

## Société Iberdrola Développement Renouvelable

### Projet éolien des Berges de Charente

Département de la Charente

Communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente

# PIECE 8 – ETUDE DE DANGERS ET SON RESUME NON TECHNIQUE

(PJ n°49 du CERFA 15964\*01)

Réf : 2019-000232 Février 2022

[www.cabinet-ectare.fr](http://www.cabinet-ectare.fr)





## SOMMAIRE

<b>Sommaire</b>	<b>3</b>
<b>table des illustrations</b>	<b>4</b>
<b>I. RESUME NON TECHNIQUE</b>	<b>5</b>
<b>1. Préambule</b>	<b>7</b>
1.1. Objectif de l'étude de dangers	7
1.2. Contexte législatif et réglementaire	7
<b>2. Informations générales concernant l'installation</b>	<b>8</b>
2.1. Présentation du demandeur	8
2.2. Rédacteurs de l'étude de dangers	8
2.3. Localisation du site	8
<b>3. Description de l'environnement de l'installation</b>	<b>10</b>
3.1. Synthèse de la description de l'environnement	10
3.2. Cartographie de synthèse	13
<b>4. Description de l'installation</b>	<b>16</b>
4.1. Caractéristiques et fonctionnement de l'installation	16
4.2. Fonctionnement des réseaux de l'installation	19
<b>5. Identification des potentiels de dangers de l'installation</b>	<b>20</b>
5.1. Potentiels de dangers liés aux produits	20
5.2. Potentiels de dangers liés aux phases de travaux	20
5.3. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	21
5.4. Réduction des potentiels de dangers à la source	22
<b>6. Analyse des retours d'expérience</b>	<b>23</b>
6.1. Inventaire des accidents et incidents en France	23
6.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international	24
6.3. Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant	24
6.4. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	24
6.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie	24
<b>7. Analyse préliminaire des risques</b>	<b>25</b>
7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques	25
7.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	25
7.3. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	25
7.4. Effets dominos	25
7.5. Mise en place des mesures de sécurité	25
7.6. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	26
<b>8. Etude détaillée des risques</b>	<b>26</b>
8.1. Rappel des définitions	26
8.2. Synthèse de l'étude détaillée des risques	27
<b>9. Conclusion</b>	<b>33</b>

<b>II. ETUDE DE DANGERS</b>	<b>35</b>
<b>1. Préambule</b>	<b>37</b>
1.1. Objectif de l'étude de dangers	38
1.2. Contexte législatif et réglementaire	38
1.3. Nomenclature des installations classées	39
<b>2. Informations générales concernant l'installation</b>	<b>40</b>
2.1. Renseignements administratifs	40
2.2. Localisation du site	41
2.3. Définition de l'aire d'étude	41
<b>3. Description de l'environnement de l'installation</b>	<b>42</b>
3.1. Environnement humain	42
3.2. Environnement naturel	45
3.3. Environnement matériel	48
3.4. Cartographie de synthèse	50
<b>4. Description de l'installation</b>	<b>55</b>
4.1. Caractéristiques de l'installation	55
4.2. Fonctionnement de l'installation	58
4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation	67
<b>5. Identification des potentiels de dangers de l'installation</b>	<b>68</b>
5.1. Potentiels de dangers liés aux produits	68
5.2. Potentiels de dangers liés aux phases de travaux	69
5.3. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	69
5.4. Réduction des potentiels de dangers à la source	71
<b>6. Analyse des retours d'expérience</b>	<b>73</b>
6.1. Inventaire des accidents et incidents en France	73
6.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international	75
6.3. Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant	76
6.4. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	76
6.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie	77
<b>7. Analyse préliminaire des risques</b>	<b>77</b>
7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques	77
7.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	77
7.3. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	78
7.4. Effets dominos	80
7.5. Mise en place des mesures de sécurité	80
7.6. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	86
<b>8. Etude détaillée des risques</b>	<b>86</b>
8.1. Rappel des définitions	86
8.2. Caractérisation des scénarios retenus	88
8.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques	96
<b>9. Conclusion</b>	<b>102</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>104</b>
Terrains non bâtis	104
Voies de circulation	104
Logements	105
Établissements recevant du public (ERP)	105
Zones d'activité	105
<b>ANNEXE 2 – Tableau de l'accidentologie française</b>	<b>106</b>
I. Accidentologie recensée par le groupe de travail SER/FEE entre 2000 et fin 2011	106
II. Accidentologie recensée sur la base de données ARIA entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2012 et le 9 février 2022	110
<b>ANNEXE 3 – Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques</b>	<b>116</b>
Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)	116
Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)	116
Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)	117
Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)	117
Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)	117
Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10)	117
<b>ANNEXE 4 – Probabilité d'atteinte et Risque individuel</b>	<b>118</b>
<b>ANNEXE 6 – Glossaire</b>	<b>118</b>
<b>ANNEXE 6 – Bibliographie et références utilisées</b>	<b>120</b>

**TABLE DES CARTES**

<i>Carte 1 : Aires d'étude générales du projet</i>	41
<i>Carte 2 : « Zone d'étude de 500 m » autour des éoliennes</i>	41
<i>Carte 3 : Communes inscrites dans le rayon d'affichage de 6 km autour du projet</i>	43
<i>Carte 4 – Risques naturels identifiés dans la zone de 500 m autour des éoliennes (© ECTARE)</i>	47
<i>Carte 5 – Alea remontée de nappe dans la zone de 500 m autour des éoliennes (© ECTARE)</i>	48
<i>Carte 6 – Usage des eaux au niveau de la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes (© ECTARE)</i>	49
<i>Carte 7 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E01 (© ECTARE)</i>	51
<i>Carte 8 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E02 (© ECTARE)</i>	52
<i>Carte 9 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E03 (© ECTARE)</i>	53
<i>Carte 10 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E04 (© ECTARE)</i>	54
<i>Carte 11 : Présentation générale du projet (© ECTARE)</i>	57
<i>Carte 12 : cartographie des risques pour E01</i>	98
<i>Carte 13 : cartographie des risques pour E02</i>	99
<i>Carte 14 : cartographie des risques pour E03</i>	100
<i>Carte 15 : cartographie des risques pour E04</i>	101

**TABLE DES TABLEAUX**

<i>Tableau 1 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne</i>	13
<i>Tableau 2 : Principaux éléments d'une éolienne Siemens Gamesa N132 – 3,4 MW</i>	17
<i>Tableau 3 : Principaux éléments d'une éolienne Nordex N131 / 3,6 MW</i>	17
<i>Tableau 4 - Liste des communes concernées par l'enquête publique du projet</i>	42
<i>Tableau 5 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne</i>	50
<i>Tableau 6 : Coordonnées des éoliennes</i>	56
<i>Tableau 7 : Principaux éléments d'une éolienne Siemens Gamesa N132 – 3,4 MW</i>	59
<i>Tableau 8 : Principaux éléments d'une éolienne Nordex N131 / 3,6 MW</i>	59
<i>Tableau 9 : Exemples de normes et standards appliquées pour la construction des éoliennes</i>	60
<i>Tableau 10 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne</i>	89
<i>Tableau 11 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne</i>	91
<i>Tableau 12 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne</i>	92
<i>Tableau 13 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne</i>	94

**TABLE DES ILLUSTRATIONS**

**TABLE DES ILLUSTRATIONS**

<i>Illustration 1 – Normales annuelles à Cognac (source : meteofrance.com)</i>	46
<i>Illustration 2 : Règles de construction parasismique applicables aux bâtiments neufs selon leur zone de sismicité et leur catégorie d'importance (source : planseismes.fr)</i>	46
<i>Illustration 3 - Zonage sismique de la France (source : planseisme.fr)</i>	46
<i>Illustration 4 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur</i>	55
<i>Illustration 5 – Composants de la nacelle d'une éolienne</i>	60
<i>Illustration 6 - Raccordement électrique des installations</i>	67
<i>Illustration 7 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011</i>	74
<i>Illustration 8 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011</i>	75
<i>Illustration 9 : Répartition des causes premières d'effondrement</i>	75
<i>Illustration 10 : répartition des causes premières de rupture de pales</i>	75
<i>Illustration 11 : Répartition des causes premières d'incendie</i>	76
<i>Illustration 12 – Détail des accidents éoliens au niveau mondial (source : caithnesswindfarms.co.uk)</i>	76
<i>Illustration 13 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées</i>	77



# I. RESUME NON TECHNIQUE







## 1. PREAMBULE

### 1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude expose les dangers que peuvent présenter les installations du projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente. Elle a pour objet de caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques encourus par les personnes ou l'environnement. Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc.

### 1.2. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Cette étude de dangers est élaborée conformément aux textes suivants notamment :

- Au décret n°2011-984 du 23 août 2011, modifiant l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, qui crée la rubrique 2980 pour les installations de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs. Cette nouvelle réglementation prévoit que, dans le cadre d'une demande d'autorisation d'exploiter, l'exploitant doit réaliser une étude de dangers.
- Arrêté ministériel 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.
- Le III de l'article D181-15-2 du Code de l'environnement qui précise le contenu de l'étude de dangers, qui, selon le principe de proportionnalité, doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.
- La circulaire du 10 mai 2010 qui précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

L'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels.

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

### 1.2.1. 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 : soumis 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 Berges de Charente comprend 4 aérogénérateurs.

À ce stade, plusieurs modèles d'éoliennes sont envisagés :

- La Siemens Gamesa (SG 132) de puissance 3,4 MW, de diamètre de rotor de 132 m avec une hauteur moyen de 97 m, une garde au sol de 31 m, portant la hauteur en bout de pôle à 163 m ;
- La Nordex (N131) de puissance 3,6 MW, de diamètre de rotor de 131 m avec une hauteur moyen de 99 m, une garde au sol de 33,5 m, portant la hauteur en bout de pôle à 164,5 m.

Cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.



## 2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

### 2.1. PRESENTATION DU DEMANDEUR

Le présent projet qui concerne la création d'un parc éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente est porté par la société IBERDROLA DEVELOPPEMENT RENOUVELABLE. Cette dernière est détenue à 100% par le groupe IBERDROLA.

#### Statut juridique des sociétés concernées par le projet :

##### Holding

Dénomination sociale : IBERDROLA

Nom Commercial : Iberdrola Renouvelables France

Forme juridique : SASU Société par Actions Simplifiée à Associé Unique au capital de 5 312 071 € -

RCS : Nanterre B 479 858 763

Président : Mr. Jonathan COLE

Directeur général : RAMASSAMYPOULLE Elsa

Adresse : 5 place de la pyramide – 92800 PUTEAUX

Téléphone : 0 805 98 12 05

##### Iberdrola Développement Renouvelable

Dénomination Sociale : Iberdrola Développement Renouvelable

Forme juridique : Société à responsabilité limitée (Société à associé unique)

753 453 778 R.C.S. Marseille

Date d'immatriculation : 13/09/2012

Capital social : 1500 €

Gérant : RAMASSAMYPOULLE Elsa et MORALES GOMEZ Maria, Consuelo

Adresse : Immeuble Grand Large 2 9 Boulevard de Dunkerque 13002 Marseille 2e

Arrondissement

Ainsi, la société Iberdrola Développement Renouvelable s'appuiera sur les capacités techniques et financières du groupe IBERDROLA.

#### Nom et qualité du signataire de la demande :

Identité : RAMASSAMYPOULLE Elsa et MORALES GOMEZ Maria, Consuelo

#### Nom et coordonnées de la personne ayant suivi l'affaire :

Identité : SANCHEZ Capucine

Statut : Responsable Environnement éoliens et photovoltaïques

IBERDROLA RENOUVELABLES France.

9 boulevard de Dunkerque – 13002 MARSEILLE

### IBERDROLA

#### Le Groupe IBERDROLA

Le Groupe IBERDROLA est leader dans les énergies renouvelables avec une capacité installée de 32 GW dans le monde à fin 2019.

IBERDROLA est le premier investisseur en énergies renouvelables au monde. En France, le groupe IBERDROLA renforce sa croissance dans le secteur des énergies renouvelables en investissant plus de 3 milliards d'euros entre 2020 et 2023.

IBERDROLA et ses filiales ont investi environ 9 246 millions d'euros dans des projets d'énergies renouvelables terrestres en 2020 dans le monde et réalisé un chiffre d'affaires consolidé de 111 654 900 euros en 2020. Les capitaux propres consolidés du Groupe IBERDROLA s'établissent au 31 décembre 2020 à un montant de 4 774 566 000 d'euros.

#### IBERDROLA RENOUVELABLES FRANCE : filiale française du Groupe Iberdrola

IBERDROLA RENOUVELABLES FRANCE est la filiale française du Groupe IBERDROLA, un des plus grands producteurs d'énergies renouvelables d'Europe et des États-Unis et l'une des cinq plus grandes entreprises d'électricité du monde.

La société développe, construit et opère des projets photovoltaïques, éoliens terrestres et éoliens offshore en France en privilégiant le développement économique et environnemental des territoires concernés.

### 2.2. REDACTEURS DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a été réalisée par :

- Jérôme SEGONDS, chef du Pôle Infrastructures au cabinet ECTARE,
- Céline RIGOLE, chargée d'études au cabinet ECTARE,
- Lucie DAVIN, chargée d'études au cabinet ECTARE,
- Alice ROGES, chargée de mission environnement au cabinet ECTARE,
- Ingrid ROUVIERE, cartographe – infographiste au cabinet ECTARE.

