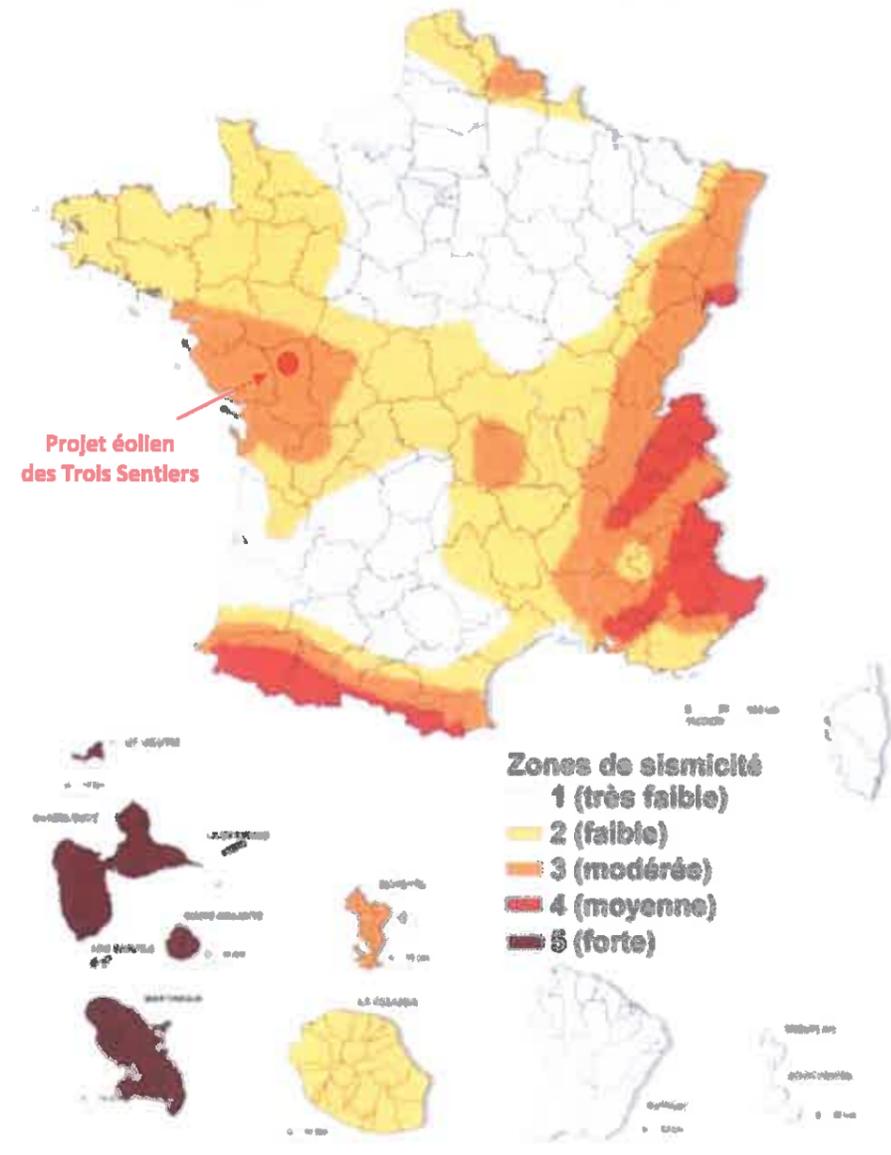
- l'arrêté du 22 octobre 2010 pour les bâtiments de la classe dite « à risque normal », applicable à partir du 1er mai 2011,
- l'arrêté du 24 janvier 2011 pour les installations classées dites Seveso, entrant en vigueur à partir du 1er janvier 2013.

Les trois communes du projet, comme l'ensemble des communes du département des Deux-Sèvres, sont classées en zone de sismicité modérée (classe 3).

<sup>4</sup> Articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 et n° 2010-1255 du 22 octobre 2010, ainsi que par l'Arrêté du 22 octobre 2010



**Zonage sismique de la France**  
en vigueur depuis le 1er mai 2011  
(art D. 563-8-1 du code de l'environnement)



Carte 6 : Zone de sismicité en Deux-Sèvres

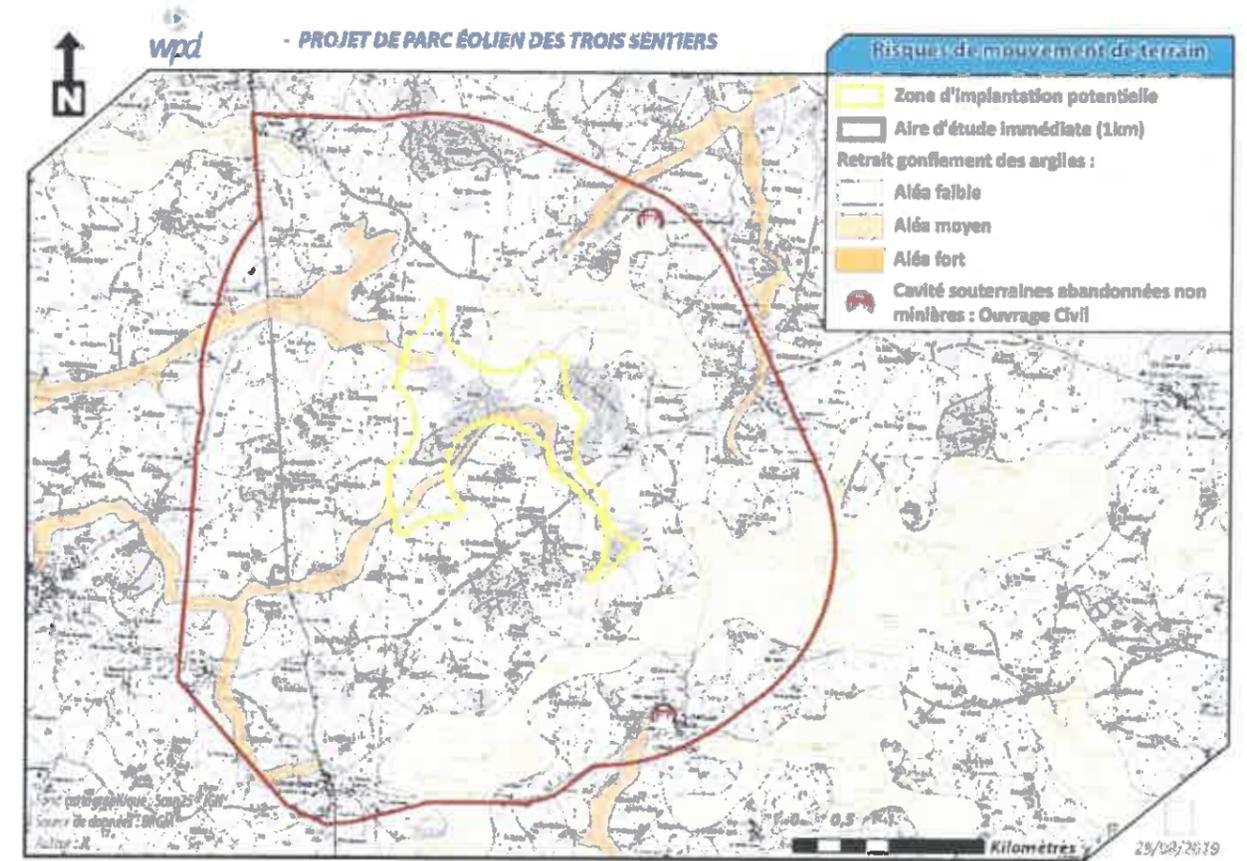
5. **ÉVALUATION DU RISQUE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN ET DES CAVITÉS SOUTERRAINES, ET SÉCURISATION DES ALÉAS**

En ce qui concerne les mouvements de terrain, les bases de données du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) ont été consultées. Le terme de mouvement de terrains regroupe les glissements, éboulements, coulées, effondrements de terrain et érosions de berges. D'après le DDRM des Deux-Sèvres, la quasi-totalité des communes du département, dont les trois communes qui accueillent la ZIP, sont concernées par un risque de mouvements de terrain.

La consultation des bases de données spécifiques de Géorisques permet de s'apercevoir que les trois communes accueillant le projet sont concernées par un risque de retrait et de gonflement des argiles. Au niveau du projet, ce risque est évalué de nul à moyen sur l'aire d'étude immédiate et la ZIP. De vastes secteurs au sud et au nord de l'aire d'étude immédiate ainsi qu'une petite partie au nord de la ZIP présentent un aléa jugé faible. Le risque le plus prégnant dans le secteur est matérialisé par des zones d'aléa moyen qui dessinent les contours du réseau hydrographique sillonnant le site.

Le risque d'effondrement peut être lié à la présence de cavités souterraines. Les cavités sont souvent naturelles (ex : karst dans les substrats calcaires), mais peuvent également être d'origine anthropique (ex : anciennes mines ou carrières souterraines, champignonnières, etc.). La base Géorisques mise en place par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et gérée par le BRGM permet le recueil, l'analyse et le porter à connaissance des informations relatives à la présence de cavités.

Ainsi, deux cavités souterraines associées à des ouvrages civils sont recensées au nord-est et au sud-est de l'aire d'étude immédiate. Ces structures sont susceptibles de représenter un risque d'effondrement ou d'affaissement. Cependant, ces sites se situent à plus de 1,6 kilomètres de la ZIP.



Carte 7 : Localisation des mouvements de terrain et des cavités souterraines les plus proches du site



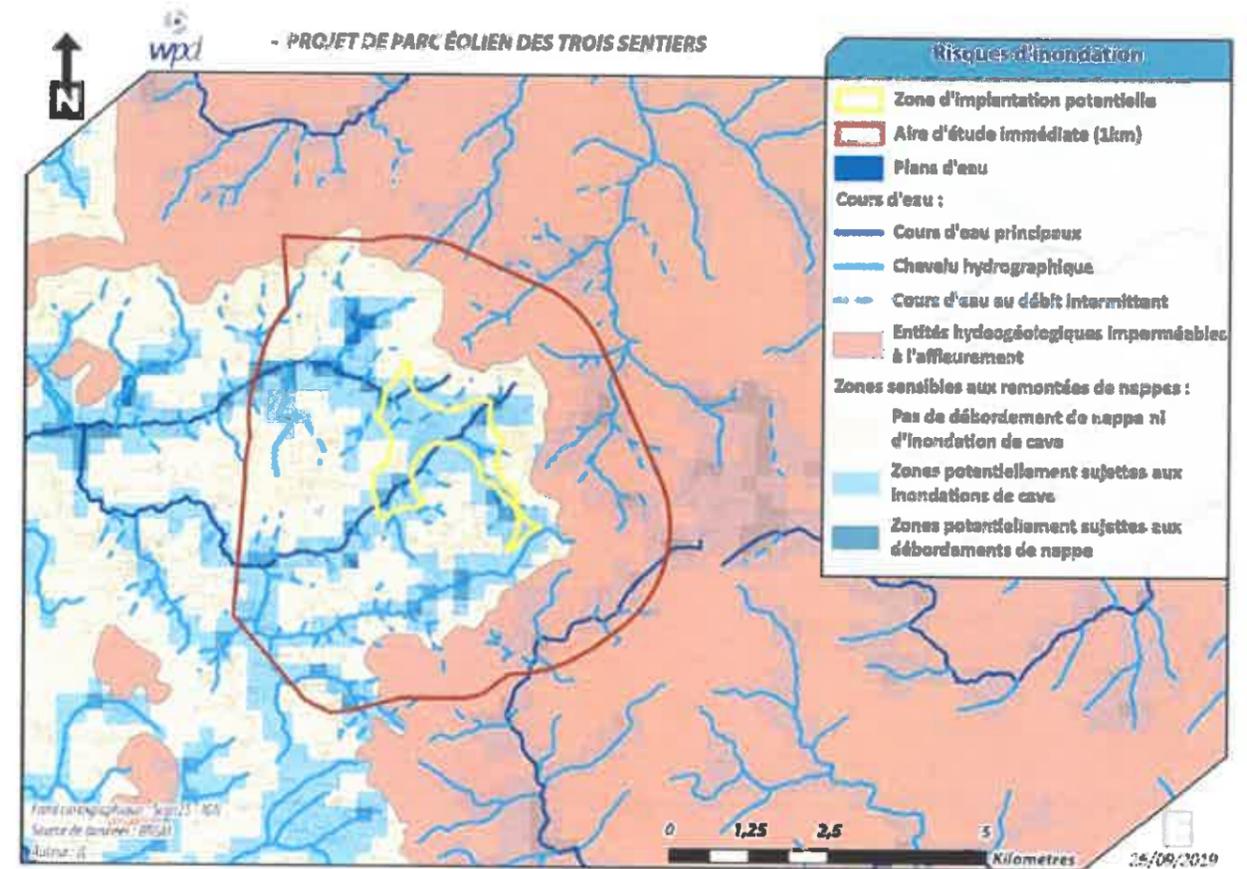
## 6. Risque d'inondation par débordement de cours d'eau et remontées de nappes

Selon le DDRM des Deux-Sèvres, les communes de La Chapelle-Saint-Laurent et de Neuvy-Bouin sont concernées par un risque d'inondation par crue à débordement lent de cours d'eau. La Chapelle-Saint-Laurent est comprise dans le périmètre de l'Atlas des Zones Inondables du Thouaret qui est une rivière affluente du Thouet. Un tronçon amont de cette rivière et quelques-uns de ses affluents s'écoulent au Nord du périmètre communal, à plus de 3 kilomètres de la Zone d'Implantation Potentielle. Les risques d'inondation associés à ces cours d'eau ne concernent donc pas le projet, d'autant plus que la ZIP se positionne au sein du bassin versant de la Sèvre Nantaise et non du Thouet.