### 2.3. LOCALISATION DU SITE

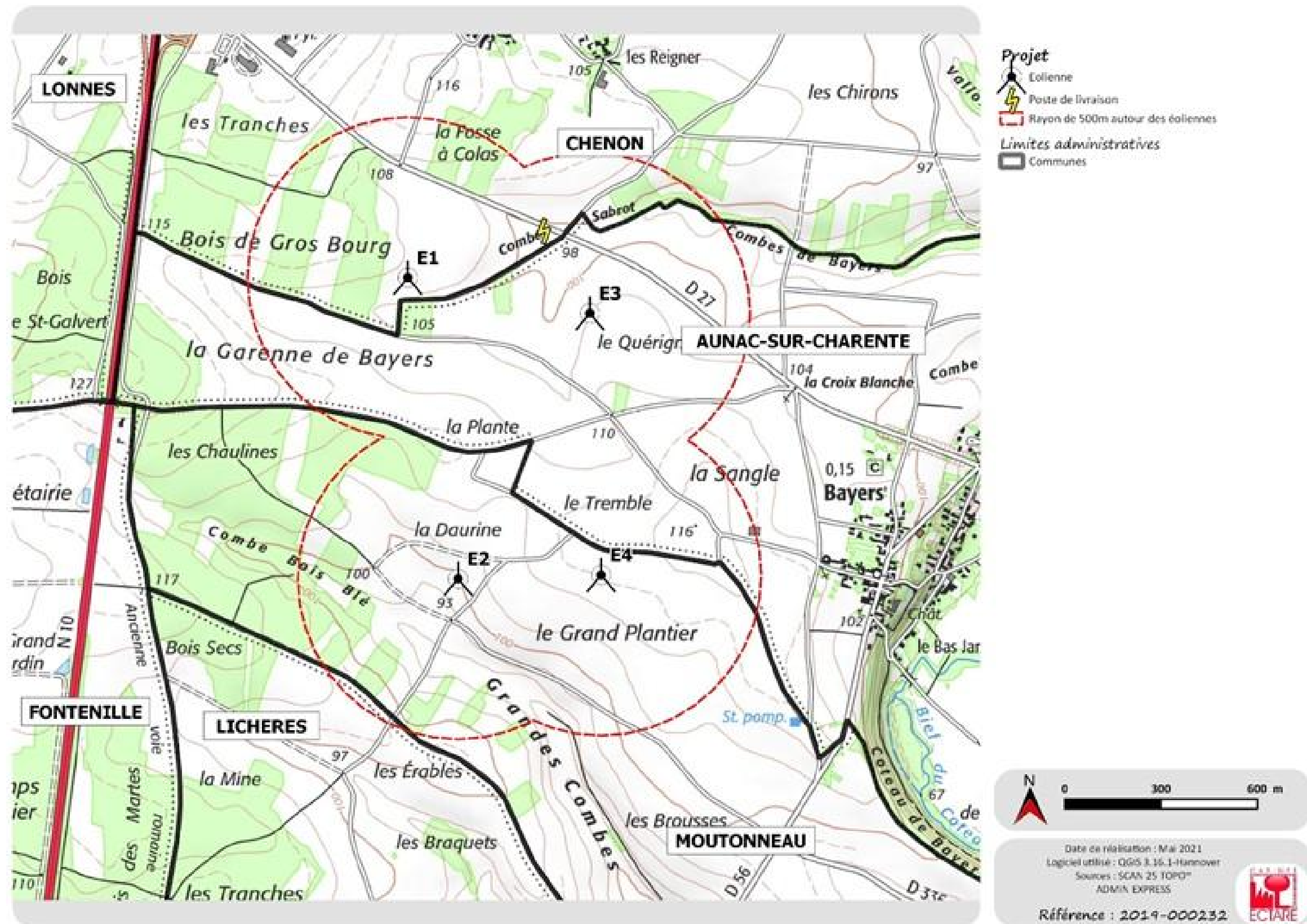
Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

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.

La définition de la zone d'étude n'intègre pas le poste de livraison. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.



« Zone d'étude de 500 m » autour des éoliennes (© ECTARE)





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

#### 3.1. SYNTHÈSE DE LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

La description de l'environnement de l'installation est récapitulée dans le tableau ci-dessous :

Environnement humain	
Thème	Commentaires
Zones urbanisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le secteur d'étude est un territoire relativement rural. Toutefois, la population est inégalement répartie.</li> <li>- Les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente sont faiblement peuplées avec une population variant entre 136 et 616 habitants. La densité de population sur ces communes reste aussi faible Chenon (13 hab/km<sup>2</sup>), Moutonneau (26,3 hab/km<sup>2</sup>) et Aunac-sur-Charente (48,2 hab/km<sup>2</sup>).</li> <li>- Entre 1975 et 2016, le nombre d'habitants a diminué sur les communes Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente.</li> <li>- L'habitat dans le secteur d'étude est principalement concentré au niveau des bourgs, des villages et des hameaux répartis sur l'ensemble du territoire. Il existe aussi quelques bâtis isolés.</li> <li>- Le nombre de logement a augmenté sur les communes Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente depuis 1975.</li> <li>- <b>Les habitations les plus proches des éoliennes sont à plus de 684 m.</b></li> <li>- <b>Aucune zone urbanisée n'est présente sur la zone d'étude.</b></li> </ul>
ERP <sup>1</sup>	Il n'y a aucun ERP sur la zone d'étude des 500 m autour des éoliennes.
ICPE <sup>2</sup> et INB <sup>3</sup>	Aucune ICPE n'est recensée dans la zone d'étude des 500 m. Aucun établissement SEVESO et aucune installation nucléaire de base (INB) ne sont présents dans les limites de la zone d'étude de 500 m.
Site Basias et BASOL	Aucun site BASIAS et aucun site BASOL ne sont recensés dans la zone d'étude des 500 m autour des éoliennes.
Autres activités	Il existe actuellement sur la zone d'étude des activités agricoles. L'exercice de ces activités se poursuivra en dehors du lieu d'implantation des éoliennes et du poste de livraison.

Situation des éoliennes vis-à-vis des infrastructures et du voisinage (© ECTARE)



Environnement physique	
Thème	Commentaires
Contexte climatique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La zone d'implantation du projet est localisée dans le département de la Charente qui possède un climat tempéré de type océanique du fait de la relative proximité de l'océan atlantique. Ce climat se caractérise par des hivers doux, une amplitude thermique modérée entre l'hiver et l'été. Les pluies sont modérément fréquentes, réparties sur toute l'année et plus abondantes en automne et en hiver.</li> <li>- Les données de la station météorologique de Cognac-Châteaubernard, située à environ 60 km au sud-ouest de la zone d'étude, ont été prises pour caractériser le climat le secteur d'étude. Les données utilisées sont issues de moyennes calculées sur la période 1981-2010 et proviennent du site de Météo-France. <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ la température moyenne annuelle était de 13,3°C avec des températures moyennes minimales de 8,6°C et des maximales de 18°C.</li> <li>➢ Les précipitations étaient inégalement réparties et assez soutenues tout au long de l'année totalisant 777,1 mm.</li> <li>➢ Le niveau moyen d'ensoleillement est de 995,9 heures par an en moyenne sur la période 1991-2010.</li> </ul> </li> <li>- Sur le secteur d'étude, le site projeté intègre une zone ventée avec des vents évoluant entre 5 et 5,5 m/s à 50 m d'altitude et entre 6 et 6,5 m/s à 100 m d'altitude.</li> </ul>

<sup>1</sup> ERP : Établissement Recevant du Public

<sup>2</sup> ICPE : Installations Classées pour la protection de l'Environnement

<sup>3</sup> INB : Installations Nucléaires de Base



Environnement physique	
Thème	Commentaires
Risques Naturels	Sismicité - Dans la nomenclature des zones de sismicité (décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français), les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente se trouvent en zone de sismicité 3, modérée. Cette zone correspond à une zone dans laquelle il y a des prescriptions parasismiques particulières pour les ouvrages « à risque normal » de type II <sup>4</sup> , III <sup>5</sup> et IV <sup>6</sup> . Il est à noter que le poste électrique qui sera implanté sur le site et qui assurera l'interface entre le parc éolien et le réseau électrique public, n'entre pas dans cette catégorie des bâtiments des centres de production collective d'énergie » ayant une production électrique inférieure au seuil de 40 MW électrique, de catégorie d'importance III au titre de l'article 2 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 15 septembre 2014. <b>Les risques liés aux séismes ne seront pas retenus dans la suite de l'étude.</b>
	Inondations La zone d'étude de 500 m, localisée sur les hauteurs surplombant la Charente, est à l'écart des zones d'inondations. <b>L'aléa inondation ne sera donc pas considéré comme une source potentielle extérieure de danger.</b>
Risques Naturels	Remontée de nappe Au sein de la zone d'étude de 500 m, les terrains d'implantation de l'éolienne E01, de l'éolienne E03 et E02 sont potentiellement concernés par des phénomènes d'inondations de caves. Néanmoins, cet aléa ne sera donc pas considéré comme une source potentielle extérieure de danger.

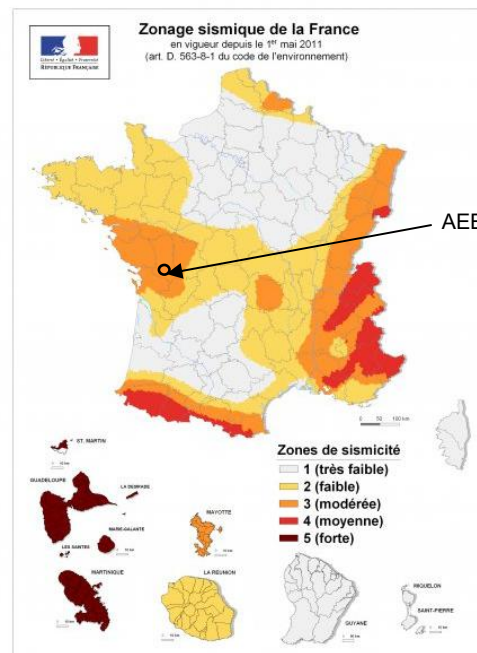
12. Catégorie d'importance des bâtiments

Zones de sismicité	I				II				III				IV			
	aucune exigence															
Zone 1	Eurocode 8 <sup>1</sup> $a_p=0,7 \text{ m/s}^2$															
Zone 2	Eurocode 8 <sup>1</sup> $a_p=1,1 \text{ m/s}^2$															
Zone 3	PS-MI <sup>2</sup>				Eurocode 8 <sup>1</sup> $a_p=1,1 \text{ m/s}^2$				Eurocode 8 <sup>1</sup> $a_p=1,1 \text{ m/s}^2$				Eurocode 8 <sup>1</sup> $a_p=1,1 \text{ m/s}^2$			
Zone 4	PS-MI <sup>2</sup>				Eurocode 8 <sup>1</sup> $a_p=1,6 \text{ m/s}^2$				Eurocode 8 <sup>1</sup> $a_p=1,6 \text{ m/s}^2$				Eurocode 8 <sup>1</sup> $a_p=1,6 \text{ m/s}^2$			
Zone 5	CP-MI <sup>3</sup>				Eurocode 8 <sup>1</sup> $a_p=3 \text{ m/s}^2$				Eurocode 8 <sup>1</sup> $a_p=3 \text{ m/s}^2$				Eurocode 8 <sup>1</sup> $a_p=3 \text{ m/s}^2$			

<sup>1</sup> Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI  
<sup>2</sup> Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide  
<sup>3</sup> Application obligatoire des règles Eurocode 8

**Règles de construction parasismique applicables aux bâtiments neufs selon leur zone de sismicité et leur catégorie d'importance (source : planseismes.fr)**

Zonage sismique de la France (source : planseisme.fr)



Aléa remontée de nappe dans la zone de 500 m (© ECTARE)

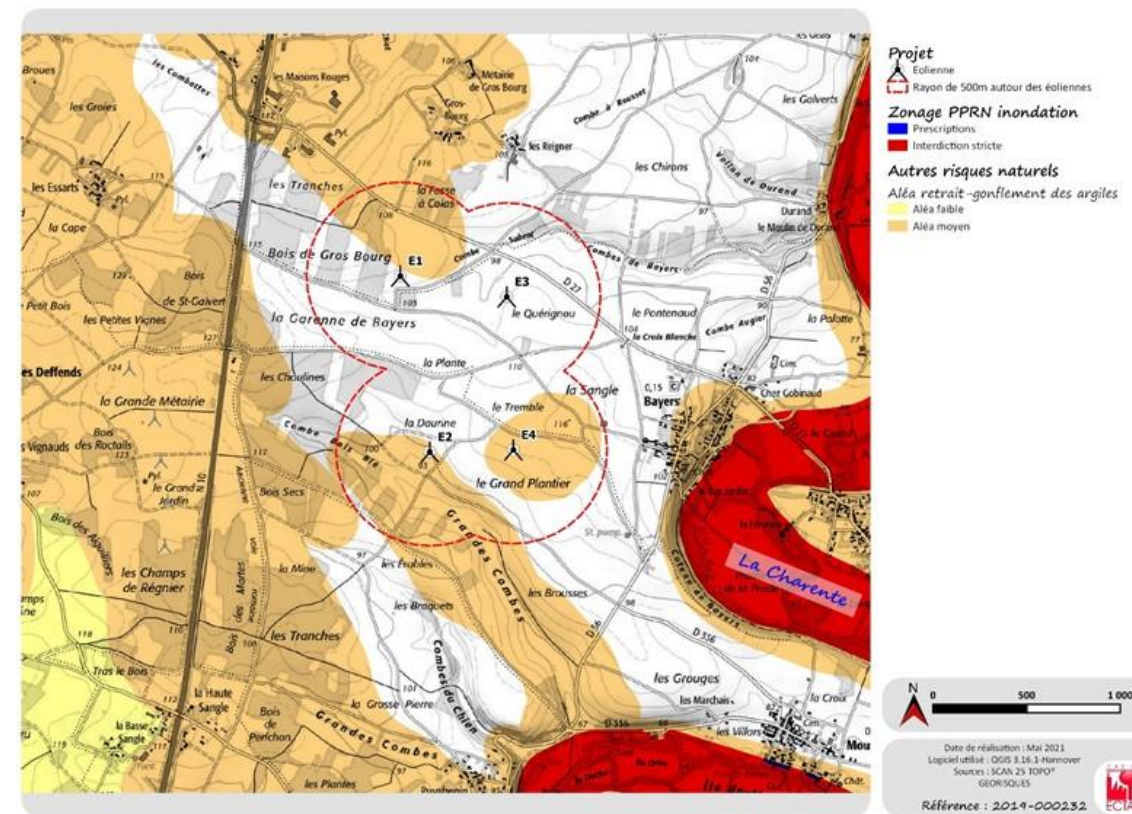
<sup>4</sup> Habitations individuelles / Établissements Recevant du Public (ERP) de catégorie 4 et 5 / Habitations collectives inférieures à 28 m / bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 personnes / Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes / Parcs de stationnement ouverts au public.

<sup>5</sup> Établissements recevant du public (ERP) de catégories 1, 2 et 3 ; Habitations collectives et bureaux, h > 28 m ; Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes ; Établissements sanitaires et sociaux ; Centres de production collective d'énergie ; Établissements scolaires.

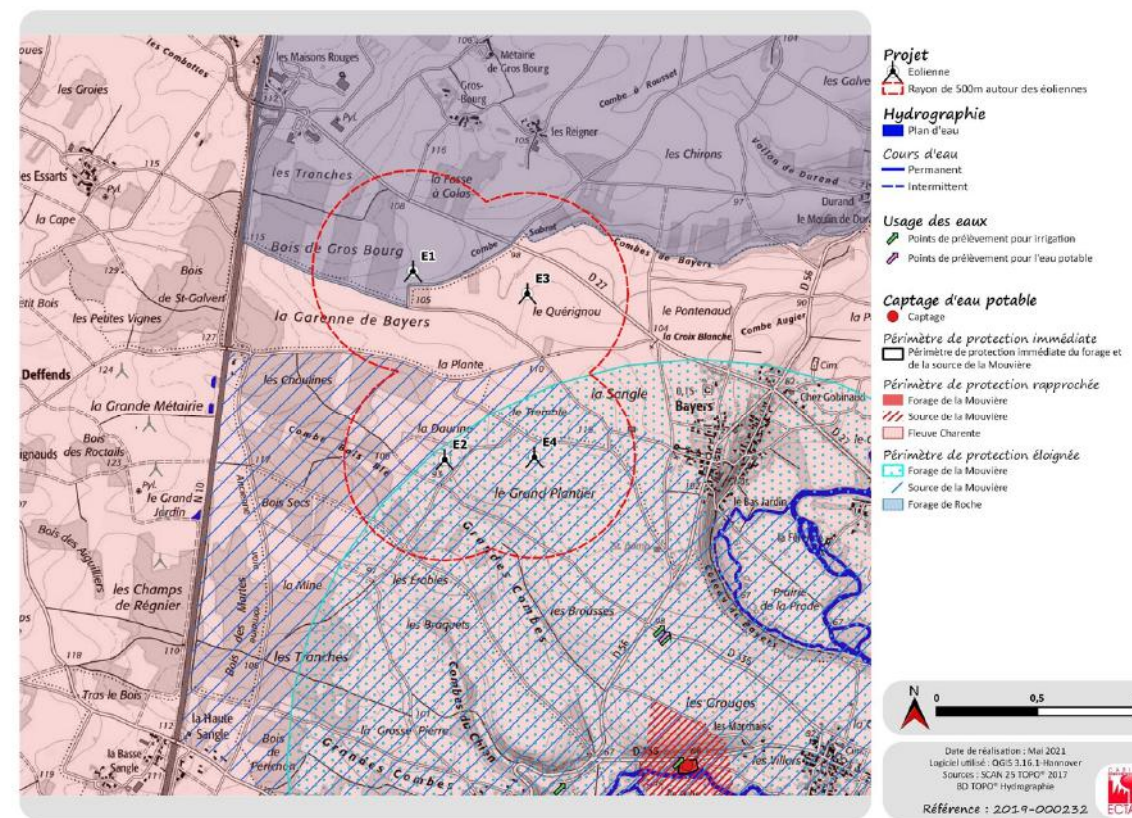
<sup>6</sup> Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public ; Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie ; Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne ; Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise ; Centres météorologiques.



Environnement physique	
Thème	Commentaires
Risques Naturels	<p><b>Stabilité</b></p> <p><b>Mouvements de terrain</b> : Aucun mouvement de terrain n'est recensé à moins de 500 m des éoliennes.</p> <p><b>Cavités souterraines</b> : Aucune cavité ne se situe dans la zone d'étude de 500 m des éoliennes.</p> <p><b>Aléa retrait-gonflement</b> : Les éoliennes E2 et E4 se situent en zone d'aléa moyen concernant les risques d'instabilité dus au retrait et gonflement des argiles. Les éoliennes E1 et E3 restent en dehors de cet aléa. Aucun facteur d'instabilité majeur n'est identifié sur les terrains du projet et dans la zone d'étude de 500 m périphérique. Toutefois le risque retrait-gonflement des argiles ne peut être totalement écarté sans études complémentaires.</p> <p>On considèrera donc les mouvements de terrain comme source potentielle extérieure de danger. Ils seront retenus dans la suite de l'étude.</p>
	<p><b>Tempête</b></p> <p>Les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente sont potentiellement concernées par ce risque. La problématique « tempête » sera considérée comme une source potentielle extérieure de danger et sera retenue dans la suite de l'étude.</p>
	<p><b>Activité Orageuse</b></p> <p>Selon les données météorologie, le foudroiement est faible entre 2009 et 2018 sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente et inférieure à la moyenne départementale. Les risques liés à l'activité orageuse ne seront donc pas considérés comme une source potentielle extérieure de danger et ne seront pas retenus dans la suite de l'étude.</p>
	<p><b>Incendies</b></p> <p>Selon le PDPFCI approuvé par arrêté préfectoral du 21 septembre 2017 pour la période 2017-2026, le classement à risque feux de forêt concerne 7 massifs sur la Charente. Aucun de ces massifs ne se situe dans le secteur d'étude. L'aléa feu de forêt ne sera donc pas considéré comme une source potentielle extérieure de danger.</p>
Environnement matériel	
Voies de communication	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aucun axe important de communication d'ordre national n'est présent dans les limites de la zone d'étude de 500 mètres autour des 4 éoliennes. En revanche, le rayon d'étude de 500 m autour des éoliennes E1 et E3 est traversé, dans sa partie nord, par la route départementale RD 27.</li> <li>- Le rayon de 500 m autour des éoliennes est parcouru par environ 1426 m de route départementale (RD27), 5241 m de routes locales et 3687 m de chemins. Il ne comprend aucun circuit de randonnée pédestre ou de cyclotourisme.</li> <li>- La RD27 passe au plus proche à environ 190 m de l'éolienne E3 et 310 m de l'éolienne E01.</li> <li>- Il n'y a aucun transport ferroviaire, fluvial ou aérien dans les limites de la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes.</li> </ul>
Réseaux publics et privés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aucun captage pour l'alimentation en eau potable ne se situe dans la zone d'étude de 500 m ni aucun périmètre de protection de captage d'eau potable immédiat.</li> <li>- La zone d'étude de 500 m est concernée par plusieurs périmètres de protection de captage éloignée (forages de la Roche, de la Mouvière, source de la Mouvière) et périmètre de protection rapprochée du captage fleuve Charente.</li> <li>- Aucune canalisation de gaz ne se trouve au sein de la zone d'étude de 500 m.</li> <li>- Une ligne électrique aérienne haute-tension (HTA) concerne en partie la zone d'étude de 500 m. Aucune ligne électrique moyenne-tension ne traverse la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes.</li> </ul>
Autres ouvrages publics ou privés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il existe un réseau d'irrigation pour l'agriculture présent le long des voies de communications au sein de la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes.</li> </ul>



Risques naturels identifiés dans la zone de 500 m autour des éoliennes (© ECTARE)



Usage des eaux au niveau de la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes (© ECTARE)





### 3.2. CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

Les cartes ci-après matérialisent les principaux enjeux identifiés. Ces derniers sont listés dans le document intitulé la méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Dans le cadre du projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, en l'absence au sein de la zone d'étude de 500 m de rayon (78,5 ha) :

- ↳ de zones urbanisées,
- ↳ d'ERP,
- ↳ d'ICPE et d'installations nucléaires de base,

les cartes de synthèses font apparaître :

- ↳ les voies de communications,
- ↳ les périmètre de protection des captages AEP,
- ↳ les lignes électriques aériennes HTA,
- ↳ le nombre de personnes exposées par secteur.

Éolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	voiries (m)	
E01	78,50 ha	RD 27 : 745 m Routes locales : 1180 m	5,73
E02	78,50 ha	Routes locales : 2655 m	1,85
E03	78,50 ha	RD 27 : 965 m Routes locales : 1520 m	7,18
E04	78,50 ha	Routes locales : 2340 m	1,72

Tableau 1 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne

Note sur les calculs :

Sur le site du Conseil Départemental de la Charente, la carte des trafics routiers montre qu'il existe un comptage sur la route départementale RD27 au niveau de la zone d'étude de 500 m où il est mentionné une fourchette de 501 à 1500 véhicules par jour. Nous prendrons en compte la situation majorante dans ce secteur soit 1500 véhicules / jour.

Les routes locales du secteur ne sont pas susceptibles de connaître des embouteillages fréquemment pour d'autres causes qu'un accident de la route ou qu'un événement exceptionnel du même type. Il sera donc compté 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Concernant les chemins de randonnée, on comptera 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne ((en ne comptant pas plus de 100 promeneurs /jour sur ces chemins). Dans la présente zone d'étude de 500 m autour des éoliennes, il n'y a pas de chemins de randonnées ou de cyclotourisme.

Il s'agit de terrains non aménagés et très peu fréquentés : il a donc été compté 1 personne par tranche de 100 ha.

Le détail des calculs est ici donné pour 1 éolienne, prise à titre d'exemple.

- Éolienne E01 :
  - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,785 pers [zone d'effet = 78,5 ha) et donc moins de 1 personne exposée ;
  - la zone d'étude  $S = \pi \times R^2$  (R = 500 m) est traversée par un linéaire de 745 m de route départementale principale (RD27), pour laquelle on compte 1500 véhicules/jour). En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour, cela fait donc :  $0.4 \times 0.745 \times 1500 / 100 = 4,47$  personnes ;
  - la zone d'étude  $S = \pi \times R^2$  (R = 500 m) est traversée par un linéaire de 1180 m de voie secondaire. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (en ne comptant pas plus de 100 véh/jour sur ces voies), cela fait donc :  $0.4 \times 1,180 = 0,472$  personne ;
  - **soit au total  $0,785 + 4,47 + 0,472 = 5,727$  personnes (moins de 10 personnes exposées).**





Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E01 (© ECTARE)

Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E02 (© ECTARE)

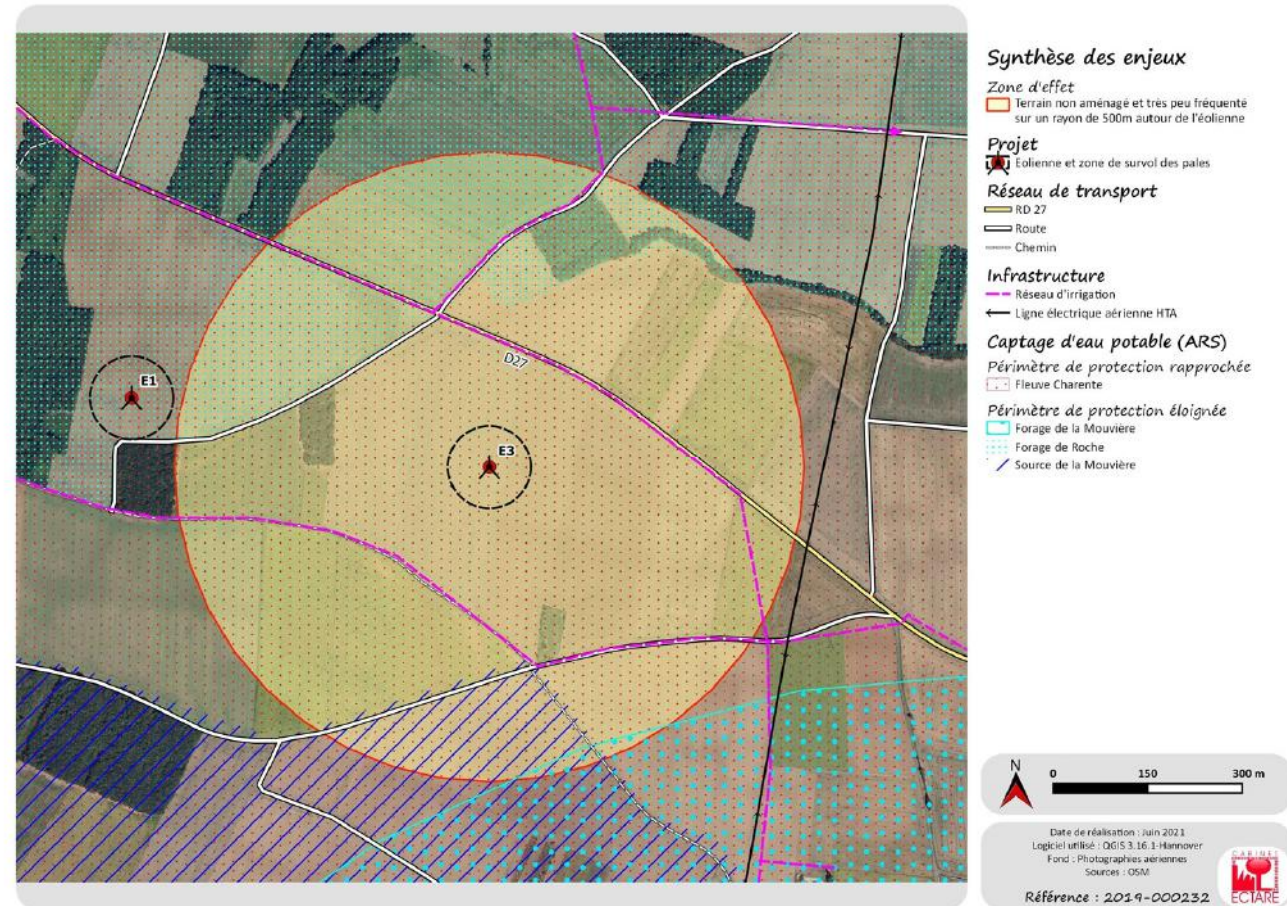






Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E03 (© ECTARE)

Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E04 (© ECTARE)







## 4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

### 4.1. CARACTERISTIQUES ET FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

#### 4.1.1. Caractéristiques générales

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. 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 indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. 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 si les conditions de vent sont défavorables.