La commune de Neuvy-Bouin est comprise dans le périmètre de l'Atlas des Zones Inondables de la Sèvre Nantaise qui est un affluent important de la Loire. La source de l'un des principaux bras amont de la Sèvre Nantaise, ainsi que plusieurs de ses affluents, se positionnent au Sud du périmètre communal, à plus de 4 kilomètres de la ZIP. Cela suppose que les risques d'inondation associés à ces différents cours d'eau ne concernent pas le projet.

Par ailleurs, aucune des communes accueillant la ZIP n'est concernée par un Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI). Cependant, tout ou partie du territoire de ces trois communes est intégré au périmètre du Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) couvrant la totalité du bassin versant de la Sèvre Nantaise. Ces communes se trouvant à distance du lit de la Sèvre Nantaise ainsi qu'en tête de bassin versant, n'apparaissent que faiblement concernées.

Les données accessibles via le site Géorisques4 font apparaître une sensibilité relativement élevée du site du projet aux inondations par remontées de nappes. Effectivement, la quasi-totalité de la ZIP est concernée par des zones identifiées comme sensibles. Il est notable que le niveau d'aléa soit corrélé à la proximité du réseau hydrographique puisque les zones potentiellement sujettes aux débordements de nappes se localisent essentiellement dans les vallées des différents cours d'eau parcourant l'aire d'étude immédiate et la Zone d'Implantation Potentielle. Ainsi, les 4 extrémités de la ZIP sont potentiellement concernées par ces secteurs les plus sensibles alors que le reste du périmètre est plus particulièrement couvert par des zones potentiellement sujettes aux inondations de cave.



Carte 8 : Zones sensibles aux remontées de nappes

## 7. Aléas météorologiques

Tout comme l'ensemble des communes du département, les communes qui accueillent la ZIP sont soumises au risque lié aux événements climatiques violents qui comprennent : fortes précipitations et/ou inondations ; chutes de neige abondantes et le verglas ; orages violents accompagnés ou non de grêle ; vents forts et tempêtes ; canicules ; vagues de grands froids. Dans le cadre de projets éoliens, les risques d'orages, de vents violents et de tempêtes sont potentiellement les plus sensibles. Les données climatiques présentées précédemment laissent toutefois entrevoir une intensité modérée pour ces événements dans le secteur du projet.

### La foudre

La meilleure représentation actuelle de l'activité orageuse est la densité d'arcs qui est le nombre d'arcs de foudre au sol par kilomètre carré et par an. La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France est de 1,57 arcs/km<sup>2</sup>/an.

La carte suivante présente la densité des Impacts de foudre sur le territoire français. La zone d'étude, située en région Nouvelle-Aquitaine, présente une densité faible de foudroiement (en moyenne 0,9 nsg/km<sup>2</sup>/an dans la région) pour la période 2010-2019. Ces valeurs représentent des valeurs faibles, les valeurs intenses pouvant dépasser 5 nsg/km<sup>2</sup>/an.

La foudre ne représente pas de risque majeur sur le site.



## 8 Aléas (Risque de feu)

Le DDRM des Deux-Sèvres ne traite pas directement des risques de feux de forêt et n'identifie ainsi aucune commune soumise à ce risque. Le département s'est toutefois muni d'un plan départemental de protection des forêts contre les incendies approuvé par arrêté préfectoral en janvier 2007. Ce document a abouti à la production d'une carte définissant des niveaux d'aléas pour tous les espaces, essentiellement boisés, jugés sensibles face aux risques d'incendie. La détermination de ce niveau d'aléa se base notamment sur le type de végétation/boisement identifié, sur les surfaces concernées ainsi que sur la pression de mise à feu qui correspond au « nombre de départ de feu par commune ».

Il est notable que les communes accueillant la ZIP sont concernées par plusieurs surfaces boisées continues de taille conséquente, dont plusieurs se positionnant au sein de l'aire d'étude immédiate et de la ZIP. Ces zones boisées sont les suivantes :

- Le bois de Neuvy au Sud de l'aire d'étude Immédiate. Ce boisement se compose essentiellement de feuillus et d'une partie centrale occupée par une forêt fermée de pins. Il est prolongé à l'Est par un bandeau forestier où se mélange plusieurs essences de feuillus.
- Le bois de la Gare à l'Est de l'aire d'étude immédiate occupant également l'extrémité orientale de la ZIP. Ce boisement se compose d'une partie Est occupée par des peuplements de chênes décidus et de secteurs Nord-Ouest et Sud-Ouest occupés par des exploitations sylvicoles où dominent les conifères.
- Le bois des Boules se situant approximativement au centre de la ZIP. Il se compose essentiellement de peuplements de chênes décidus purs, mais est occupé en son centre par une forêt fermée de conifères.

Selon le Plan départemental de protection des forêts contre les incendies, les peuplements de feuillus sont peu sensibles au départ de feu, contrairement aux essences de conifères. Cependant, les peuplements de pins et de sapins situés au sein des boisements installés sur l'aire d'étude immédiate et la ZIP, sont généralement de surface restreinte et souvent enclavés dans un écrin de feuillus. Les caractéristiques des boisements présents localement permettent de définir des valeurs d'aléa comprises entre très faible (feuillus) et faible (conifère). Les risques de feux de forêt apparaissent donc comme limités au droit du projet.



Carte 9 : Répartition des impacts de foudre sur le territoire français métropolitain

### Les tempêtes

Entre 1986 et 2010, 8 tempêtes ont été dénombrées en Deux-Sèvres. La dernière tempête majeure ayant concerné le département est la tempête Xynthia, les 27 et 28 février 2010. Elle a provoqué sur le littoral atlantique une catastrophe particulièrement meurtrière et dévastatrice. Des vents d'une vitesse d'environ 161 km/h ont été enregistrés dans les Deux-Sèvres.



### III.3. Environnement matériel

Les distances indiquées ci-après sont mesurées à partir du centre du mât de chacune des éoliennes.

#### I. VOIES DE COMMUNICATION

Le tableau suivant recense l'ensemble des réseaux de communication présents dans les limites du périmètre d'étude.

La départementale D748 traverse la frange occidentale de l'aire d'étude immédiate selon un axe nord/sud et connecte les bourgs de La Chapelle-Saint-Laurent et Neuvy-Bouin. Cette voirie passe au plus près à 1 095 mètres à l'ouest de la Zone d'Implantation Potentielle. La moyenne journalière annuelle du trafic routier « tout véhicule » sur cette voie oscillait entre 500 et 2000 véhicules par jour en 2016, dont 150 à 300 poids lourds.

La départementale D19 traverse la frange septentrionale de l'aire d'étude immédiate selon un axe ouest/est et connecte les bourgs de La Chapelle-Saint-Laurent et Clessé. Cette voirie passe au plus près à 342 mètres au nord de la Zone d'Implantation Potentielle.

La départementale D177 part du bourg de Clessé pour aller vers le nord et la commune de Chiché. Cette route ne concerne qu'une infime partie à l'est de l'aire d'étude immédiate.

La départementale D143 traverse l'aire d'étude immédiate approximativement en son centre, et la ZIP au niveau de sa branche sud-est. Cette voirie relie le bourg de Clessé à la D748.

Les départementales D139, D136 et D140 sont des routes de desserte locale desservant les trois principaux bourgs du territoire du projet en les connectant notamment à la D748. Ces différentes voies ne concernent que les extrémités de l'aire d'étude immédiate et se trouvent à distance de la ZIP.

Aucune voie ferrée en activité, ni aucune voie navigable n'est présente dans l'aire d'étude immédiate ou à proximité.

Toutes les voies de communications sont représentées ci-après sur la carte des voies de communication.

Tableau 8 : Caractérisation des voies de communication les plus proches du projet éolien des Trois Sentiers

Type de transport	Voie	Commune	Distance minimale / installation	Caractérisation / Trafic journalier
Routier	Chemin rural de la Barbère au Bois de la Coudre	La Chapelle-Saint-Laurent	434 m (E1)	Fréquentation locale
	Chemin rural de la Tullerie au Bois des Boules	La Chapelle-Saint-Laurent	430 m (E1) 288 m (E2)	Fréquentation locale
	Chemin rural de Pugny aux Grandes Galandières	Limite communale La Chapelle-Saint-Laurent et Neuvy-Bouin	138 m (E3)	Fréquentation locale
	Chemin rural de Pugny à Hérilsson	Neuvy-Bouin	113 m (E3)	Fréquentation locale
	Chemin rural de la Grande Motte	Neuvy-Bouin	42 m (E4)	Fréquentation locale
Ferroviaire	-	-	-	-
Fluvial	-	-	-	-
Aérien	-	-	-	-

La distinction entre chemin d'exploitation, chemin rural, voie communale et liaison locale repose uniquement sur les caractéristiques physiques des voies, goudronnées ou non. On constate que le périmètre d'étude comporte un certain nombre d'infrastructures de transport (représentées sur la carte ci-après) constitué de chemins ruraux. La fréquentation de ces chemins est très faible.

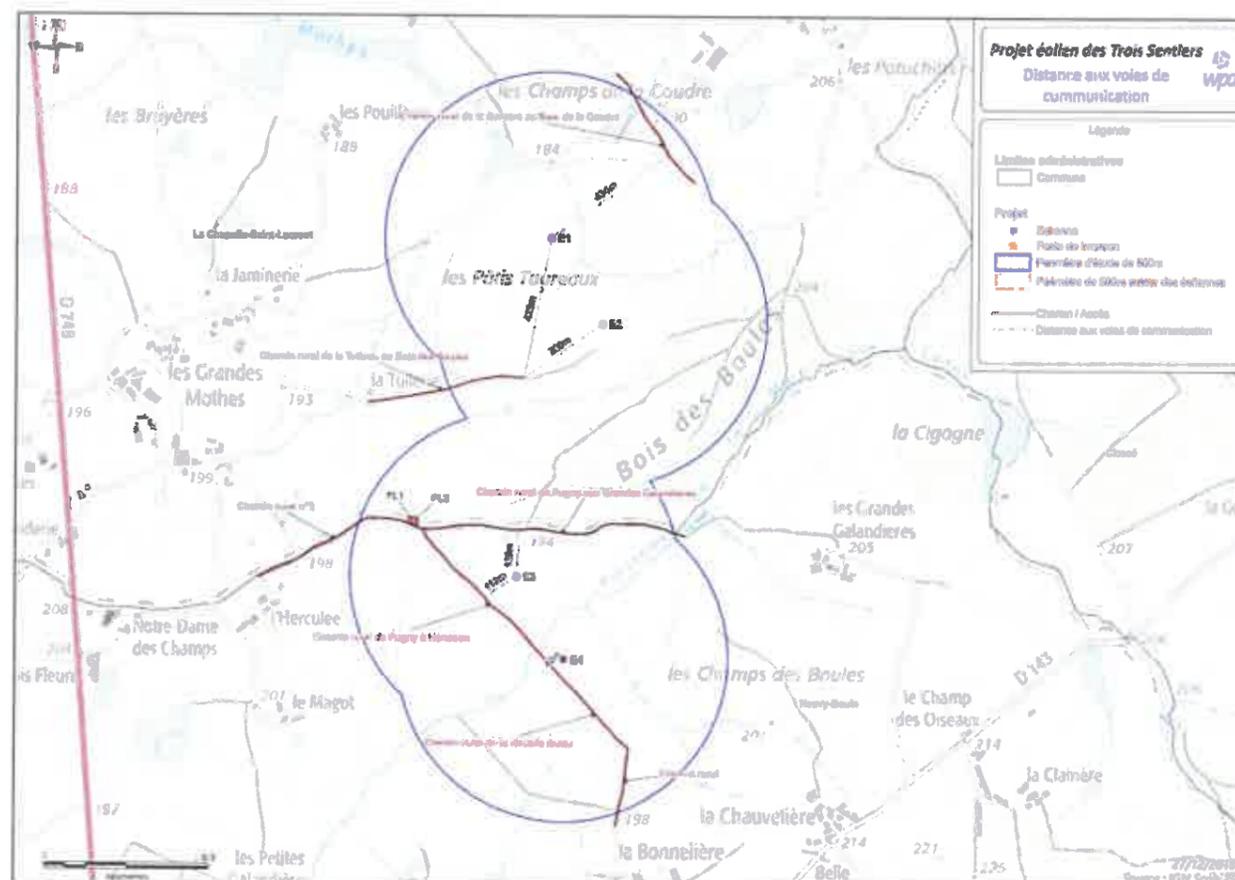
Toutes les voies de communication incluses dans les périmètres d'étude seront traitées en tant que « Terrain aménagé et peu fréquenté » puisque leur fréquentation reste inférieure à 2000 véhicules/jour.

#### Chemin de randonnée :

Un chemin de randonnée Inscrit au PDIPR traverse le périmètre de 500 mètres autour des éoliennes. Il traverse ce périmètre via les chemins ruraux suivants : Le chemin rural de Pugny aux Grandes Galandières, le chemin rural n°2, le chemin rural de Pugny à Hérilsson, le chemin rural de la Grande Motte.

Sa portée est uniquement locale, et sa fréquentation est très ponctuelle.

L'ensemble des voies empruntées par ce chemin de randonnée ont été traitées en tant que « terrains aménagés mais peu fréquentés ».



Carte 10 : Voies de communication dans le périmètre des 500 m aux éoliennes

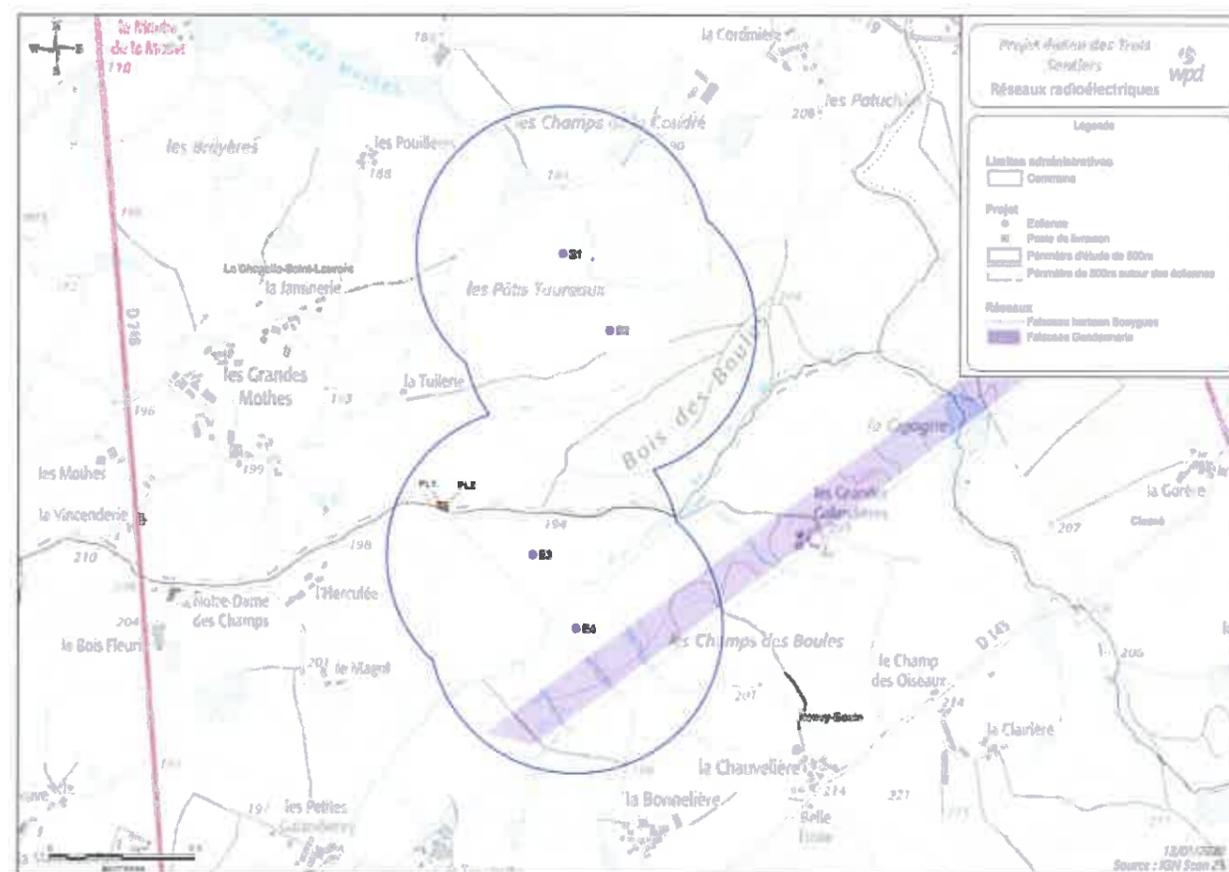


## 2. Enquêtes et réseaux publics et privés

Les consultations des sociétés de transport de gaz, d'électricité et d'hydrocarbures telles que GrDF, GRTgaz ou Enedis n'ont révélé l'existence de réseaux publics et privés traversant le périmètre de 500 m autour des éoliennes.

Le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes est en revanche traversé par le faisceau hertzien de Bouygues et le faisceau de la gendarmerie.

La localisation de ces ouvrages par rapport au projet éolien des Trois Sentiers est explicitée dans la carte ci-après.



Carte 11 : Emprises et réseaux publics et privés

### Zones correspondant à une densité de 1 personne par tranche de 10 ha

En ce qui concerne les voies présentes sur le site, il s'agit de chemins ruraux, correspondant à des zones aménagées mais peu à très peu fréquentées. On considère donc une fréquentation de 1 personne par tranche de 10 ha. On peut noter le survol du CR de la grande Motte sur la zone d'étude qui passe à 42 mètres de l'éolienne E4. Les autres voies se trouvent au minimum à 113 mètres des éoliennes.

### Localisation des biens, structures et autres établissements

Aucune habitation ne se situe dans le périmètre de 500 mètres autour des éoliennes. La maison la plus proche est située à 702 mètres au minimum (Lieu-dit de L'Herculée).

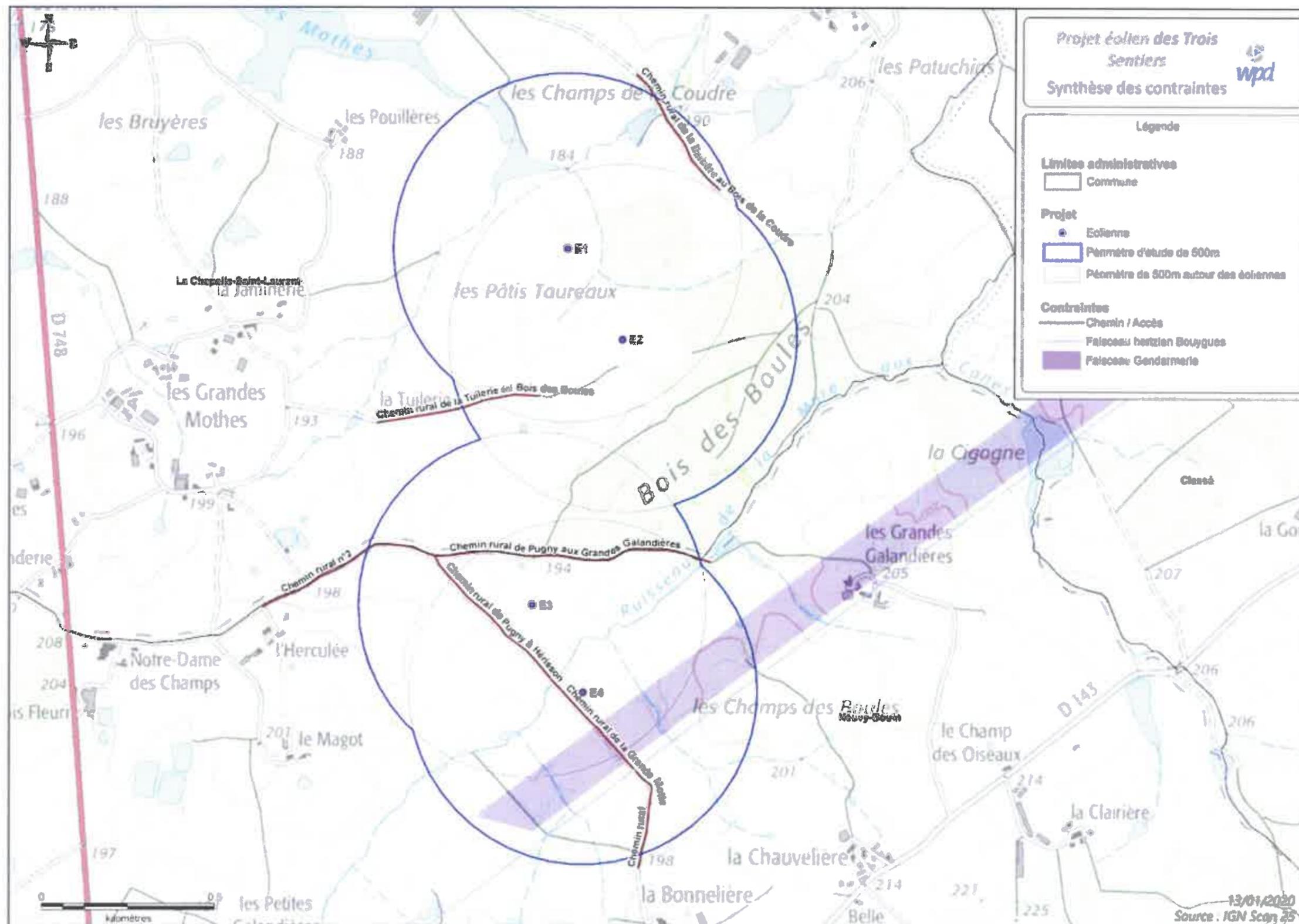
## IV. Cartographie de synthèse

Les cartes de synthèse des contraintes et de destinations des terrains sont présentes sur les pages suivantes.