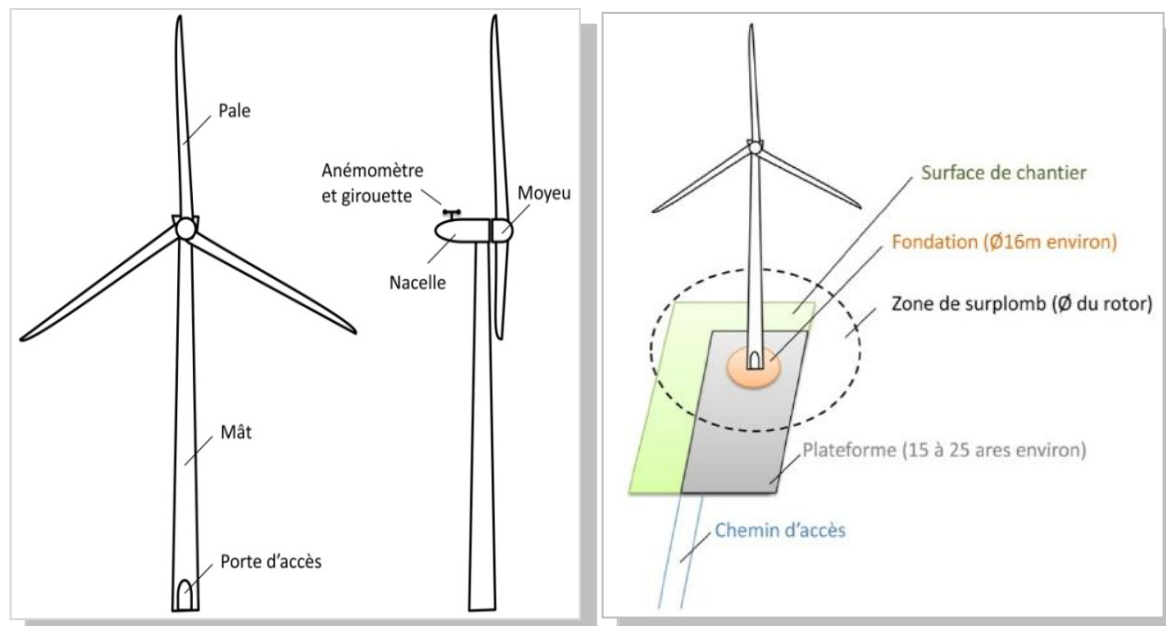


Figure : Schéma d'un aérogénérateur Figure : Emprise au sol d'une éolienne

Le projet éolien des Berges de Charente est composé de 4 aérogénérateurs et d'un poste de livraison.

À ce stade, la présente demande d'autorisation d'exploiter est établie en envisageant deux modèles d'éoliennes :

- La Siemens Gamesa (SG 132) de puissance 3,4 MW, de diamètre de rotor de 132 m avec une hauteur moyeu de 97 m, une garde au sol de 31 m, portant la hauteur en bout de pale à 163 m ;
- La Nordex (N131) de puissance 3,6 MW, de diamètre de rotor de 131 m avec une hauteur moyeu de 99 m, une garde au sol de 33,5 m, portant la hauteur en bout de pale à 164,5 m.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs en système de coordonnées NTF Lambert 93 :

Éolienne	Lambert 93	
	Coord X	Coord Y
E01	483772,4674	6540416,3275
E02	483929,598	6539478,451
E03	484340,466	6540305,488
E04	484375,571	6539490,133

Coordonnées des éoliennes

Les caractéristiques techniques des éoliennes qui seraient implantées sur le site sont les suivantes :

Éolienne : SG 3.4-132	
<b>Caractéristiques générales</b>	
Puissance nominale	3 465 kW
Vitesse de démarrage	3 m/s
Vitesse atteinte en puissance nominale	11,5 m/s. La vitesse nominale est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales
Vitesse de coupure	20 m/s
Régulation de puissance	Variation active de pale individuelle (pitch) et vitesse de rotation variable
<b>Rotor / pâles</b>	
Type	Rotor à trois pâles à axe horizontal, face au vent avec système actif de réglage des pales
Fonction	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice
Sens de rotation	Sens horaire
Diamètre du rotor	132 m
Nombre de pales	3
Longueur des pales	64,5 m
Poids d'une pale	16 tonnes max
Surface balayée	13685 m <sup>2</sup>
Matériau des pales	Fibre de verre renforcée avec époxy et fibre de carbone
Vitesse de rotation	Variable 10 à 15 tours/min
Système de réglage des pales	Couronnes à deux rangées de billes et double contact radial
<b>Mât</b>	
Fonction	Supporter la nacelle et le rotor
Type de mât	Tour tubulaire en acier en 4 sections
Protection contre la corrosion	Revêtement multicouche résine époxy
Hauteur maximale (au moyeu)	97 m
Diamètre du mat au pied (m)	4,4 m
<b>Fondation</b>	
Fonction	Ancrer et stabiliser l'éolienne
Matière	Béton armé (Eurocode 2)
Dimensions	Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction



Éolienne : SG 3.4-132	
<b>Transmission et générateur :</b>	
Fonction	Fonction du générateur : convertir l'énergie mécanique du rotor en énergie électrique Fonction du transformateur : élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau
Moyeu	Fixe / en fonte
Transmission	Transmission via arbre moteur - multiplicateur et couplage avec la génératrice
Générateur	Technologie asynchrone, générateur triphasé, du type quadripolaire à rotor bobiné avec alimentation électrique du stator au démarrage
Transformateur	Tension de 20 kV à la sortie
<b>Système de freinage</b>	
Fonction	Freiner et arrêter l'éolienne
Réglage des pales	3 systèmes de réglage indépendants avec alimentation de secours
Frein d'arrêt du rotor	Frein principal aérodynamique en mettant en drapeau les pales avec un angle de 90 ° (avec une sécurité en cas de défaillance de l'une des pales) Frein auxiliaire mécanique : frein mécanique sur l'arbre rapide de transmission qui vient en complément du freinage aérodynamique
Blocage du rotor	Rotor libre à l'arrêt, frein mécanique pour les opérations de maintenance
<b>Contrôle d'orientation</b>	
Fonction :	Orienter l'éolienne de manière optimale par rapport au vent
	Un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent
<b>Surveillance à distance</b>	
Fonction	Communiquer en continu les données mesurées sur l'éolienne
	Système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

Tableau 2 : Principaux éléments d'une éolienne Siemens Gamesa N132 – 3,4 MW

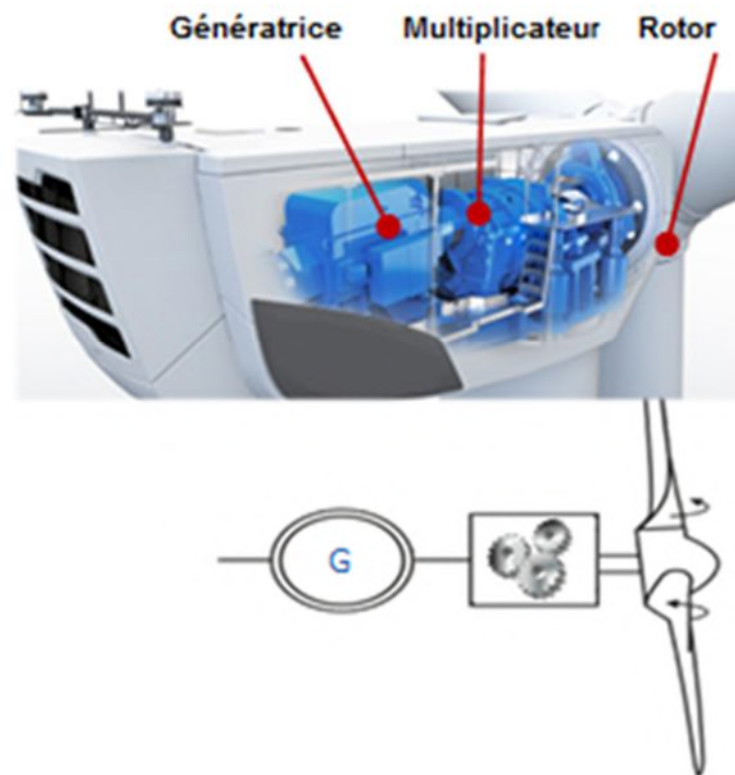
Éolienne : N131 3,6 MW	
<b>Caractéristiques générales</b>	
Puissance nominale	3 600 kW
Vitesse de démarrage	3 m/s
Vitesse atteinte en puissance nominale	11,5 m/s. La vitesse nominale est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales
Vitesse de coupure	20 m/s
Régulation de puissance	Variation active de pale individuelle (pitch) et vitesse de rotation variable
<b>Rotor / pâles</b>	
Type	Rotor à trois pâles à axe horizontal, face au vent avec système actif de réglage des pales
Fonction	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice
Sens de rotation	Sens horaire
Diamètre du rotor	131 m
Nombre de pales	3
Longueur des pales	64,4 m

Éolienne : N131 3,6 MW	
Poids d'une pale	16 tonnes max
Surface balayée	13 478 m <sup>2</sup>
Matériau des pales	Fibre de verre renforcée avec époxy et fibre de carbone
Vitesse de rotation	Variable 10 à 15 tours/min
Système de réglage des pales	Couronnes à deux rangées de billes et double contact radial
<b>Mât</b>	
Fonction	Supporter la nacelle et le rotor
Type de mât	Tour tubulaire en acier en 4 sections
Protection contre la corrosion	Revêtement multicouche résine époxy
Hauteur maximale (au moyeu)	99 m
Diamètre du mat au pied (m)	4,3 m
<b>Fondation</b>	
Fonction	Ancrer et stabiliser l'éolienne
Matière	Béton armé (Eurocode 2)
Dimensions	Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction
<b>Transmission et générateur :</b>	
Fonction	Fonction du générateur : convertir l'énergie mécanique du rotor en énergie électrique Fonction du transformateur : élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau
Moyeu	Fixe / en fonte
Transmission	Transmission via arbre moteur - multiplicateur et couplage avec la génératrice
Générateur	Technologie asynchrone, générateur triphasé, du type quadripolaire à rotor bobiné avec alimentation électrique du stator au démarrage
Transformateur	Tension de 20 kV à la sortie
<b>Système de freinage</b>	
Fonction	Freiner et arrêter l'éolienne
Réglage des pales	3 systèmes de réglage indépendants avec alimentation de secours
Frein d'arrêt du rotor	Frein principal aérodynamique en mettant en drapeau les pales avec un angle de 90 ° (avec une sécurité en cas de défaillance de l'une des pales) Frein auxiliaire mécanique : frein mécanique sur l'arbre rapide de transmission qui vient en complément du freinage aérodynamique
Blocage du rotor	Rotor libre à l'arrêt, frein mécanique pour les opérations de maintenance
<b>Contrôle d'orientation</b>	
Fonction :	Orienter l'éolienne de manière optimale par rapport au vent
	Un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent
<b>Surveillance à distance</b>	
Fonction	Communiquer en continu les données mesurées sur l'éolienne
	Système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

Tableau 3 : Principaux éléments d'une éolienne Nordex N131 / 3,6 MW



## Eolienne conventionnelle



Composants de la nacelle d'une éolienne

### 4.1.2. Sécurité de l'installation

L'installation respectera la réglementation en vigueur en matière de sécurité. Conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation, les aérogénérateurs et les installations électriques extérieures seront notamment conformes :

- Aux dispositions de la norme IEC 61 400-1 / NF EN 61400-1 Juin 2006 intitulée « Exigence de conception » ;
- Les aérogénérateurs subiront un contrôle technique ;
- L'installation sera mise à la terre et respectera les dispositions de la norme NF EN IEC 61 400-24 ;
- Les opérations de maintenance incluront un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre ;
- Aux dispositions de la directive 2006/42/CE du parlement européen et du conseil du 17 mai 2006 ;
- Aux normes NFC 15-100 ;
- Aux dispositions de la norme IEC60034 relative à la construction des génératrices ;
- Aux dispositions de la norme ISO 81400-4 qui fixe les règles pour la conception du multiplicateur ;

- A la Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004 concernant les ondes électromagnétiques ;
- Aux dispositions de la norme ISO 9223 concernant le traitement anticorrosion des éoliennes ;
- le balisage de l'installation sera conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.

### 4.1.3. Opérations de maintenance de l'installation

On distingue trois types de maintenance :

- La maintenance préventive ;
- La maintenance prédictive ;
- La maintenance corrective.

Le suivi de la maintenance se fait par la mise à jour systématique du manuel d'entretien.

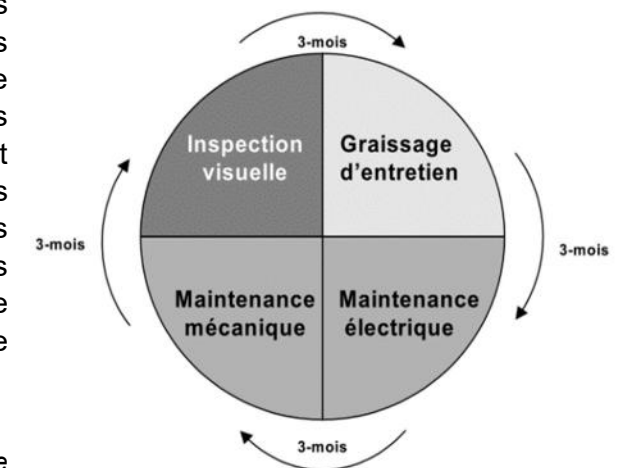
#### 4.1.3.1. Opérations de maintenance préventive

Avant la mise en service industrielle du projet éolien, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder un an puis 3 ans, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement normal de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent :

- un arrêt,
- un arrêt d'urgence,
- un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime.

Les résultats de ces tests sont consignés dans le registre de maintenance.

Avant la mise en service industrielle des éoliennes et équipements connexes, sera également effectué un contrôle des installations électriques à l'intérieur des éoliennes par une personne compétente. Ces installations doivent, en outre, être contrôlées chaque année après leur installation ou modification, dans les conditions fixées par l'arrêté du 10 octobre 2000 fixant la périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications. Les rapports de contrôle correspondants sont annexés au registre de maintenance du parc.



Phases de maintenance





L'inspection et l'entretien du matériel sont effectués par le personnel d'exploitation et de maintenance, formé pour ces interventions. La liste des opérations à effectuer sur les diverses machines ainsi que leur périodicité est définie par des procédures. Outre les dispositifs de sécurité intégrés aux éoliennes, les opérations de maintenance contribueront à réduire le risque.

Ces opérations incluent des contrôles visuels, vérification de serrages, graissages, changement d'huile, vérification de niveaux, test des systèmes de sécurité, remplacement des charbons des collecteurs, mesures de niveau d'isolement électrique, etc... qui sont semestriels ou annuels.

Ces opérations de maintenance garantissent le suivi et la durabilité des éoliennes dans le temps.

#### 4.1.3.2. contrôles réglementaires périodiques

Plusieurs arrêtés fixent différents types de contrôles réglementaires périodiques pour les parcs éoliens. Il peut s'agir de contrôles internes ou externes.

Il existe aussi d'autres types de contrôles réglementaires périodiques : contrôles des véhicules et matériels utilisés ainsi que de équipements de protection individuelle et les équipements de travail, vérification annuelle des installations électriques et du matériel incendie.

#### 4.1.3.3. Maintenance prédictive

Afin d'optimiser les conditions d'exploitation et de réduire les coûts parfois associés à des arrêts de production non programmés, l'exploitant peut mettre en place un programme de maintenance prédictive qui va au-delà des prescriptions usuelles du constructeur.

Cette anticipation de pannes est faite par la surveillance des paramètres d'exploitation des éoliennes, tels que les températures des équipements, l'analyse en laboratoire des lubrifiants et l'analyse des signatures vibratoires de certains équipements tournants. Ainsi, lorsqu'un paramètre dévie de sa plage normale de fonctionnement, l'exploitant déclenche une opération de maintenance ciblée sur le problème détecté, sans qu'une panne n'ait arrêté l'éolienne.

*Fréquence* : Visite de chaque éolienne 1 fois par an.

#### 4.1.3.4. Maintenance curative

Il s'agit des opérations de maintenance réalisées suite à des défaillances de matériels ou d'équipements (ex : remplacement d'un capteur défaillant, ajout de liquide de refroidissement faisant suite à une fuite, ...). Ces opérations sont faites à la demande, dès détection du dysfonctionnement, de façon à rendre l'équipement à nouveau opérationnel.

#### 4.1.3.5. Prise en compte du retour d'expérience

Dans l'organisation NORDEX et SIEMENS, chaque incident ou défaillance est remonté systématiquement via un rapport détaillé dans une base de données générale. Toutes ces informations sont utilisées dans le cadre d'un processus d'amélioration continue.

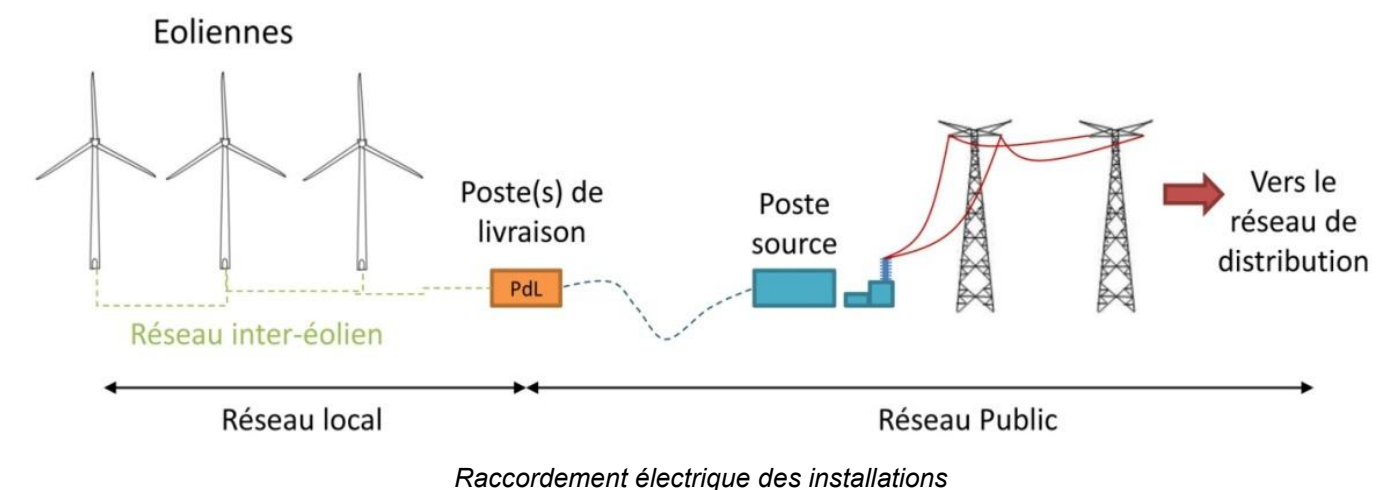
### 4.1.4. Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente.

Durant leur formation, les techniciens reçoivent la consigne de maintenir propres les aérogénérateurs et de ne pas y entreposer de matériaux, combustibles et inflammable ou non. Leur support de formation basique électrique/mécanique le stipule explicitement. Des rappels réguliers sont effectués lors des rappels de sécurité qu'ils suivent tous les 6 mois

## 4.2. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

### 4.2.1. Raccordement électrique



#### 4.2.1.1. Réseau inter-éolien électrique haute-tension

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au bâtiment électrique situé sur le site que nous nommerons "poste de livraison". Les câbles électriques seront enfouis à une profondeur minimale de 80 cm. Chaque tranchée sera équipée de fibre optique reliant chaque éolienne au terminal de télésurveillance.

**Les liaisons électriques intérieures seront conformes à la réglementation en vigueur.**

Le raccordement inter-éoliennes sera également conforme aux dispositions de l'article L323-11 et R323-40 du Code de l'Energie.

#### 4.2.1.1. Réseau inter-éolien de communication

Un réseau de communication est créé dans la même tranchée pour relier les machines entre elles au poste de supervision. Ce réseau de communication en fibre optique est insensible aux perturbations électromagnétiques qui pourraient être induites par la proximité immédiate des câbles de puissance.





### 4.2.2. Poste de livraison et réseau électrique externe

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit acheminée vers le réseau public. Le projet éolien des Berges de Charente prévoit l'installation d'un poste de livraison placé au nord du projet, le long de la RD27, entre les éoliennes reliant E01 et E03.

Élément	Coordonnées Lambert 93	
	X	Y
PDL (centre)	484194,9610	6540566,2100

Le raccordement sera placé sous la maîtrise d'œuvre générale d'ENEDIS. La ligne de raccordement sera réalisée en souterrain (câble enterré de 0,90 à 1,20 mètre de profondeur (hors gel)).

Dans le cadre du parc éolien étudié ici, plusieurs solutions de raccordement sont envisagées : sur les postes sources existants de Villegats ou encore de Mansle.

Si la saturation du schéma S3REnR Nouvelle-Aquitaine s'accélère d'ici 2025, le raccordement serait effectué au poste source d'Aigre (Ouest), Ruffecois (Nord) ou Confolentais (Est).

Dans la mesure où la procédure de raccordement ENEDIS n'est lancée qu'après le dépôt du permis de construire du parc éolien, le tracé de la ligne de raccordement n'est à ce jour pas déterminé, même si on peut indiquer que, dans le cas général, celui-ci reste sur le domaine public. Le tracé exact du câblage électrique et l'emplacement du poste de livraison respecteront les dispositions du décret en vigueur. La réalisation du raccordement externe sera également conforme aux dispositions de l'article R323-25 du Code de l'Energie.

À noter qu'une seule liaison électrique relie l'éolienne au réseau public, cette liaison fonctionnant en alimentation du réseau lors du fonctionnement de l'éolienne et en retour depuis le réseau lors des phases d'arrêt.

### 4.2.3. Autres réseaux

Le projet éolien des Berges de Charente 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.

## 5. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

### 5.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible ne sera stocké dans les aérogénérateurs ou le poste de livraison.

Les produits identifiés (graisses, huiles, solvants, nettoyants...) dans le cadre du projet éolien des Berges de Charente sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien.

En conclusion, il ressort que les produits utilisés ne présentent pas de réel danger, si ce n'est d'entretenir un incendie, ou de générer un risque de pollution des sols ou des eaux en cas de déversement dans l'environnement.

### 5.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PHASES DE TRAVAUX

Les phases de travaux engendrent des risques particuliers, liés aux équipements mis en œuvre pour les opérations de montage et de démontage des éoliennes.

Le tableau ci-dessous récapitule les risques identifiés comme spécifiques à ces phases de travaux :

Potentiel de dangers	Description des dangers
- Grue	Chute de la grue Chute d'éléments
Équipement / Engins de chantier :	Accident avec des personnes (écrasement / choc)
- Générateurs électriques	Électrocution
- Postes mobiles (ex : soudure)	Accident d'origine mécanique lié au chantier

Les phases de montage et de démontage impliquent la mise en œuvre de moyens externes dans des conditions relativement similaires. Elles se distinguent par :

- la construction des fondations et des voies d'accès pour la phase de construction ;
- la possibilité de différentes variantes dans le cadre du démontage des éoliennes.



### 5.3. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

#### 5.3.1. Potentiels dangers liés aux déchets

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne génère pas de déchets, ni d'émissions atmosphériques, ni d'effluents. Les produits sortants concernent donc les opérations de maintenance régulières des installations, sous la forme de déchets (déchets banaux, déchets industriels spéciaux). Pour chaque catégorie de déchet, les dangers potentiels (explosif, comburant, carburant, extrêmement inflammable...) sont mentionnés sur les fiches de données sécurité qui les concernent en tant que produit.

#### 5.3.2. Potentiels de dangers liés aux installations

Les dangers liés au fonctionnement du projet éolien des Berges de Charente sont de cinq types :

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

#### 5.3.3. Potentiels de dangers liés aux évènements externes

##### 5.3.3.1. Potentiels de dangers liés aux activités humaines

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

Infrastructure	Fonction	Évènement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	E1 à 183 m de la VC303 E2 à 134 m de la VC131 E3 à 190 m de la RD27 E4 à 75m de la VC302
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Hors périmètre
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Hors périmètre

Infrastructure	Fonction	Évènement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Hors périmètre
Autre ICPE	Activités de production diverses	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Hors périmètre

##### 5.3.3.2. Potentiels de danger liés aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Intensité
Sismicité	Les terrains étudiés se situent en zone de sismicité modérée. Cette zone correspond à une zone dans laquelle il y a des prescriptions parasismiques particulières pour les ouvrages « à risque normal » de type II, III et IV. Le poste électrique qui sera implanté sur le site et qui assurera l'interface entre le parc éolien et le réseau électrique public, n'entre pas dans la catégorie des bâtiments des centres de production collective d'énergie » ayant une production électrique inférieure au seuil de 40 MW électrique, de catégorie d'importance III au titre de l'article 2 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 15 septembre 2014
Vents et tempête	L'ensemble de la Charente est concerné par le risque tempête. Les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente sont donc potentiellement concernées et le secteur d'étude aussi.
Foudre	Les éoliennes seront équipées notamment d'un système de mise à la terre, respecteront la norme IEC 62305 et seront conçues pour répondre à la classe de protection I de la norme NF EN IEC 61400-24.
Incendie de forêt	Le secteur d'étude se situe dans une zone où le risque d'incendie est très peu probable.
Stabilité	Aucun facteur d'instabilité n'a été clairement identifié sur les terrains du projet. Toutefois le risque de retrait-gonflement des argiles ne peut être totalement écarté sans études complémentaires. On considèrera donc les mouvements de terrain comme source potentielle extérieure de danger et seront retenus dans la suite de l'étude.

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 NF EN 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 scénarios de rupture de pale.

## 5.4. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

### 5.4.1. Gestion de la phase de travaux

L'installation locale du bureau de chantier et des équipements annexes est organisée avant le début des travaux. L'adresse du bureau de chantier, ainsi que les noms des responsables et leurs numéros de téléphone sont communiqués aux représentants agricoles départementaux et aux maires des communes concernées.

Des actions de communication et de sensibilisation du public seront réalisées.

Les voies d'accès et chemins sont balisés de façon visible et permanente jusqu'à la fin du chantier.

Un périmètre est également défini autour du chantier, accompagné d'un panneautage avertissant des dangers liés au chantier et restreignant l'accès à la zone de travaux.

### 5.4.2. Réduction des potentiels de dangers internes aux équipements associés au projet

Les équipements et installations présentes ont été optimisés de façon à réduire au mieux les potentiels de danger dans des conditions technico-économiques acceptables.

#### 5.4.2.1. Pour l'équipement en lui-même :

Les dangers des équipements sont principalement dus au caractère mobile de ceux-ci (pièces en rotation) et à leur situation (à plusieurs dizaines de mètres au-dessus du sol). Ceci peut entraîner des chutes ou projection de pièces au sol.

Un autre danger est lié à la présence d'installations électriques avec des tensions élevées dont le dysfonctionnement peut être à l'origine d'incendies.

Les équipements qui constituent à ce jour l'éolienne sont tous indispensables à son fonctionnement. Il n'est donc pas possible à priori de les substituer.

Le Maître d'Ouvrage installera sur le site des éoliennes de dernière technologie limitant ainsi le risque d'incident.

<sup>7</sup> L'hexafluorure de soufre ou SF6 est un gaz inerte utilisé intensivement dans l'industrie électrique pour éviter les courts circuits, les accidents et les incendies. Il s'agit d'un excellent isolant électrique et d'un gaz capable d'éteindre les arcs électriques.

Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.

#### 5.4.2.2. Pour les pales :

Le projet intègre uniquement des éoliennes tri pales, permettant ainsi de limiter les vibrations et la fatigue du rotor.

#### 5.4.2.3. Pour l'emplacement des éoliennes :

Afin de minimiser le risque d'effondrement vis-à-vis des usagers de la route, le parc éolien est implanté à plus de 684 m des habitations et au plus de 190 m de la principale voie structurante (RD27) la plus proche.

### 5.4.3. Réduction des risques liés aux produits dangereux

#### 5.4.3.1. Substitution des produits par des produits moins dangereux 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<sup>7</sup> 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, il ne présente pas de danger pour l'homme (inflammable et non toxique). De plus, il est uniquement présent au niveau du poste de livraison. Il n'est donc pas prévu de solution de substitution.

#### 5.4.3.2. Réduction des quantités de produits dangereux

Pour quelque opération de maintenance que ce soit, l'ensemble des produits entrants sont utilisés durant les maintenances. Par ailleurs, un nettoyage minutieux de la machine est opéré après chaque maintenance afin de s'assurer qu'aucun produit / déchet ne reste dans la machine lors du départ des équipes.

Afin de limiter la pollution des sols et du sous-sol lors d'un déversement accidentel, la zone de fondation est bétonnée. Une aire étanche d'alimentation en carburant est prévue lors du chantier. Cette aire sera utilisée aussi pour les éventuelles opérations de maintenance du matériel de construction et levage.