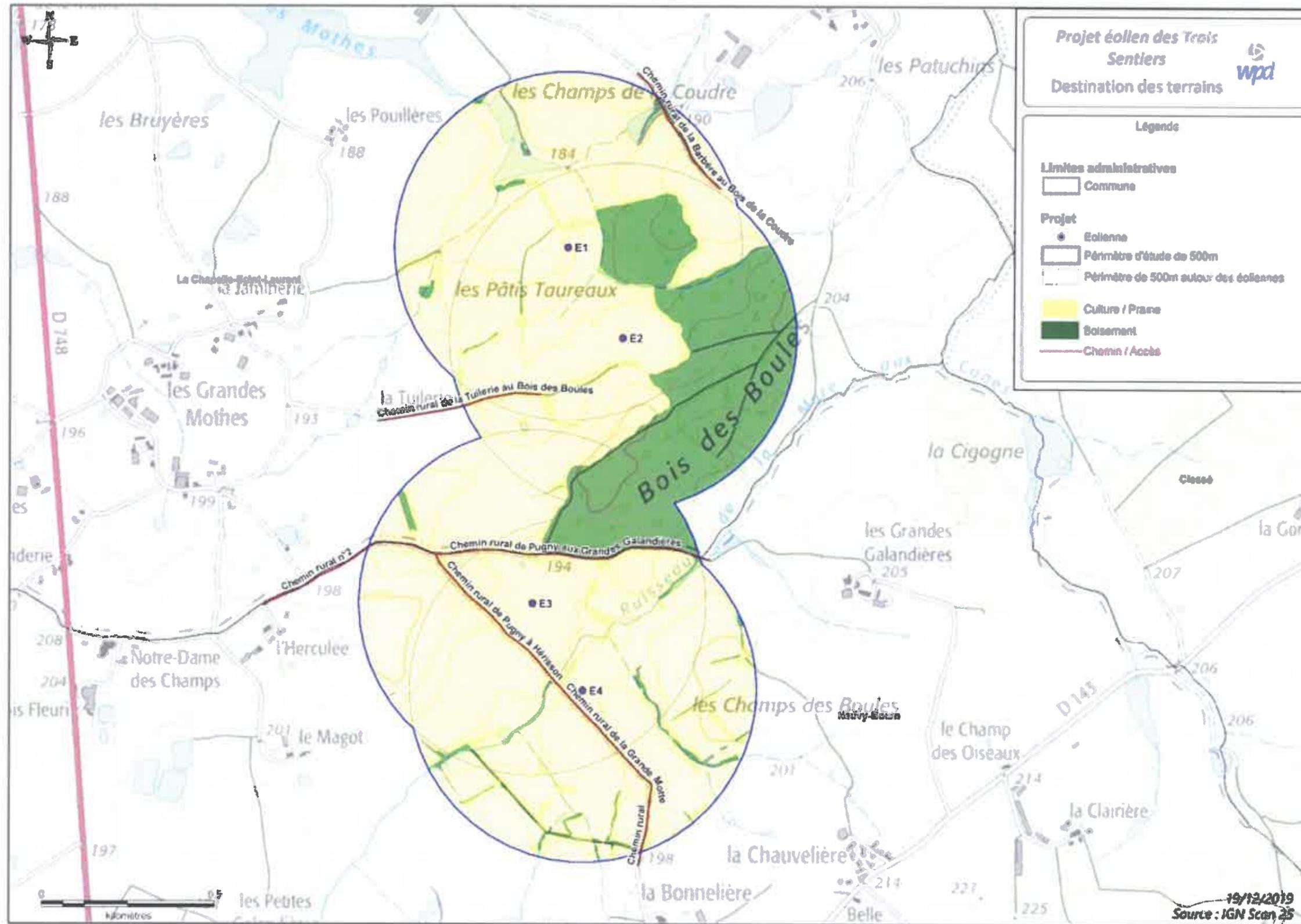
Le nombre de personnes exposées est renseigné selon la fiche n°1 « Éléments pour la détermination de la gravité dans les études de dangers » de la circulaire du 10 mai 2010 (présentée en annexe).

### Zones correspondant à une densité de 1 personne par tranche de 100 ha

Dans le périmètre d'étude de 500 mètres autour des éoliennes, on trouve en majeure partie des zones non aménagées peu à très peu fréquentées (champs, prairies, boiselements, etc.). Cette catégorie correspond à une densité de 1 personne par tranche de 100 ha.



Carte 12 : Synthèse des contraintes



Carte 13 : Destination des terrains



## V. Description de l'installation

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'organisation et le fonctionnement de l'installation envisagée, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente, au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment. Le détail des caractéristiques techniques de l'installation est présenté dans le DDAE du projet éolien des Trois Sentiers.

### V.1: Caractéristiques de l'installation

#### 1. Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe V.3.1) :

- Plusieurs éoliennes fixées 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 câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;
- Un réseau de chemins d'accès ;
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

#### 2. Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. 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. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - Le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - Le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
  - Le système de freinage mécanique ;
  - Le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
  - Les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
  - Le ballage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

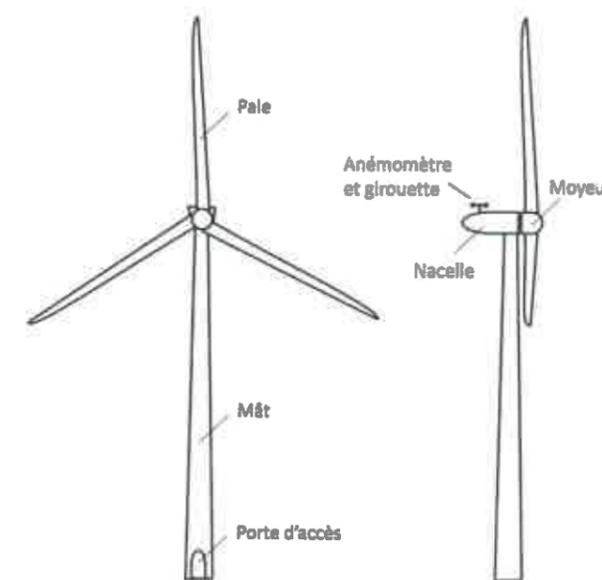


Figure 4 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

#### 3. Emprises 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.

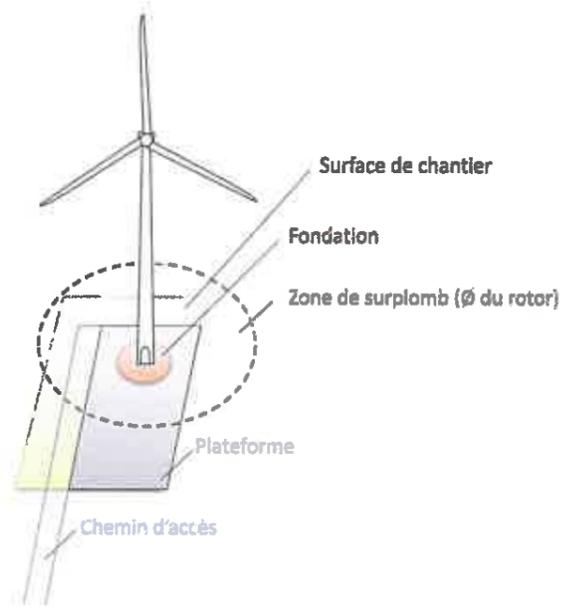


Figure 5 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

#### 4. 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 forestières et/ou agricoles.

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

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

#### 5. Raccordement électrique souterrain

Le raccordement électrique souterrain est le réseau de câbles interne au parc éolien. Il permet de diriger l'électricité produite par les éoliennes vers le poste de livraison.

Le raccordement électrique souterrain sera établi suivant les prescriptions de l'arrêté technique du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les réseaux de distribution d'énergie électrique.

Les ouvrages seront conçus et réalisés suivant l'état de l'art, la réglementation et les normes en vigueur, notamment les normes NF C 15-100 (installations électriques basse tension), NF C 13-100 (postes de livraison), NF C 13-200 (installations électriques haute tension), NF C 33-226 (conception des câbles) et NF C 20-030 (protection contre les chocs électriques).

Des informations plus détaillées concernant le réseau électrique souterrain (caractéristiques techniques, longueurs de tranchées, etc.) figurent dans le DDAE et l'étude d'impact du projet éolien des Trois Sentiers.

#### 6. Activité de maintenance

L'activité principale du projet éolien des Trois Sentiers est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent, avec des éoliennes de hauteur totale maximale de 175 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

#### 7. Caractéristiques de l'installation

Le projet éolien des Trois Sentiers est constitué de 4 aérogénérateurs et de 2 postes de livraison, situés sur des parcelles agricoles, sur les communes de La Chapelle-Saint-Laurent et Neuvy-Bouin. Il est envisagé, au moment de la rédaction de cette étude différents types d'aérogénérateurs compris dans un gabarit dont la hauteur maximale est de 175 m en bout de pale, la puissance nominale unitaire est de 3,8 MW maximum et dont le rotor est de 126 mètres de diamètre maximum.

Dans un souci de maximisation des risques, l'étude détaillée des risques sera effectuée en utilisant les paramètres les plus pénalisants compte tenu du gabarit retenu. La description du fonctionnement de l'installation s'appuiera sur un modèle générique reprenant des caractéristiques maximales des éoliennes incluses dans le gabarit (hors hauteur de moyeu pour atteindre la hauteur en bout de pale maximum) :

- Hauteur maximale totale en bout de pales : Ht = 175 mètres ;
- Longueur de pale maximale : R = 63 mètres ;
- Hauteur du moyeu : H = 112 mètres ;
- Largeur du mât : L = 4,5 mètres ;
- Largeur de la pale à sa base (largeur maximale de la pale) : LB = 4 mètres.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison dans le système de coordonnées Lambert 93 et WGS 84 :

Tableau 9 : Coordonnées géographiques (Lambert 93 et WGS 84) des éoliennes du projet éolien des Trois Sentiers

Eolienne	Coordonnées en Lambert 93		Coordonnées en WGS84		Altitude en m NGF	
	X	Y	Latitude	Longitude	au sol	En hauteur totale (pale à la verticale)
E1	436 496	6 629 652	46,7151444	0,4506832	190	365
E2	436 654	6 629 392	46,7128677	0,4484682	192	367
E3	436 395	6 628 628	46,7058932	0,4514184	194	369
E4	436 544	6 628 375	46,7036760	0,4493254	193	368

Tableau 10 : Coordonnées géographiques (Lambert 93 et WGS 84) des postes de livraison du projet éolien des Trois Sentiers

Poste de livraison	Coordonnées en Lambert 93		Coordonnées en WGS84	
	X	Y	Latitude	Longitude
PDL 1	436 080	6 628 796	46,7072805	0,4556337
PDL 2	436 093	6 628 793	46,7072586	0,4554620

Le raccordement électrique au réseau public de l'installation se fera en réseau enterré (20 kV) jusqu'aux postes de livraison. Les postes de livraison se situent sur la commune de La Chapelle-Saint-Laurent.

Des voies d'accès secondaires seront créées ou aménagées afin d'atteindre le site d'accueil de chaque éolienne. Ces pistes doivent être suffisamment larges (6 mètres au minimum dont 5 mètres de bande roulante et 0,5 mètres d'acotement de part



et d'autre de la bande rouillante) pour permettre l'acheminement de toupies béton et de transporteurs lourds (grue de levage, composants des éoliennes). Ces accès seront carrossables et permettront aux services d'incendie et de secours d'intervenir, comme le prévoit l'Article 7 de l'arrêté du 26 août 2011 faisant passer les aérogénérateurs sous le régime des ICPE soumises à autorisation.

Des plateformes de montage seront localisées au pied de chaque éolienne pour une surface d'environ 7965 m<sup>2</sup> au total pour l'ensemble des éoliennes. Les surfaces correspondent à des aires stabilisées de faible pente sur lesquelles les engins de terrassement et d'approvisionnement peuvent évoluer. Elles servent également aux grues qui vont assembler les éoliennes. Le revêtement est sensiblement identique à celui des voies d'accès. Le plan des abords en page suivante représente ces surfaces.



### LEGENDE

#### Chantier

⊕ éolienne et fondation (— partie aérienne de la fondation)

⊙ emprise autorisée par les plans

#### Eolienne 1

⊙ numéro d'éolienne

⊙ poste de livraison

▨ aire de montage

▬ chemin à créer

▬ chemin existant à renforcer

▬ chemin temporaire

▬ chemins existants relevés par géomètre

▬ haies relevées par géomètre

▬ zone dégagée de tout obstacle

▬ câblage électrique souterrain

▬ câblage électrique dans fourreau

#### Plantations

▬ position d'arbres isolés déterminée par géomètre

▬ haies relevées par géomètre

▬ position estimative des haies déterminée par vue aérienne

▬ position estimative des bois déterminée par vue aérienne

#### Divers

▬ limite section

▬ réseau

▬ réseau intermittent

Carte 14 : Plan des abords du projet éolien des Trois Sentiers



## V.2. Fonctionnement de l'installation

### 1. Fonctionnement de l'installation 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 vitesse de vent d'environ 3m/s et que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor, l'éolienne fournit sa puissance maximale quand une certaine vitesse de vent est atteinte. Cette puissance est dite « nominale ».

### 2. Démarrage de l'éolienne

90 secondes après le démarrage de l'éolienne par le vent, les pales du rotor sont sorties de la position drapeau et sont mises en mode de « fonctionnement au ralenti ». L'éolienne tourne alors à faible vitesse.

La procédure de démarrage automatique est lancée lorsque la vitesse moyenne du vent mesurée pendant 3 minutes consécutives est supérieure à la vitesse de vent requise pour le démarrage (3m/s).

L'énergie produite est injectée sur le réseau de distribution dès que la limite inférieure de la plage de vitesse est atteinte. La connexion au réseau par le biais d'un circuit Intermédiaire de courant continu et de convertisseurs évite les courants de démarrage élevés pendant la procédure de démarrage.