De plus, les personnes en charge de la maintenance et de l'entretien possèdent une instruction technique relative aux opérations réalisées.

Une attention particulière est portée sur la prévention des sources d'inflammation possibles (cigarette, portable...) et les travaux à point chaud font l'objet de mesures spécifiques.



#### 5.4.4. Actions préventives concernant les potentiels de dangers extérieurs au site

##### 5.4.4.1. Pour la foudre :

Il n'est pas possible d'agir pour supprimer ou diminuer le nombre d'impacts de foudre. Donc, une protection contre la foudre est installée sur les éoliennes.

Toutes les éoliennes NORDEX et SIEMENS sont équipées d'un système de protection contre la foudre conforme à la norme IEC 62305 et conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400 et les protections installées sont considérées comme suffisantes pour qu'une Analyse des Risques Foudre (ARF) ne soit pas à réaliser conformément à l'Arrêté du 15 janvier 2008 et à sa circulaire du 24 avril 2008 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées.

##### 5.4.4.2. Pour le risque de feu de forêt :

Les éoliennes sont dotées de deux extincteurs de CO<sub>2</sub> (un dans la nacelle et un extincteur disponible en pied de tour), requis lors des activités de maintenance ou de service.

Par ailleurs, la mise en place du parc éolien est réalisée en accord avec les services du SDIS. En effet, le parc sera aménagé de sorte à ne pas bloquer l'accès au site.

Afin de limiter la propagation du feu : un rayon de 50 mètres autour des éoliennes sera régulièrement débroussaillé.

#### 5.4.5. Utilisation des meilleures techniques disponibles

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

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

## 6. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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, littérature 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'accidents rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés.

## 6.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente. **Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012).**

Plusieurs sources ont été utilisées pour effectuer le recensement des accidents et incidents au niveau français :

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

L'étude de dangers se base sur le guide technique dans sa version de mai 2012, qui a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), de professionnels du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et de France Energie Éolienne (FEE).

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.

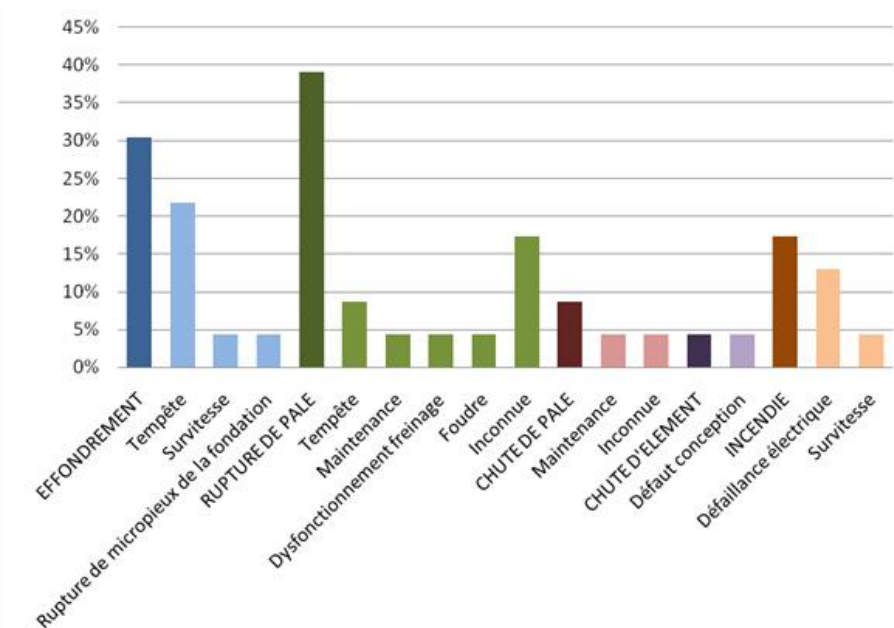
L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France.

L'inventaire des accidents en France a été réalisé à partir de différentes sources : sources officielles, d'articles de presse locale ou de bases de données mises en place par des associations, dont les associations citées font partie. C'est sur la base de cet inventaire que le groupe de travail SER/FER a réalisé une base de données des incidents majeurs et de leur typologie (dont le schéma ci-dessous fait partie).

Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 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 2011.





Répartition des évènements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011.

Dans ce graphique (réalisé par le groupe de travail SER/FEE, pour les accidents recensés entre 2000 et 2011) 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.
- Tempête apparaît ainsi deux fois car elle peut être à l'origine des effondrements, comme des ruptures de pales.

C'est le groupe de travail SER/FEE qui a structuré et divisé les catégories d'accident de cette façon. Structuration reprise par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF) dans sa base de données.

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. Les principales causes de ces accidents sont les tempêtes.

D'après la base de données ARIA qui recense les incidents ou accidents technologiques en France, 95 nouveaux accidents concernant des parcs éoliens ont été recensés depuis le 1er janvier 2012 jusqu'au 9 février 2022 (cf. II. annexe 2).

Depuis le 1er janvier 2012 jusqu'au 9 février 2022, 3 accidents technologiques lié à un parc éolien ont été recensés dans le département de la Charente.

## 6.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010. Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs ».

**Une consultation plus récente de cette base de données précise que sur les 3033 accidents décrits dans la base de données (recensés depuis les années 70 jusqu'au 30 juin 2021) seuls 156 ont été mortels, et 338 ont été à l'origine de blessures. Ce sont 494 accidents qui peuvent être 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.

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.

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

Aucun incident n'est à recenser sur les parcs exploités par IBERDROLA en France.

## 6.4. SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

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

- effondrements,
- ruptures de pales,
- chutes de pales et d'éléments de l'éolienne,
- incendie.

## 6.5. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

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

- La non-exhaustivité des événements ;
- La non-homogénéité des aérogénérateurs inclus dans ce retour d'expérience ;
- Les importantes incertitudes sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident.





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

## 7. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

### 7.1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Les scénarios d'accident sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident majeurs.

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

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

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

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.

### 7.3. SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Le tableau ci-dessous présente par thématique les typologies d'événements redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du groupe de travail précédemment cité. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accidents pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.

Thématique	Événement redouté central
Glace	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées
Glace	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement
Incendie	Court-circuit
Incendie	Incendie de tout ou partie de l'éolienne
Incendie	Fuites d'huile isolante
Fuites	Infiltration d'huile dans le sol
Chute	Chute d'élément de l'éolienne
Projection	Projection de tout ou partie pale
Effondrement	Effondrement de l'éolienne

### 7.4. EFFETS DOMINOS

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

Dans le cadre des études de dangers éoliennes, l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE est uniquement prise en compte lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres. Cette distance est supérieure pour le projet, **l'effet domino n'est donc pas pris en considération.**

### 7.5. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

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

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



L'application de ces mesures de sécurité permet de prévenir :

- La mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace ;
- L'atteinte des personnes par la chute de glace ;
- L'échauffement significatif des pièces mécaniques ;
- La survitesse ;
- Les courts-circuits ;
- Les effets de la foudre ;
- Les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) ;
- Les erreurs de maintenance ;
- La dégradation de l'état des équipements ;
- Les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort ;
- Les risques liés aux opérations de chantier ;
- Les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques.

Et de permettre la :

- Protection et intervention incendie ;
- Prévention et rétention des fuites.

## 7.6. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

- Incendie de l'éolienne (effets thermiques)
- Incendie du poste de livraison ou du transformateur
- Infiltration d'huile dans le sol.

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

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

## 8. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

**NB : 2 modèles d'éoliennes sont ici envisagés : la Siemens Gamesa (SG 132) de puissance 3,4 MW et la Nordex (N131) de puissance 3,6 MW, dont les caractéristiques sont rappelées dans le tableau ci-dessous.**

Type	Hauteur totale	Diamètre de rotor (D)	Hauteur de moyeu (Hmoy)	Longueur pale (R)	Largeur base du mat (L)	Largeur à la base de la pale (LB)
NORDEX	164,5	131	99	65,5	4,3	4,5
SG	163	132	97	66	4,4	4,5

**Dans le cadre d'une approche qui se veut être majorante, le modèle d'éolienne pris pour chaque risque étudié sera à chaque fois le modèle le plus « défavorable » des deux (celui présentant la zone d'effet et/ou d'impact la plus importante).**

### 8.1. RAPPEL DES DEFINITIONS

La **cinétique** d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables. Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une cinétique rapide.

L'**intensité** des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13]). Ces seuils n'étant pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs, deux valeurs de référence ont été retenues :

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

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



Intensité	Degré d'exposition
exposition très forte	Supérieur à 5 %
exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
exposition modérée	Inférieur à 1 %

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

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

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

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

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

Niveaux	Échelle qualitative	Échelle quantitative (probabilité annuelle)
<b>A</b>	<b>Courant</b> Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	$P > 10^{-2}$
<b>B</b>	<b>Probable</b> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$

Niveaux	Échelle qualitative	Échelle quantitative (probabilité annuelle)
<b>C</b>	<b>Improbable</b> Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
<b>D</b>	<b>Rare</b> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
<b>E</b>	<b>Extrêmement rare</b> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

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

## 8.2. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

### 8.2.1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Le tableau regroupera les éoliennes qui ont le même profil de risque.

*Il est important de noter que l'agrégation des éoliennes au sein d'un même profil de risque ne débouche pas sur une agrégation de leur niveau de probabilité ni du nombre de personnes exposées car les zones d'effet sont différentes.*

SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS					
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale soit 8,55 ha	Rapide	Exposition forte	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieuse
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol des pâles soit 1,37 ha	Rapide	Exposition forte	C	Sérieuse
Chute de glace	Zone de survol des pâles soit 1,37 ha	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée



SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES					
Projection de pales	500 m autour de l'éolienne : 78,5 ha	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieuse
Projection de glace	R=1,5*(H+D) soit 37,37 ha	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieuse pour les éoliennes E01 et E03
					Modérée pour les éoliennes E02 et E04

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée qu'aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice. Les différents scénarios étudiés représentent un risque très faible à faible et acceptable.

**Pour conclure, sachant que le risque associé à chaque événement redouté central étudié est acceptable, le risque généré par le projet éolien des Berges de Charente est acceptable.**

### 8.2.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques

La matrice de criticité ci-dessous permet de conclure sur l'acceptabilité du risque du projet éolien des Berges de Charente :

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		PP (pour toutes les éoliennes) E (pour toutes les éoliennes)	CE (pour toutes les éoliennes)	PG (E01 et E03)	
Modéré				PG (E02 et E04)	CG (pour toutes les éoliennes)

Légende de la matrice :

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

Signification des abréviations :

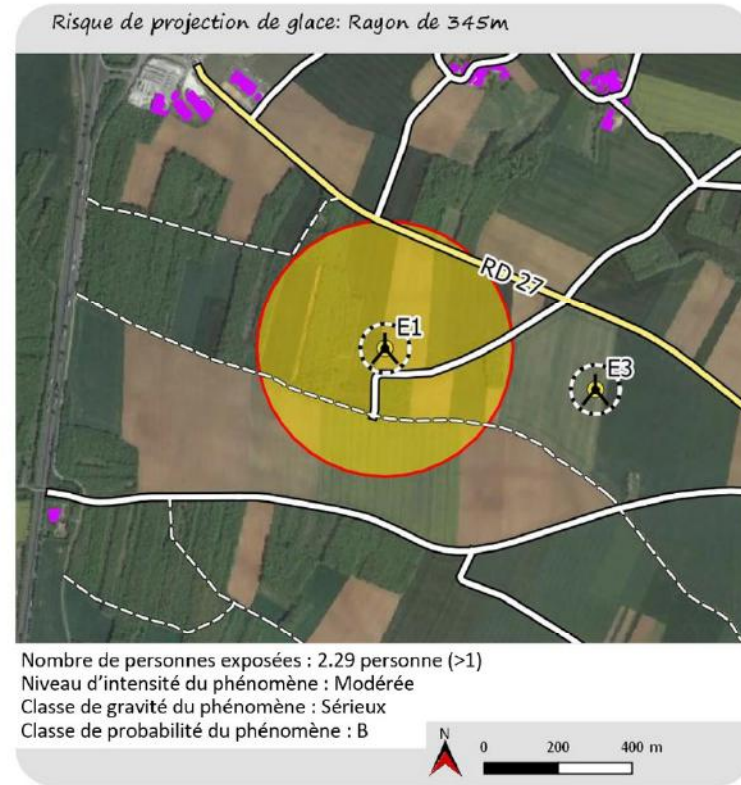
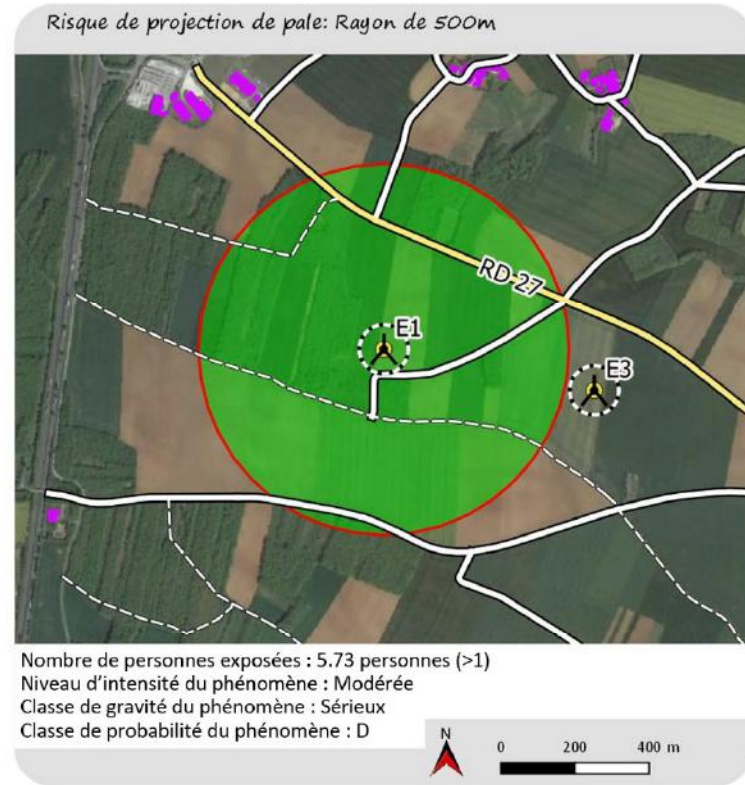
- E = effondrement de l'éolienne
- CE = chute d'élément
- PP = projection de pales ou de fragments de pales
- CG = chute de glace
- PG = projection de glace