### 3. Fonctionnement normal

Dès que la phase de démarrage de l'éolienne est terminée, l'éolienne est en fonctionnement normal. Les conditions de vent sont relevées en permanence pendant ce temps. La vitesse de rotation, le débit de puissance et l'angle des pales sont constamment adaptés aux changements du régime des vents, la position de la nacelle est ajustée en fonction de la direction du vent et l'état de tous les capteurs est enregistré. La puissance électrique est contrôlée par l'excitation du générateur. Au-dessus de la vitesse de vent pour laquelle la puissance nominale est atteinte, la vitesse de rotation est également maintenue à une valeur nominale par le réglage de l'angle des pales.

En cas de températures extérieures et de vitesses de vent élevées, le système de refroidissement se met en route.

### 4. Fonctionnement en charge partielle

En fonctionnement en charge partielle, la vitesse et la puissance sont adaptées en permanence aux changements du régime des vents. Dans la plage supérieure de charge partielle, l'angle des pales du rotor est modifié de quelques degrés pour éviter une distorsion de l'écoulement (effet de décrochage).

Le régime de rotation et la puissance augmentent au fur et à mesure de l'augmentation de la vitesse du vent.

### 5. Fonctionnement de régulation

Au-dessus de la vitesse de vent pour laquelle la puissance nominale est atteinte, la vitesse de rotation est maintenue à peu près à sa valeur nominale grâce au réglage de l'angle des pales, et la puissance prélevée dans le vent est limitée (« mode de commande automatique »).

Le changement requis de l'angle des pales est déterminé après analyse du régime de rotation et de l'accélération, puis transmis à l'entraînement d'inclinaison des pales. La puissance conserve ainsi sa valeur nominale. L'éolienne s'arrête si la vitesse du vent atteint 25 m/s (cf. « Arrêt automatique »)

### 6. Modes de fonctionnement d'urgence

Si l'éolienne est arrêtée (par exemple en raison de l'absence de vent ou suite à un dérangement), les pales se mettent généralement dans une position de 60° par rapport à leur position opérationnelle. L'éolienne tourne alors à faible vitesse. Si la vitesse de ralenti est dépassée (moins de 3 trs/min environ), les pales de rotor s'inclinent pour se mettre en position drapeau. Ces conditions portent le nom de « fonctionnement au ralenti ». Le fonctionnement au ralenti réduit les charges et permet à l'éolienne de redémarrer dans de brefs délais. Un message d'état indique la raison pour laquelle l'éolienne a été arrêtée, passant donc en fonctionnement au ralenti.

### 7. Arrêt de l'éolienne

L'éolienne peut être arrêtée manuellement (Interrupteur Marche/Arrêt) ou en actionnant le bouton d'arrêt d'urgence.

Le système de commande arrête l'éolienne en cas de dérangement, ou encore si les conditions de vent sont défavorables (voir figure ci-dessous).

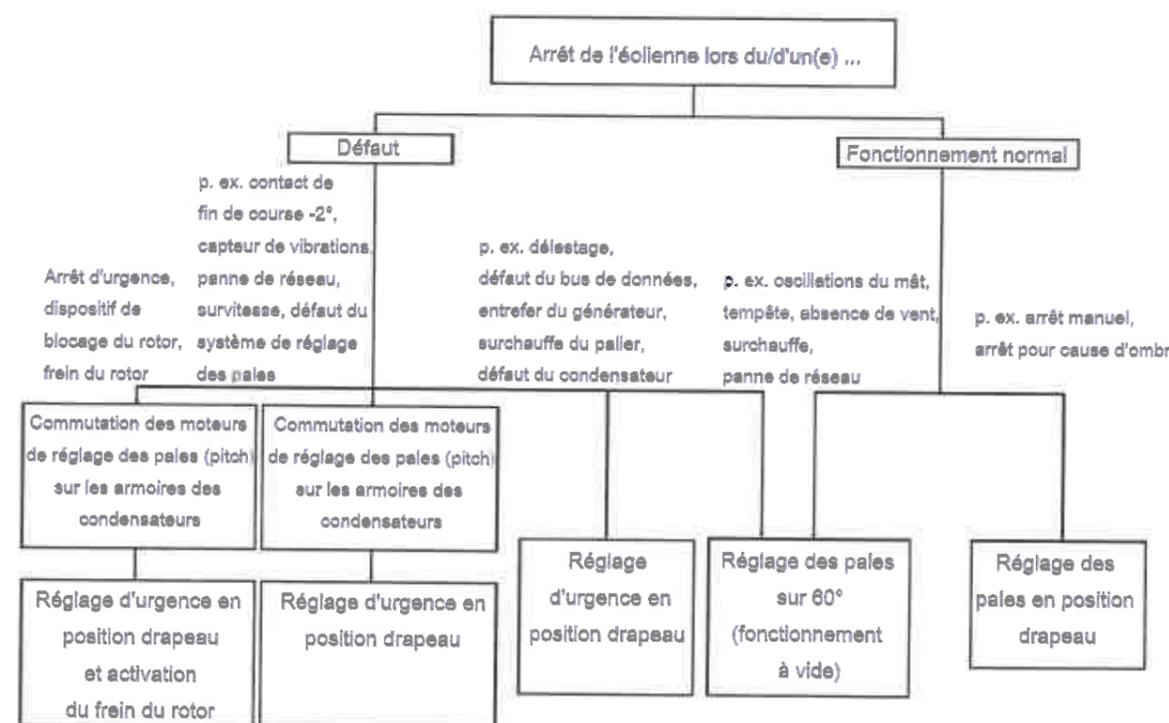


Figure 2 : Arrêt d'une éolienne (source : ENERCON)

### 8. Arrêt automatique

Les éoliennes sont freinées de façon aérodynamique grâce aux dispositifs d'inclinaison des pales (pitch) qui mettent les pales « en drapeau », c'est-à-dire dans la position offrant la moindre résistance au vent possible. Ce système de freinage permet à l'éolienne de passer de sa puissance nominale à une puissance nulle en 10 à 15 secondes sans que l'arbre d'entraînement ne subisse les fortes contraintes occasionnées par l'action d'un frein mécanique. Chaque pale dispose d'un pitch indépendant les uns des autres. La mise en drapeau d'une seule pale suffit à arrêter l'éolienne, il est donc fait possible d'arrêter l'éolienne même si l'un des moteurs de pitch est défaillant.

L'éolienne s'arrête automatiquement en cas de défaut. Lorsque l'éolienne est à l'arrêt, le rotor n'est pas bloqué, cela permet de limiter les charges qui s'exercent sur le rotor.



### 9. Arrêt manuel

En cas d'arrêt manuel, via les boutons d'arrêt d'urgence, en plus du frein aérodynamique, le frein électro mécanique s'enclenche, ralentissant au maximum les mouvements résiduels du rotor et permettant un verrouillage du rotor.

Le verrouillage du rotor est notamment actionné en cas de maintenance pour assurer la sécurité des techniciens.

### 10. Arrêt en cas de vent

Si l'éolienne est en service, mais que l'absence de vent fait trop ralentir le rotor, l'éolienne passe en mode de fonctionnement au ralenti par l'inclinaison lente des pales du rotor dans une direction de 60°. L'éolienne reprend automatiquement son fonctionnement une fois que la vitesse de vent de démarrage est de nouveau atteinte.

## V.3. Sécurité de l'installation

### 1. Tempête / Système Storm Control

Certains constructeurs d'éoliennes disposent d'un système de contrôle spécial leur permettant de fonctionner par temps de tempête. Ceci signifie que, par vents très forts, l'éolienne travaille en mode bridé, ce qui évite les arrêts qui conduiraient à des pertes de production considérables.

Lorsque le mode tempête est activé la vitesse nominale est réduite linéairement pour une vitesse de vent définie pour chaque type d'éolienne. La limitation de la vitesse nominale a comme conséquence la réduction de la puissance à partir d'une autre vitesse de vent spécifique au type d'éolienne. L'éolienne est uniquement arrêtée à partir d'une vitesse de vent supérieure à 34 m/s (valeur moyenne sur 10 minutes). A titre de comparaison, lorsque le mode tempête est désactivé l'éolienne, est arrêtée à une vitesse de vent de 25 m/s environ (valeur moyenne sur 3 minutes).

### 2. Dévissage des câbles

Les câbles de puissance et de commande de l'éolienne se trouvant dans le mât sont passés depuis la nacelle sur un dispositif de guidage et fixés aux parois du mât.

Les câbles ont suffisamment de liberté de mouvement pour permettre à la nacelle de tourner plusieurs fois dans la même direction autour de son axe, ce qui entraîne toutefois progressivement une torsion des câbles. Le système de commande de l'éolienne fait en sorte que les câbles vrillés soient automatiquement dévillés.

Lorsque les câbles ont tourné deux ou trois fois autour d'eux-mêmes, le système de commande utilise la prochaine période de vent faible pour les déviller. Si le régime des vents rend cette opération impossible, et si les câbles se sont tournés plus de trois fois autour d'eux-mêmes, l'éolienne s'arrête et les câbles sont dévillés indépendamment de la vitesse du vent. Le dévissage des câbles prend environ une demi-heure. L'éolienne redémarre automatiquement une fois les câbles dévillés.

Les capteurs chargés de surveiller la torsion des câbles se trouvent dans l'unité de contrôle de la torsion des câbles. Le capteur est connecté à la couronne d'orientation par une roue de transmission et une boîte de vitesse. Toute variation de la position de la nacelle est transmise au système de commande.

En outre, deux interrupteurs de fin de course, un de chaque côté, gauche et droit, signalent tout dépassement de la plage opérationnelle autorisée dans une direction ou dans l'autre. Cela évite que les câbles du mât ne vrillent encore davantage. L'éolienne s'arrête et ne peut être redémarrée automatiquement.

### 3. Arrêt automatique

En fonctionnement, les éoliennes sont exclusivement freinées d'une façon aérodynamique par inclinaison des pales en position drapeau. Pour ceci, les trois entraînements de pales indépendants mettent les pales en position de drapeau (c'est-à-dire « les décrochent du vent ») en l'espace de quelques secondes. La vitesse de l'éolienne diminue sans que l'arbre d'entraînement ne soit soumis à des forces additionnelles.

Même qu'une seule pale en drapeau (frein aérodynamique) suffise à stopper l'éolienne, cette dernière possède 3 freins aérodynamiques indépendants (un frein par pale).

Le rotor n'est pas bloqué même lorsque l'éolienne est à l'arrêt, il peut continuer de tourner librement à très basse vitesse. Le rotor et l'arbre d'entraînement ne sont alors exposés à pratiquement aucune force. En fonctionnement au ralenti, les paliers sont moins soumis aux charges que lorsque le rotor est bloqué.

L'arrêt complet du rotor n'a lieu qu'à des fins de maintenance et en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence. Dans ce cas, un frein d'arrêt supplémentaire se déclenche lorsque le rotor freine partiellement, les pales s'étant inclinées. Le dispositif de blocage du rotor ne peut être actionné que manuellement et en dernière sécurité.

En cas d'urgence (par exemple, en cas de coupure du réseau), chaque pale du rotor est mise en sécurité en position de drapeau par son propre système de réglage de pale d'urgence alimenté par batterie. L'état de charge et la disponibilité des batteries sont garantis par un chargeur automatique.

### 4. Système de détection de survitesse

La machine possède 3 capteurs placés dans le support du rotor de la génératrice. Ce capteur est une masselotte montée sur ressort. Lorsque la force centrifuge du rotor est trop importante (cas de la survitesse), le déplacement de cette masselotte atteint un capteur situé en bout de course.

La détection de survitesse est alors enclenchée et les pales reviennent en position drapeau (le système coupe l'alimentation électrique des pitch). Le redémarrage de l'éolienne suite à un arrêt par action du système de détection de survitesse nécessite un réenclenchement manuel dans la nacelle, après identification des causes.

### 5. Protection incendie

Tous les composants mécaniques et électriques de l'éolienne dans lesquels un incendie pourrait potentiellement se déclencher en raison d'une éventuelle surchauffe ou de court-circuit, sont continuellement surveillés par des capteurs lors du fonctionnement, et cela en premier lieu afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. Si le système de commande détecte un état non autorisé, l'éolienne est stoppée ou continue de fonctionner mais avec une puissance réduite. Le choix des matériaux est également un aspect clé de la protection incendie, par la conception en matériaux ignifuges, difficilement, ou non inflammables pour certains composants.

Des extincteurs manuels CO<sub>2</sub> dédiés à la protection contre l'incendie sont situés dans l'éolienne. Par ailleurs, lors des interventions, les techniciens emmènent également un extincteur dans leur véhicule de service. Lorsqu'un capteur de sécurité signale un défaut ou qu'un interrupteur correspondant se déclenche, l'éolienne est immédiatement stoppée (cf. § Arrêt automatique).

Les détecteurs de fumée et/ou les capteurs de température émettent des signaux qui sont immédiatement transmis au Service du constructeur par le système de surveillance à distance SCADA qui alerte alors immédiatement l'exploitant, par un message SMS et/ou email, qui prévient alors les pompiers. L'exploitant est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant la détection de l'incendie. Il sera capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Un plan d'évacuation permet au personnel d'évacuer l'éolienne en cas d'incendie. Le personnel dispose également d'une procédure d'urgence pour donner l'alerte vers les services de secours en cas d'incendie et est formé pour le faire.

### 6. Intervention des services de secours

Sur le projet éolien des Trois Sentiers, la caserne de La Chapelle-Saint-Laurent sera susceptible d'intervenir. Le site éolien étant situé à environ 10 minutes de la caserne (7 km par la RD748), il faut compter un délai d'intervention entre 20 et 30 minutes maximum.

La desserte en chemin d'accès du projet permettra aux véhicules de secours d'intervenir sur site.





## 7. Protection foudre

Les éoliennes sont équipées d'un système parafoudre qui conduit le courant émanant de l'impact de foudre aux points de mise à la terre sans dommage ou sans perturbation des systèmes.

- Le système de protection externe est conçu pour gérer un coup de foudre direct sur l'éolienne. La pointe de la pale est en aluminium moulé, et un profilé conducteur est relié par un anneau en aluminium à la base de la pale. Un coup de foudre est absorbé en toute sécurité par ces profilés et le courant de foudre est dévié vers la terre entourant la base de l'éolienne.
- La protection interne est conçue pour minimiser les dégâts et les interférences sur les équipements électriques et les composants électroniques à l'intérieur de l'éolienne grâce à une ligne équipotentielle, à une protection contre les surtensions et les perturbations électromagnétiques. Ainsi, les composants principaux tels que l'armoire de contrôle et la génératrice sont protégés par des parasurtenseurs. Toutes les autres platines possédant leur propre alimentation sont équipées de filtres à haute absorption. La partie télécommunication est protégée par des parasurtenseurs de lignes et une protection galvanique, et une liaison en fibre optique entre les machines permet une insensibilité à ces surtensions atmosphériques ou du réseau.

De même, l'anémomètre est protégé et entouré d'un arceau.

Le système de protection contre la foudre a été conçu pour atteindre un niveau de protection I selon la norme CEI 61400-24.

## 8. Système de détection de givre/glace

Dans certaines conditions météorologiques, les pales peuvent se recouvrir de glace, de givre ou d'une couche de neige. Ceci arrive le plus souvent lorsque l'air est très humide, ou en cas de pluie ou de neige et à des températures proches de 0°C.

Les dépôts de glace et de givre peuvent réduire le rendement et accroître la sollicitation du matériel (déséquilibre du rotor) et la nuisance sonore. La glace formée peut également présenter un danger pour les personnes et les biens en cas de chute ou de projection.

La commande de l'éolienne mesure, à l'aide de deux sondes de température indépendantes, la température de l'air sur la nacelle et en pied du mât, afin de détecter si les conditions sont propices à la formation de givre.

Les caractéristiques aérodynamiques des pales de rotor sont très sensibles aux modifications des contours et de la rugosité des profils de pale causées par le givre ou la glace. Le système de détection de givre/glace utilise la modification importante des caractéristiques de fonctionnement de l'éolienne (rapport vent/vitesse de rotation/ puissance/angle de pale) en cas de formation de givre ou de glace sur les pales du rotor.

Lorsque la température dépasse +2°C sur la nacelle, les rapports de fonctionnement spécifiques à l'éolienne (vent/puissance/angle des pales) sont identifiés comme étant des valeurs moyennes à long terme. Pour des températures inférieures à +2 °C (conditions de givre), les données de fonctionnement mesurées sont comparées aux valeurs moyennes à long terme.

Pour cela, une plage de tolérance, déterminée de manière empirique, est définie autour de la courbe de puissance de l'éolienne et de la courbe d'angle de pale. Celle-ci se base sur des simulations, des essais et plusieurs années d'expérience sur un grand nombre d'éoliennes de types variés. Si les données de fonctionnement concernant la puissance ou l'angle de pale sont hors de la plage de tolérance, l'éolienne est stoppée.

En cas de détection d'écarts de comportement de la machine, un compteur est incrémenté pour chaque mesure hors tolérance, à raison de 1 mesure par minute. Lorsque 30 mesures sont en dehors des tolérances, la machine s'arrête automatiquement pour détection de glace et envoie une alerte via le SCADA. Le délai maximum de 60 minutes de l'Article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 correspondant au passage des éoliennes à un régime ICPE soumis à autorisation est respecté.

<sup>2</sup> Détection efficace pour la partie de courbe correspondant à la montée en puissance vers sa valeur nominale (détection d'écart standard : +/- 1,2m/s). Les paramètres de tolérances sont ajustables dans une plage de +/- 0,6m/s à +/- 3m/s.

<sup>3</sup> Une fois que la machine fonctionne à sa puissance nominale, la courbe de puissance présente un plateau sur une large plage de vitesse de vent, rendant inopérante la tolérance définie précédemment pour la détection de glace ou de givre. Ainsi, pour les vitesses de vent

Les paramètres analysés par le système de sécurité sont :

- La vitesse de vent pour une puissance donnée<sup>2</sup>. La détection, l'alerte et l'arrêt se font dès la sortie de la machine de ces tolérances (Comme expliqué ci-dessus) ;
- La puissance produite, lorsque la machine fonctionne à sa puissance nominale<sup>3</sup> ;
- Grâce à l'étroitesse de la plage de tolérance, la coupure a lieu généralement en moins d'une heure, avant que l'épaisseur de la couche de glace ne constitue un danger pour l'environnement de l'éolienne.

La plausibilité de toutes les mesures liées à l'éolienne est contrôlée en permanence par la commande de l'éolienne. Une modification non plausible d'une valeur de mesure est interprétée comme un dépôt de glace par la commande et l'éolienne est stoppée.

Le redémarrage de l'éolienne suit une procédure bien définie.

supérieures à 10,5m/s une tolérance sur la puissance produite permet donc de détecter les comportements déviant de la courbe de puissance normale (valeur de tolérance standard : 75% ; minimale : 100% ; maximale : 50%).





## 9. Système de fermeture des portes

L'accès à l'intérieur de l'éolienne ne peut se faire que par la porte de service située au pied du mât. Cette porte est dotée d'un verrou à clé. Un dispositif manuel permet d'ouvrir et de fermer le verrou de la porte depuis l'intérieur, même si la clé se trouve à l'extérieur de la porte. De plus, l'accès aux postes de livraison est également fermé à clef.

Un détecteur avertit les personnels d'exploitation et de maintenance en cas d'ouverture d'une porte d'accès à une éolienne.

## 10. Balisage des éoliennes

En application de l'article R.244-1 du Code de l'aviation civile, à l'extérieur des zones grevées de servitudes de dégagement, l'établissement de certaines installations qui, en raison de leur hauteur, pourraient constituer des obstacles à la navigation aérienne est soumis à autorisation spéciale du Ministre chargé de l'aviation civile et du Ministre de la défense.

L'arrêté du 25 juillet 1990 précise également que, ne peuvent être soumises à un balisage diurne et nocturne que les installations dont la hauteur en un point quelconque au-dessus du niveau du sol ou de l'eau est supérieure à :

- 80 mètres, en dehors des agglomérations ;
- 130 mètres, dans les agglomérations ;
- 50 mètres, dans certaines zones où les besoins de la circulation aérienne le justifient.

Les éoliennes du projet éolien des Trois Sentiers seront ainsi balisées, en application de l'article R.244-1 du Code de l'aviation civile et de l'article 2 de l'arrêté du 25 juillet 1990 susvisé.

Le balisage sera également conforme aux exigences de l'Aviation civile (DGAC) et de l'Armée de l'Air ainsi qu'à l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à réalisation du balisage des obstacles de navigation aérienne. Les dispositions de cet arrêté entreront en vigueur au 1<sup>er</sup> février 2019.

Ainsi, conformément à la législation en vigueur, les éoliennes seront équipées de feux de signalisation diurne et nocturne.

- Le balisage lumineux de jour sera assuré par des feux d'obstacle de moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 cd) permettant la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).
- Le balisage lumineux de nuit, sera assuré par des feux d'obstacles de type B à éclats rouges et de moyenne intensité (2 000 candelas) pour les éoliennes « principales » et de faible intensité (200 candelas) pour les éoliennes « secondaires ». L'arrêté intègre une distinction entre éolienne « principale » et éolienne « secondaire ». Les éoliennes situées au niveau des sommets du polygone constituant la périphérie du champ éolien sont des éoliennes principales, leur balisage suit les préconisations vues précédemment (type B, feux à éclats rouges de 2 000 cd).

Dans le cadre du projet des Trois Sentiers, les éoliennes ne sont pas alignées. Ainsi les éoliennes E1 et E4 seront balisées comme éoliennes principales en période nocturne tandis que les éoliennes E2 et E3 auront un balisage secondaire (rouge fixe de 2000 cd ou « feux sommitaux pour éoliennes secondaires » à éclats rouges de 200 cd).

Dans le cas d'une éolienne dont la hauteur totale supérieure est supérieure à 150 m, comme c'est le cas ici, le balisage par feux moyenne intensité décrit ci-dessus est complété par des feux d'obstacles basse intensité de type B (rouges fixes 32 cd) installés sur le fût à 45 m de hauteur. Ils doivent assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

Sur le projet éolien des Trois Sentiers, il y aura un balisage intermédiaire à 45 mètres.

Les feux à éclats seront synchronisés au sein du parc éolien.

## 11. Protection contre le risque de fuite dans la nacelle

Les nacelles des éoliennes sont conçues de sorte que tout écoulement accidentel de liquide provenant d'éléments de la nacelle (huile multiplicateur et liquide de refroidissement principalement) est récupéré dans un bac de rétention. Un réservoir situé dans la tour de l'éolienne, permet ensuite de recueillir les produits de fuite temporairement avant leur évacuation par les moyens appropriés. Des vérifications des niveaux sont également partie intégrante des opérations de maintenance préventive.

## 12. Surveillance des principaux paramètres

Un système de surveillance complet garantit la sécurité de l'éolienne. Toutes les fonctions pertinentes pour la sécurité (par exemple : vitesse du rotor, températures, charges, vibrations) sont surveillées par un système électronique et, en plus, là où cela est requis, par l'intervention à un niveau hiérarchique supérieur de capteurs mécaniques. L'éolienne est immédiatement arrêtée si l'un des capteurs détecte une anomalie sérieuse.

Les alertes relatives au fonctionnement de la machine sont remontées automatiquement par le système SCADA des éoliennes. Un SMS et un courrier électronique est envoyé au personnel de windmanager et au constructeur en charge de la maintenance en cas d'alerte, 7j/7 et 24h/24. De même, le constructeur en charge de la maintenance est informé de toute alerte via les informations remontant par le système SCADA des éoliennes.

Le cas échéant, le personnel de maintenance habilité intervient alors sur site.

Les nombreux capteurs de température implantés dans les équipements de la nacelle permettent également la mise à l'arrêt de l'éolienne sur détection d'une température anormalement haute, ce qui permet la mise en sécurité (freinage aérodynamique de l'éolienne) de l'éolienne en cas d'échauffement matériel ou en cas de départ d'incendie (compte tenu de la répartition des équipements dans le volume de la nacelle, un éventuel départ d'incendie est susceptible d'être détecté en tout point).

La réponse est efficace en quelques dizaines de secondes selon les conditions, ce qui est une réponse adaptée à la cinétique des phénomènes envisagés.

## V.4. Opérations de maintenance de l'installation

### 1. Certification des éoliennes

Les éoliennes sont conformes à la norme IEC 61 400-24 et à la Directive « Machines » du 17 mai 2006 ainsi qu'à la norme NF EN 61400-1 (juin 2006) ou CEI 61400-1 (version 2005) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'UE.

Les éoliennes sont mises à la terre et l'installation répond aux dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010).