### 8.2.3. Cartographies des risques

Cartographie des risques pour E01



#### Synthèse des risques

##### Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : acceptable
- Niveau de risque très faible : acceptable

##### Projet

- Eolienne et zone de survol des pales

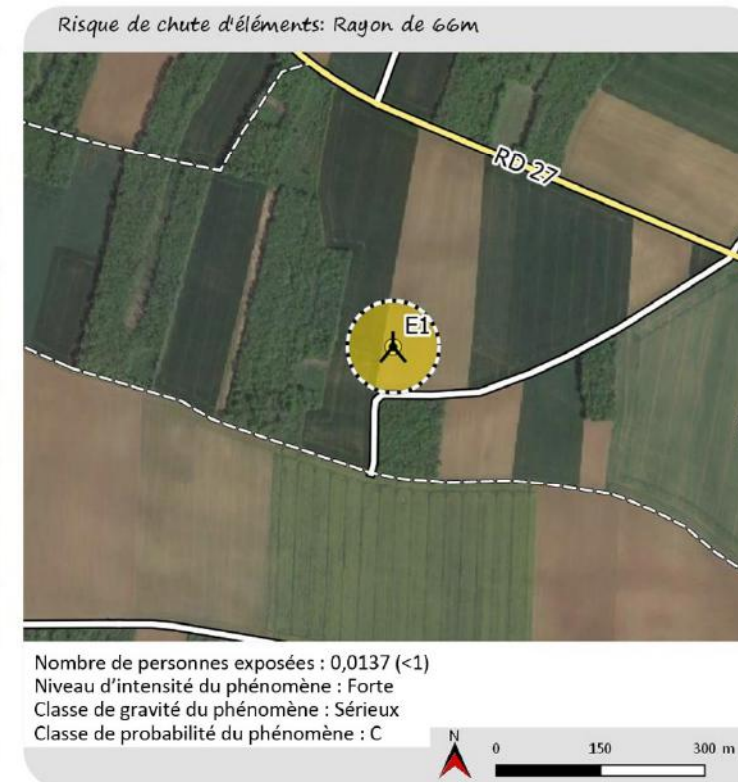
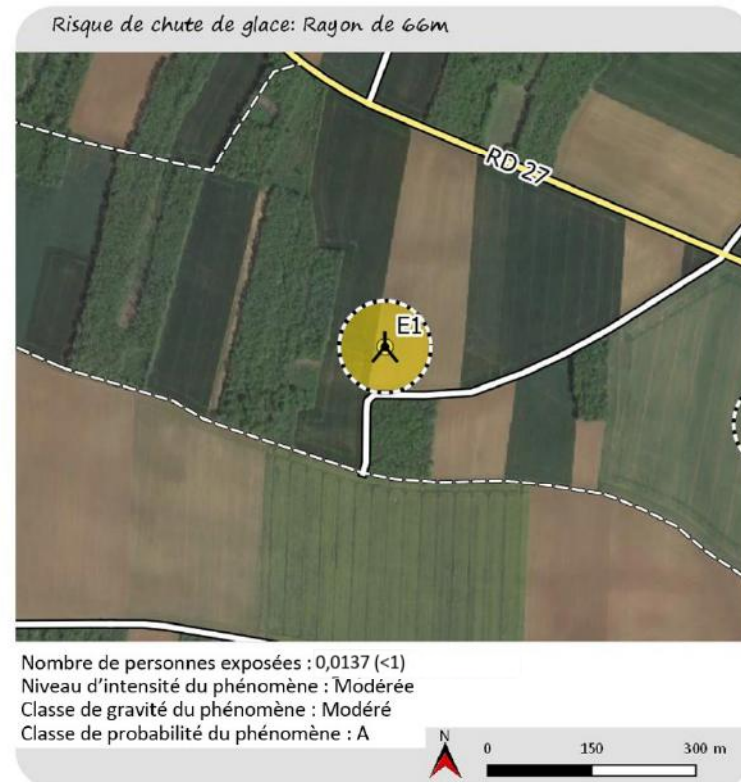
##### Voisinage

- Voisinage

##### Réseau de transport terrestre

- RD 27
- Route
- Chemin

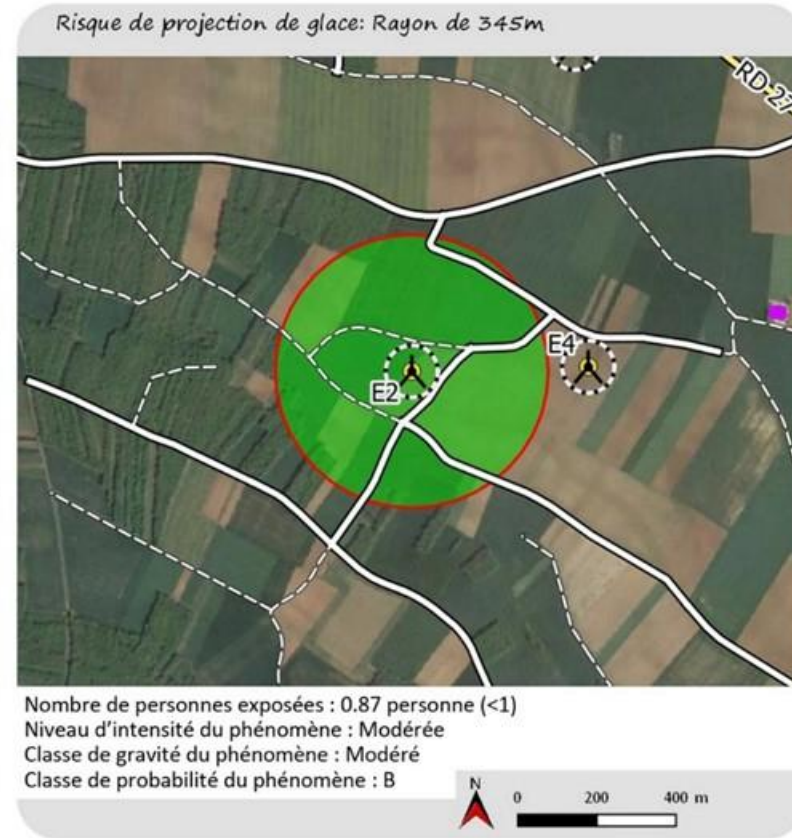
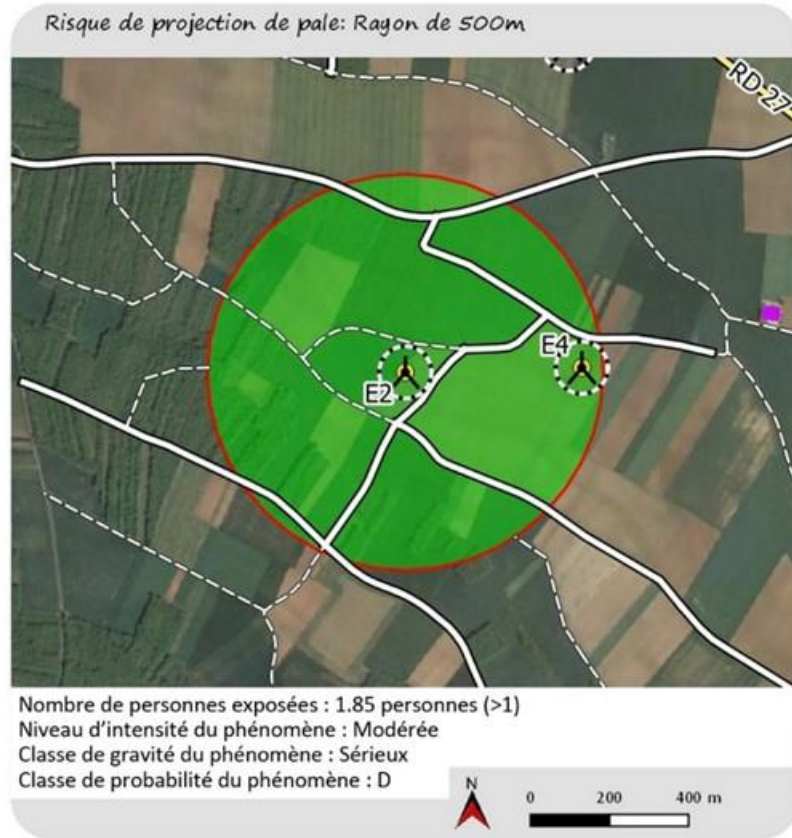
Référence Ectare : 2019-000232







Cartographie des risques pour E02



Synthèse des risques

Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : acceptable
- Niveau de risque très faible : acceptable

Projet

- Eolienne et zone de survol des pales

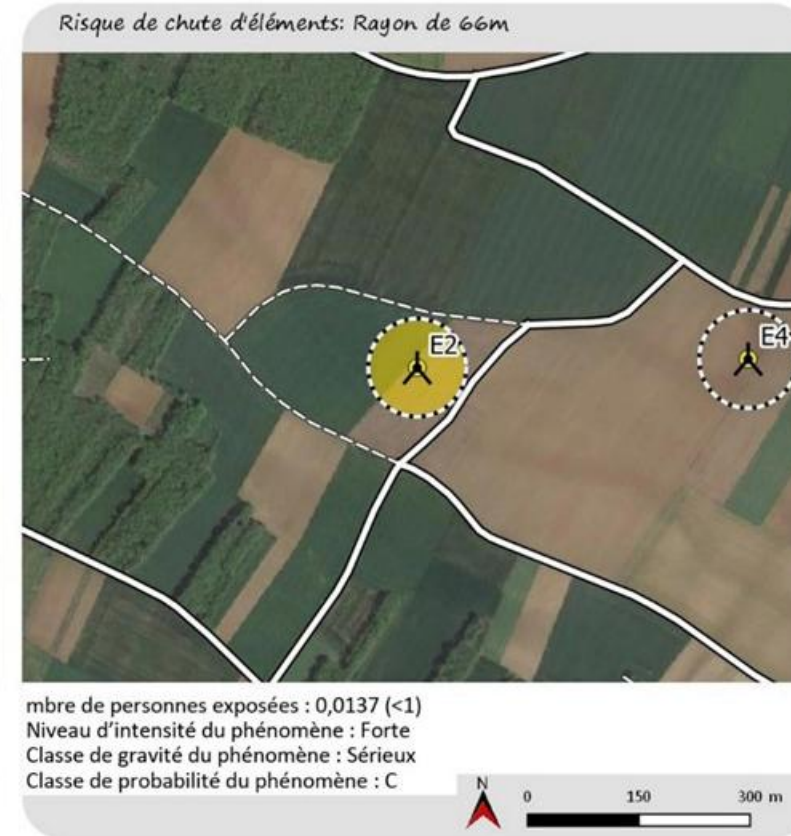
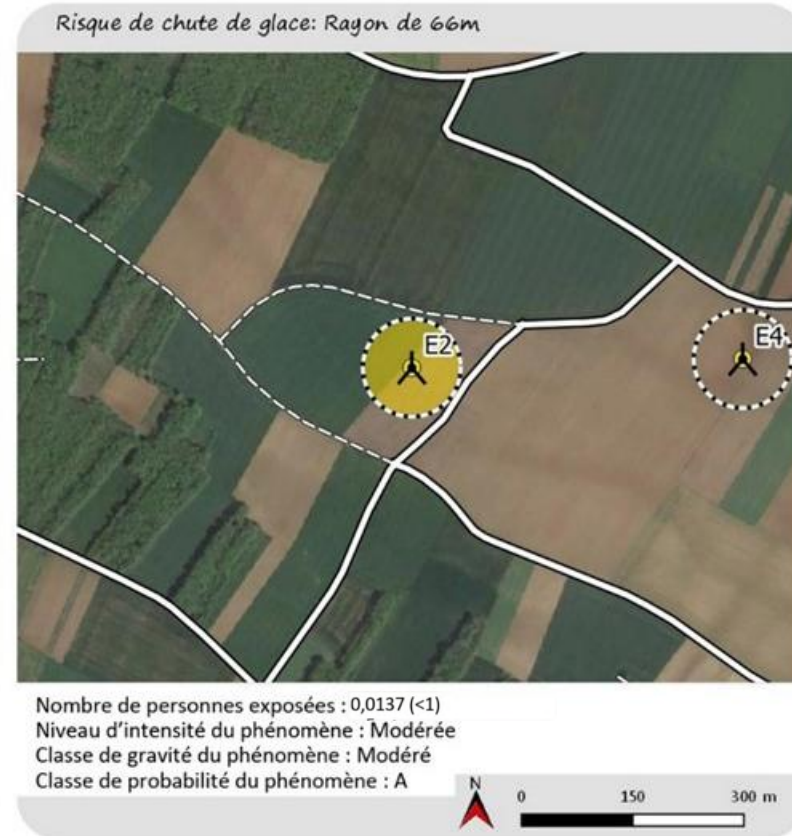
Voisinage