La société Energie des Trois Sentiers tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

### 2. Système de surveillance à distance

L'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation (articles 12 à 21). La maintenance des éoliennes sera assurée par le constructeur ou par un prestataire extérieur. Le suivi de production sera quant à lui assuré par windmanager, filiale française du groupe wpd chargé des aspects techniques et opérationnels de l'exploitation des parcs éoliens.

Un système de surveillance à distance ou «SCADA» (Supervisory Control And Data Acquisition) permet d'assurer un suivi en temps réel du fonctionnement de l'éolienne et d'intervenir rapidement en cas de dysfonctionnement. Il permet également de relancer aussitôt les éoliennes si les paramètres requis sont validés et les alarmes traitées. Par contre, en cas d'arrêt liés à des déclenchements de capteurs de sécurité (déclenchement détecteur d'arc ou d'incendie, pression basse, huile, etc.) une



intervention humaine sur l'éolienne est nécessaire pour examiner l'origine du défaut et acquitter l'alarme avant de pouvoir relancer un démarrage.

La société wpd windmanager, filiale française de wpd pour assurer la maintenance de ses parcs en exploitation, assure cette surveillance continue via le système SCADA. Les techniciens sont basés à Arras et à Brême en Allemagne. Les numéros de téléphone à contacter en cas d'urgence sont indiqués au pied de chaque éolienne.

Généralement, un programme de maintenance s'établit à trois niveaux préventifs :

- Niveau 1 : vérification semestrielle des équipements mécaniques et hydrauliques,
- Niveau 2 : vérification annuelle des matériaux (soudures, corrosions), de l'électronique et des éléments de raccordement électrique,
- Niveau 3 : vérification tous les quatre ans de plus grande 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. La première année d'exploitation est sujette à un plus grand nombre d'interventions. Elles servent à affiner les paramètres de réglages des éoliennes. Une série de visites de maintenance corrective est à prévoir. Par la suite, tout changement dans la production ou avarie technique sera indiquée via le système de supervision à l'exploitant du parc et fera l'objet d'une intervention de l'équipe de techniciens.

La majorité des interventions est constituée d'opérations mineures pour lesquelles les techniciens interviennent en équipe de 2 sur le site. Si des pièces doivent être remplacées, un treuil situé dans la nacelle facilite la manipulation. En revanche, pour certaines interventions plus exceptionnelles (remplacement d'une pale ou d'éléments importants de la nacelle), la présence d'une grue est nécessaire.

### 3. Inspection visuelle

Lors des inspections visuelles, les points particuliers de vigilance sont axés sur les aspects suivants :

- Corrosion ;
- Dommages mécaniques (par ex. fissures, déformation, écaillage, câbles usés) ;
- Fuites (huile, eau) ;
- Unités incomplètes ;
- Encrassements / corps étrangers.

Ces opérations d'inspection sont faites au moins une fois par an.

### 4. Graissage et entretien

Les opérations de graissage visent à s'assurer du bon état des pièces mobiles et d'assurer un appoint ou de vidanger les huiles et lubrifiants.

L'ensemble des points à vérifier est précisé dans le Plan de Maintenance relatif au graissage défini pour chaque modèle d'éolienne.

### 5. Maintenance électrique

Les opérations de maintenance électrique visent à s'assurer du bon fonctionnement de tous les équipements électriques actifs (transformateurs, éclairage, mises à jour logicielles, etc.) et passifs (mises à la terre, etc.).

L'ensemble des points à vérifier est précisé dans le Plan de Maintenance Electrique défini pour chaque modèle.

### 6. Maintenance mécanique

Lors des opérations de maintenance mécanique, les points particuliers de vigilance sont axés sur les aspects suivants :

- Panneaux d'avertissement
- Pied du mât / local des armoires électriques
- Fondations

- Mât : Echelle de secours, ascenseurs de service, Plateformes et accessoires, Chemin et fixation de câbles, Assemblages à vis
- Nacelle : treuil à chaîne, extincteurs et trousse de secours, système de ventilation, câbles, trappes, support principal, arbre de moyeu, Transmissions d'orientation, Contrôle d'orientation (« yaw »), Couronne d'orientation, Entrefer du générateur, Groupe hydraulique, Frein électromécanique, Dispositif de blocage du rotor, Assemblages à vis, etc.
- Tête du rotor : Rotor, Câbles et lignes, Générateur, moyeu du rotor et adaptateur de pale, engrenage de réglage des pales (« pitch »), Système de graissage centralisé, vis des pales du rotor, pales de rotor, etc.
- Système parafoudre
- Anémomètre
- Etc.

Ces opérations d'inspections sont faites au moins une fois par an.

### 7. Stockage et flux de produits dangereux

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

## V.5. Fonctionnement des réseaux de l'installation

### 1. Raccordement électrique

L'ensemble des réseaux électriques du parc éolien sera conforme à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.

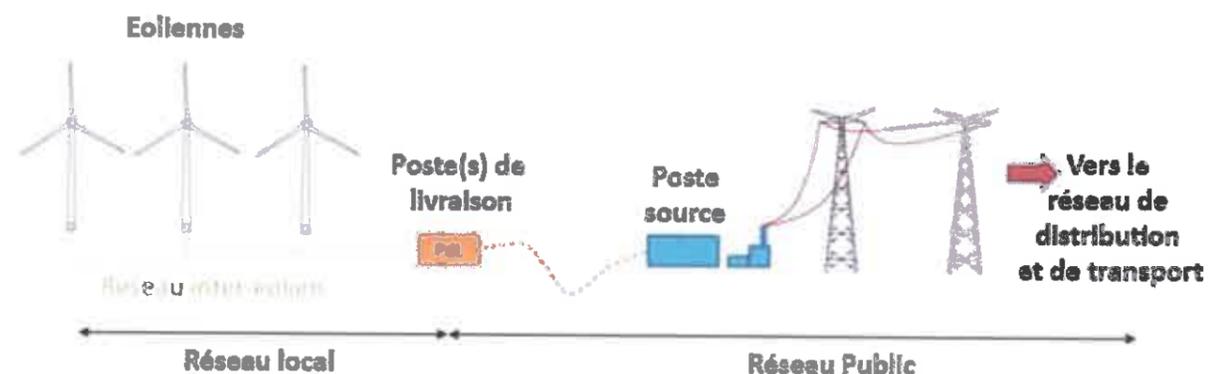


Figure 3 : Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

### 2. Le réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Il s'étend sur une distance d'environ 2 km. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance.

Ces câbles, conçus suivant la norme NFC 33-226, ont une tension nominale entre phases de 20 kV. Leur section, en aluminium, est entre 240 et 400 mm<sup>2</sup>. Ils constituent le réseau interne de la centrale éolienne, et sont enfouis à une profondeur minimale de 80 cm, conformément à la norme NFC 13-200. Les câbles longeant des chemins la plupart du temps, ils seront enterrés à 120 cm dans le sol.



#### 4. 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. Dans le cas du projet éolien des Trois Sentiers, deux postes de livraison sont nécessaires. Le poste de livraison est équipé d'appareils de comptage d'énergie indiquant l'énergie soutirée au réseau mais également celle injectée. Ils comportent aussi la protection générale dont le but est de protéger les éoliennes et le réseau inter-éolien en cas de défaut sur le réseau électrique amont. Les installations électriques des postes de livraison sont conformes à la norme NFC 13-100.

#### 5. Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau entièrement enterré est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution. Les caractéristiques des câbles utilisés sont sensiblement les mêmes que celles décrites pour le réseau inter-éolien (suivant la norme NFC 33-226, tension nominale entre phases 20 kV, section alu de 240 ou 400 mm<sup>2</sup>).

Le projet éolien des Trois Sentiers se raccordera probablement sur le poste source de Moncoutant à 11 km du parc éolien ou sur les postes de Bressuire ou Parthenay suivant les capacités disponibles lors de la construction du parc. A ce jour, ces trois postes ont encore de la capacité réservée restant à affecter.

#### 6. Alimentation

Le projet éolien des Trois Sentiers 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.

## VI. 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 fonctionnements, etc.

Il est réalisé notamment sur la base des Fiches de Données de Sécurité (FDS) des produits, de la nature et des caractéristiques techniques des éoliennes, des procédures d'exploitation.

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

### VI.1. Potentiels de dangers liés aux produits

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

Les produits identifiés dans le cadre du projet éolien des Trois Sentiers sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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 le poste de livraison.

Les produits chimiques et les lubrifiants utilisés dans les éoliennes sont certifiés selon les normes ISO 14001:2004.

Le tableau ci-contre synthétise les dangers liés aux produits présents sur site. Ces dangers dépendent de 3 facteurs :

- La nature du produit lui-même et ses caractéristiques dangereuses, traduites par sa classification au sens de l'arrêté du 20 avril 1994 modifié ;

- La quantité de produit stockée ou utilisée ;
- Les conditions de stockage ou de mise en œuvre.

Un système de surveillance de pression et de niveaux permet le contrôle du circuit hydraulique, du circuit de lubrification du multiplicateur et du circuit de refroidissement, afin notamment de repérer toute fuite éventuelle et d'arrêter l'éolienne si besoin.

Les produits utilisés dans l'éolienne ne présentent pas de réel danger, si ce n'est lorsqu'ils sont soumis à un incendie, où ils vont entretenir cet incendie (combustibles), ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un risque de pollution des sols et des eaux. Le SF6 possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont très limitées (seulement 1 à 2 kg de gaz dans les cellules).

En ce qui concerne les déchets industriels banals issus des opérations de maintenance, ils ne sont, par définition, pas dangereux. Ils seront récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées, conformément à l'article 21 de l'arrêté du 26 août 2011. Pour plus de renseignements à ce sujet, on pourra se référer à la partie consacrée aux déchets dans l'étude d'impact.

Enfin, les procédures de vidange des graisses et huiles (graisse de lubrification des vérins des pales, huile du moteur d'orientation de la nacelle, etc.) sont des processus parfaitement encadrés et maîtrisés, définis par le constructeur.

### VI.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du projet éolien des Trois Sentiers sont de cinq types :

- Chute d'éléments de l'aérogénérateur (boulons, morceaux d'équipements, etc.) ;
- Projection d'éléments (morceau 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).

Tableau 11 : Dangers potentiels recensés

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

### VI.3. Réduction des potentiels de dangers à la source

#### I. Principales mesures de prévention



Dès la conception du projet, la société Energie des Trois Sentiers s'est attachée à sélectionner la meilleure variante d'implantation permettant de réduire les potentiels de dangers (éloignement de plus de 700 m des habitations, etc.). Les éoliennes sont situées au centre de parcelles agricoles. L'environnement immédiat jusqu'à une hauteur de chute de chaque éolienne est constitué de terrains agricoles ou boisés ou de chemins ruraux. La fréquentation liée aux activités agricoles, aux activités d'exploitation forestière et aux chemins ruraux ne représentera qu'une faible fréquentation du site.

Enfin, les caractéristiques de l'éolienne sont adaptées au régime de vent sur le site.

L'ensemble de ces choix effectués au cours de la conception du projet permettent de réduire les potentiels de danger identifiés et de garantir une sécurité optimale de l'installation.

## 2. Utilisation des produits présents sur les éoliennes et réduction des quantités

Les produits présents sur chaque éolienne (huile, fluide de refroidissement) sont des produits classiques utilisés dans ce type d'activité. Ils ne présentent pas de caractère dangereux marqué et les quantités mises en œuvre sont adaptées aux volumes des équipements.

Le SF6 est un très bon isolant et ne dispose pas à ce jour de produit de substitution présentant des qualités équivalentes. De plus, malgré son caractère de gaz à effet de serre et au vu de sa quantité limitée dans les cellules des aérogénérateurs et des postes de livraison, il ne présente pas de danger pour l'homme. Il n'est donc pas prévu de solution de substitution.

## 3. Utilisation des meilleures technologies 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.

## VII. Analyse des retours d'expérience

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

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

### VII.1. Inventaire des accidents et incidents en France

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé à l'aide de plusieurs sources d'information. Il s'agit à la fois de sources officielles, d'articles de la presse locale ou de base de données mises en place par des associations :

- Rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004) ;
- Base de données ARIA du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (<http://www.aria.developpementdurable.gouv.fr>) ;
- 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 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 38 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012 (voir tableau détaillé en annexe 2). Ce tableau a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné. Il a été complété avec les événements qui se sont produits après la parution du guide technique en juin 2012.

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 2010. Cette synthèse exclut les accidents du travail et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs. L'identification des causes est nécessairement réductrice.

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.

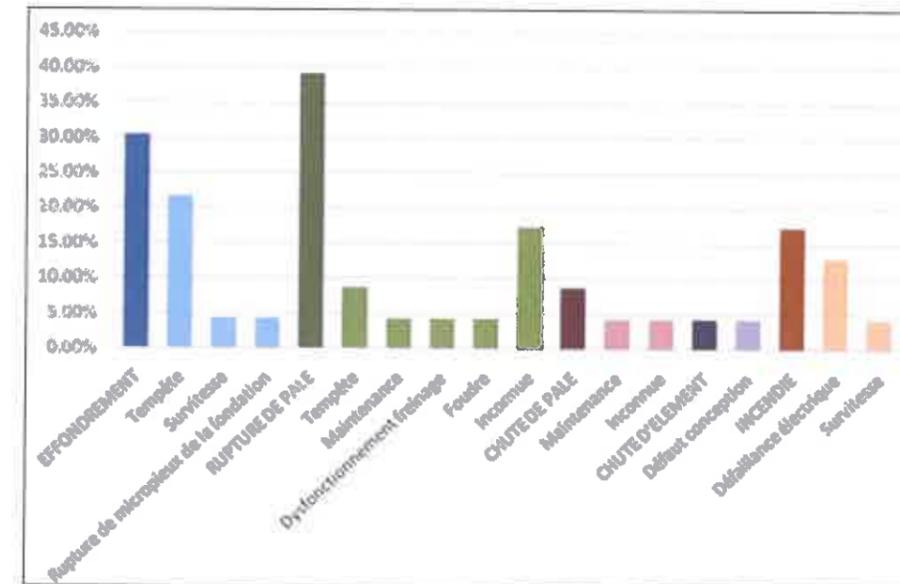


Figure 4 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011

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 est les tempêtes.

### VII.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international

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. L'Annexe 2 présente les accidents survenus en France depuis 2000.

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

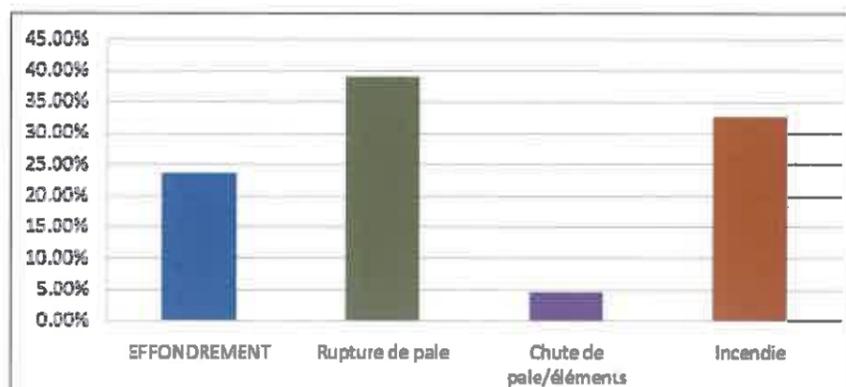


Figure 5 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières dans le monde entre 2000 et 2011

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).

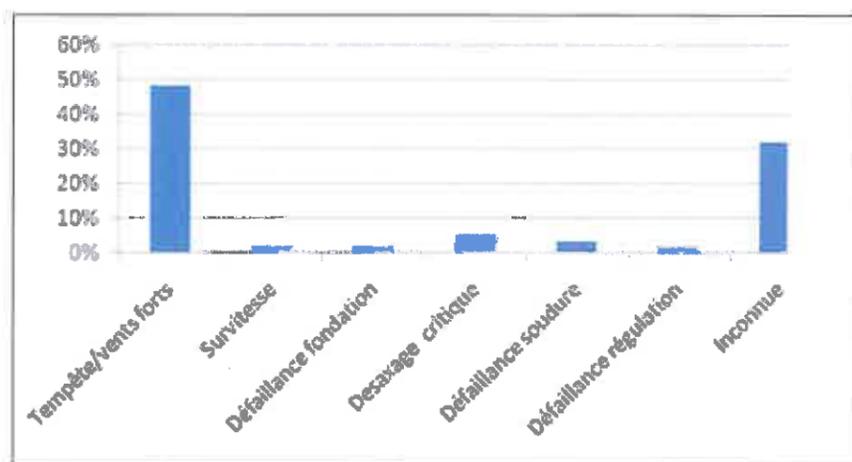


Figure 6 : Répartition des causes premières d'effondrement

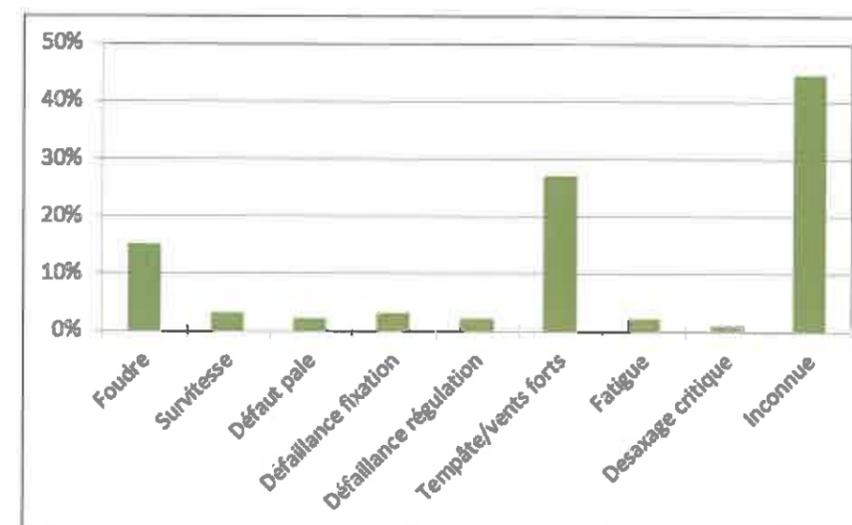


Figure 7 : Répartition des causes premières de rupture de pale

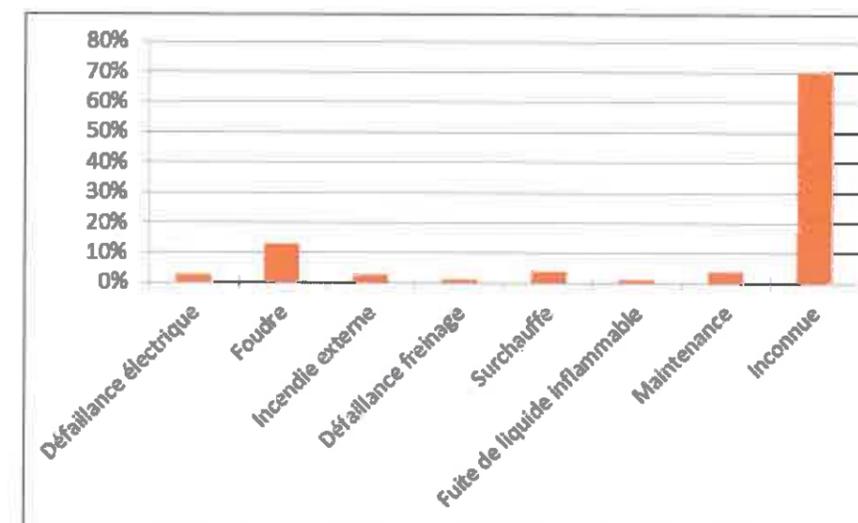


Figure 8 : Répartition des causes premières d'incendie

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.

### VII.3. Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant

Aucun accident majeur n'est à déplorer sur les sites exploités par la société Energie des Trois Sentier, la société wpd onshore France et ses filiales à ce jour.

### VII.4. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

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

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

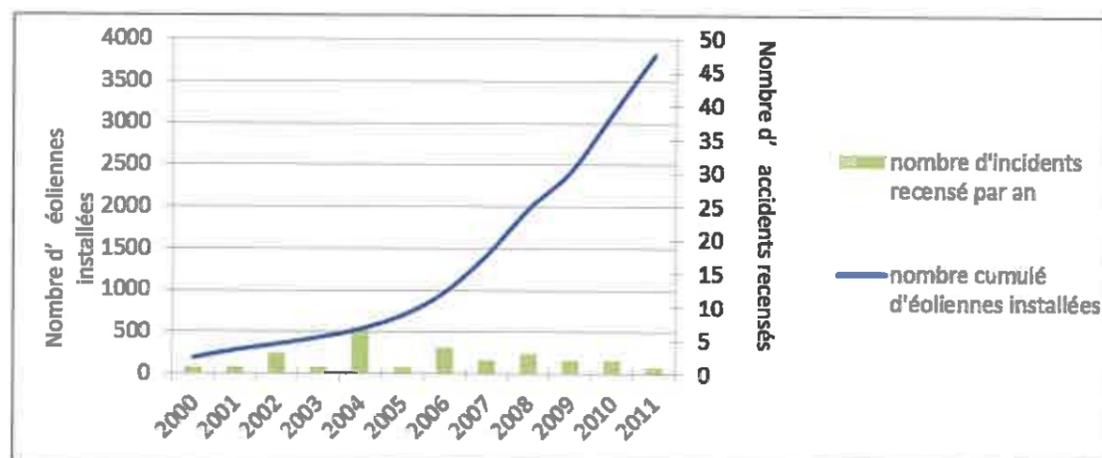


Figure 9 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

## 2. ANALYSE DES CATEGORIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTES

Le retour d'expérience permet d'identifier les principaux événements redoutés suivants :

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

Des événements de fuite peuvent également survenir, même si avec le modèle d'éolienne proposé ces fuites restent majoritairement confinées dans le mât de l'éolienne.

### VII.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie

Ces retours d'expérience doivent être considérés 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.



## IX. Analyse préliminaire des risques

L'évaluation préliminaire des risques a pour objet d'identifier les causes et les conséquences potentielles découlant de situations dangereuses provoquées par des dysfonctionnements des installations étudiées.

Elle permet de caractériser le niveau de risque de ces événements redoutés, selon une méthodologie décrite ci-dessous, et d'identifier les accidents majeurs, qui seront étudiés de manière détaillée au chapitre « Analyse Détaillée des Risques ».

### IX.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarii d'accidents 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'accidents potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basé 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'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

### IX.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 maximum 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.

### IX.3. Recensement des agressions externes potentielles

La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les « agressions externes potentielles ». Ces agressions provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes. Par exemple, un séisme peut endommager les fondations d'une éolienne et conduire à son effondrement.

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

- Les agressions externes liées aux activités humaines ;

- Les agressions externes liées à des phénomènes naturels.

#### III.1.2. Agressions externes liées aux activités humaines

Le tableau ci-après synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines dans le cadre du projet éolien des Trois Sentiers.

Tableau 12 : Principales agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Evènement redouté	Danger potentiel	Distance par rapport au mât des éoliennes (en m)
Chemins ruraux	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermique	E1 à 430 m et E2 à 288 m du chemin rural de la Tullerie au Bols des Boules E3 à 113 m du Chemin rural de Pugny à Hérisson E4 à 42 m du Chemin rural de la Grande Motte

En dehors des activités agricole et sylvicole, il n'existe pas d'autres activités pouvant être cause d'agression.

On peut donc conclure que compte tenu des distances et des types d'agresseurs potentiels, les agressions externes liées aux activités humaines sont extrêmement peu probables sur les aérogénérateurs du parc éolien des Trois Sentiers.

#### III.1.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Le tableau ci-après synthétise les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels. Dans ce tableau, si cela est applicable et si les données sont disponibles, l'intensité de l'agression à laquelle les aérogénérateurs sont susceptibles d'être soumis est spécifiée.

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

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

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.



Tableau 13 : Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels

Agression externe	Intensité	Retenu comme agresseur potentiel ?
Vents et tempête	Des vents de plus de 140 km/h ont été enregistrés lors de la tempête de 1999. On note toutefois qu'à la station de mesure, on dénombre moins d'un jour par an avec des rafales de vent supérieures à 100 km/h. L'emplacement n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux.	Oui
Foudre	Les éoliennes sont équipées d'un système de protection contre la foudre conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61 400-24.	Non pour les effets directs de la foudre
Glissement de sols / affaissement miniers	Aucun mouvement de terrain ni cavité souterraine n'ont été recensés dans la zone d'étude de 500 mètres.	Non

#### IX 4.Scenarii étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

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

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

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

L'échelle utilisée pour l'évaluation de ce dernier paramètre 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 (« 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).

Tableau 14 : Analyse générique des risques

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



N°	Evénement initiateur	Evénement Intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (Intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glisement 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

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

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 du projet éolien des Trois Sentiers.