- Voisinage

Réseau de transport terrestre

- RD 27
- Route
- Chemin

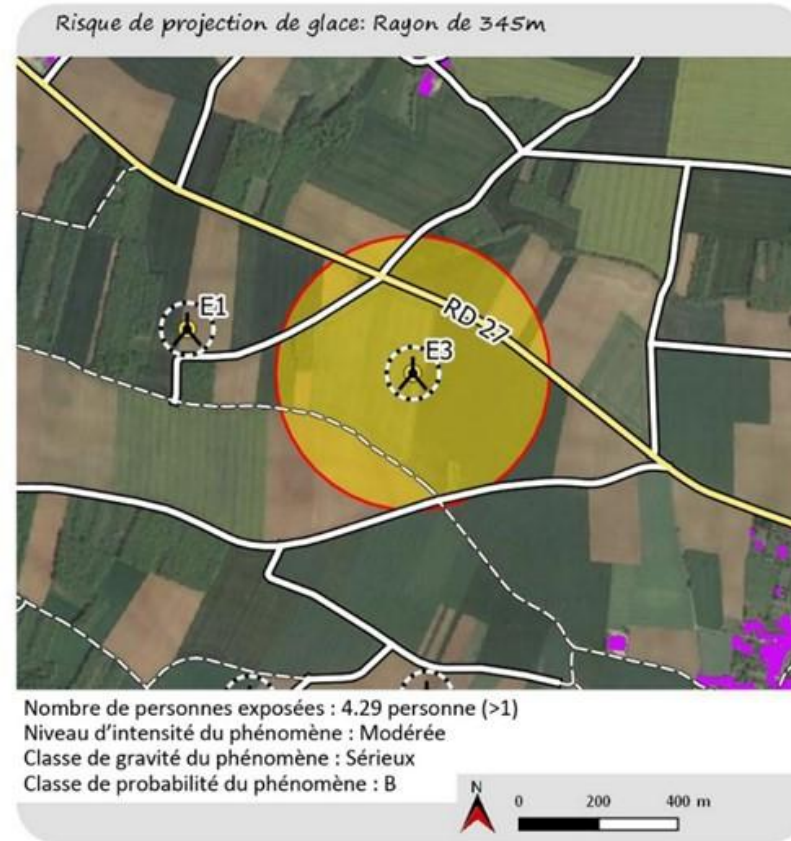
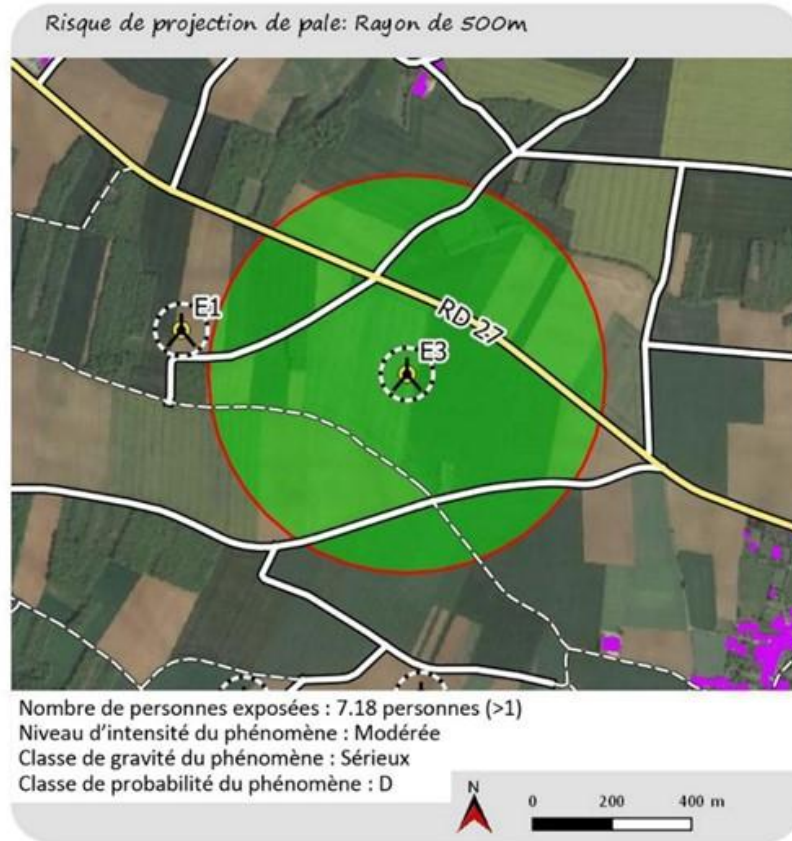
Référence Ectare : 2019-000232







Cartographie des risques pour E03



Synthèse des risques

Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : acceptable
- Niveau de risque très faible : acceptable

Projet

- Eolienne et zone de survol des pales

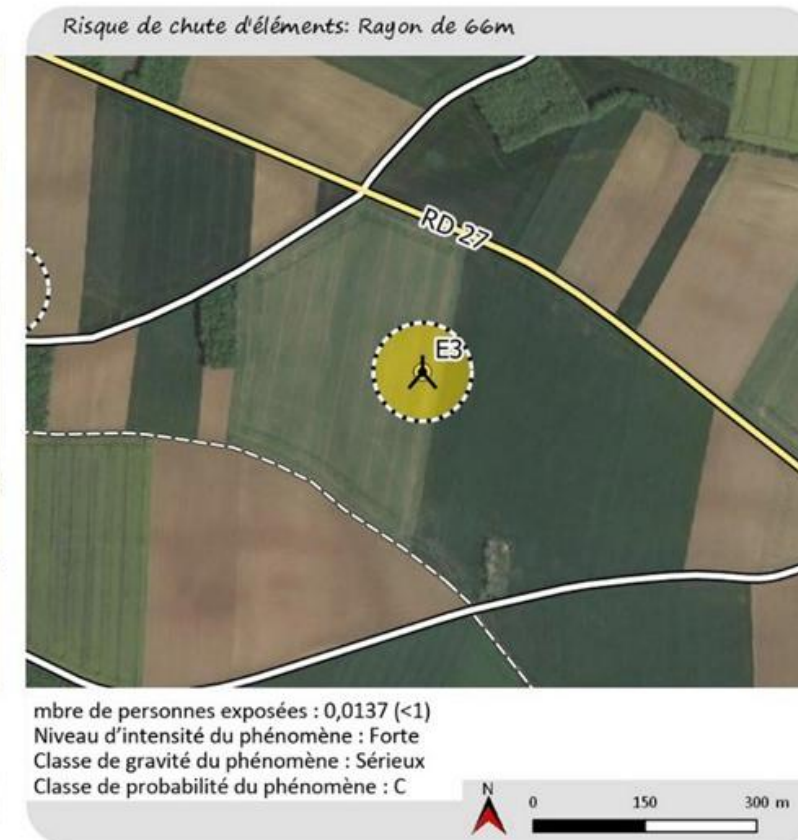
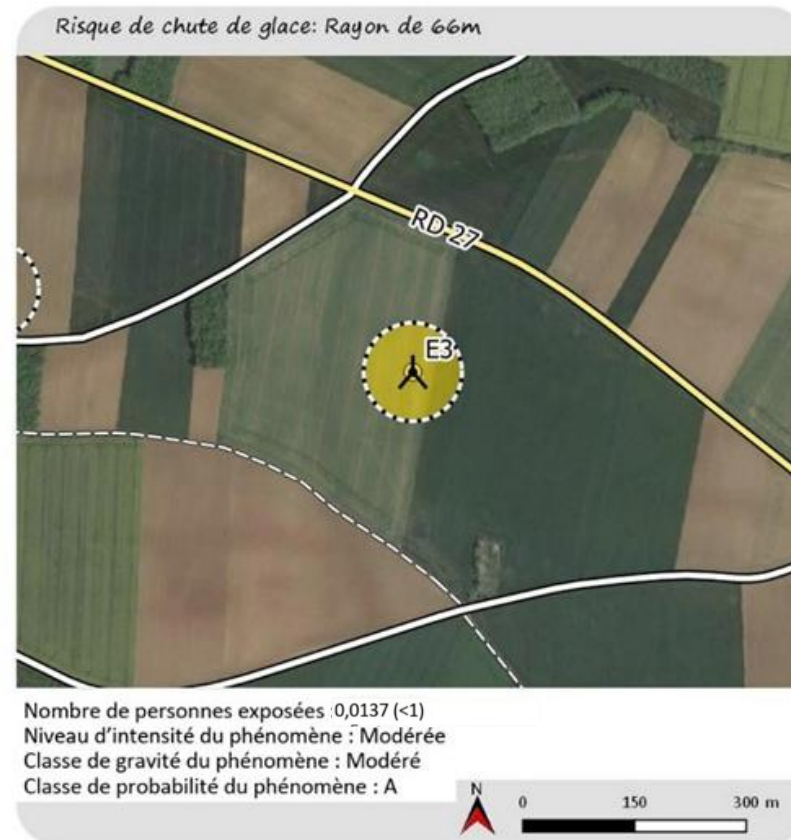
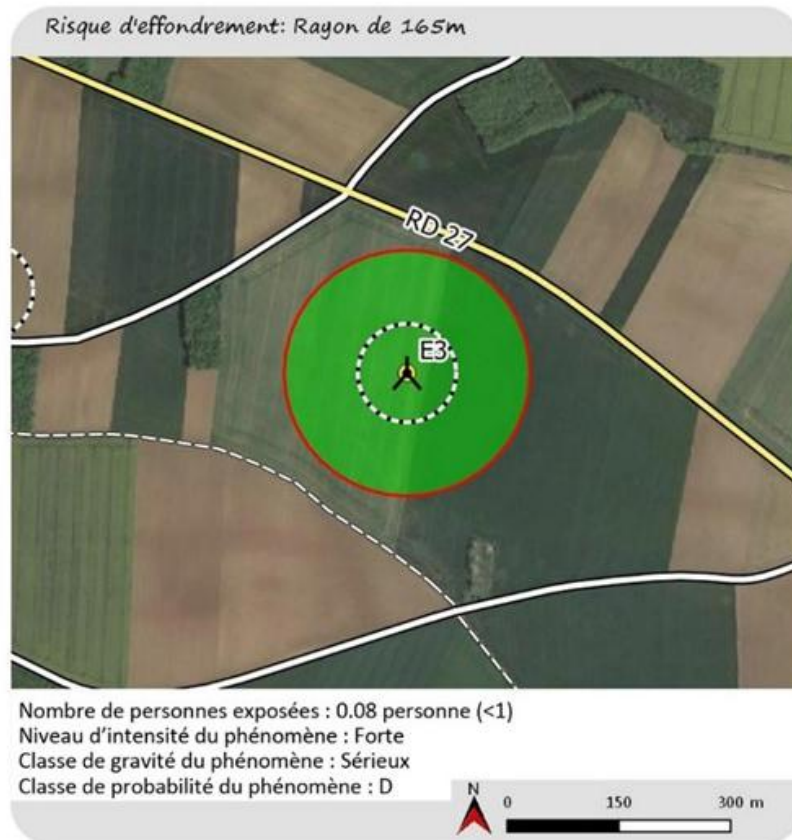
Voisinage

- Voisinage

Réseau de transport terrestre

- RD 27
- Route
- Chemin

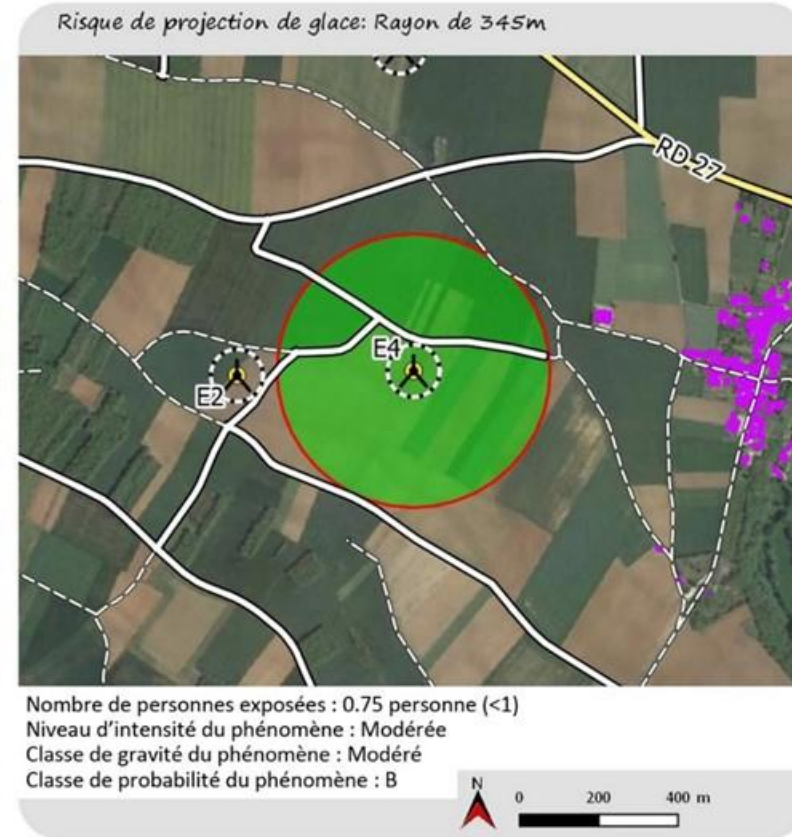
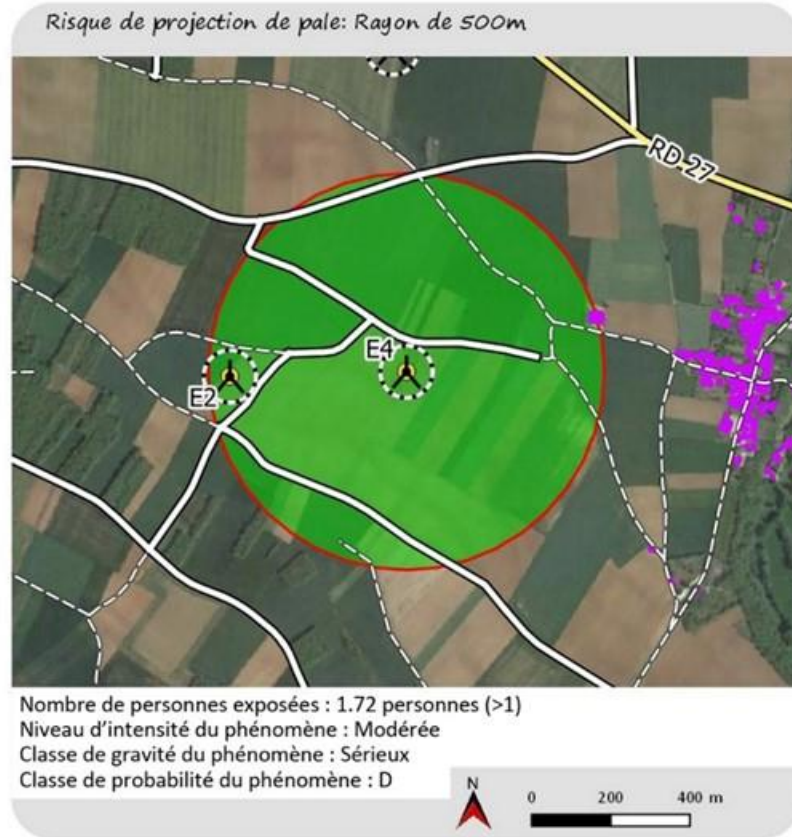
Référence Ectare : 2019-000232







Cartographie des risques pour E04



Synthèse des risques

Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : acceptable
- Niveau de risque très faible : acceptable

Projet

- Eolienne et zone de survol des pales

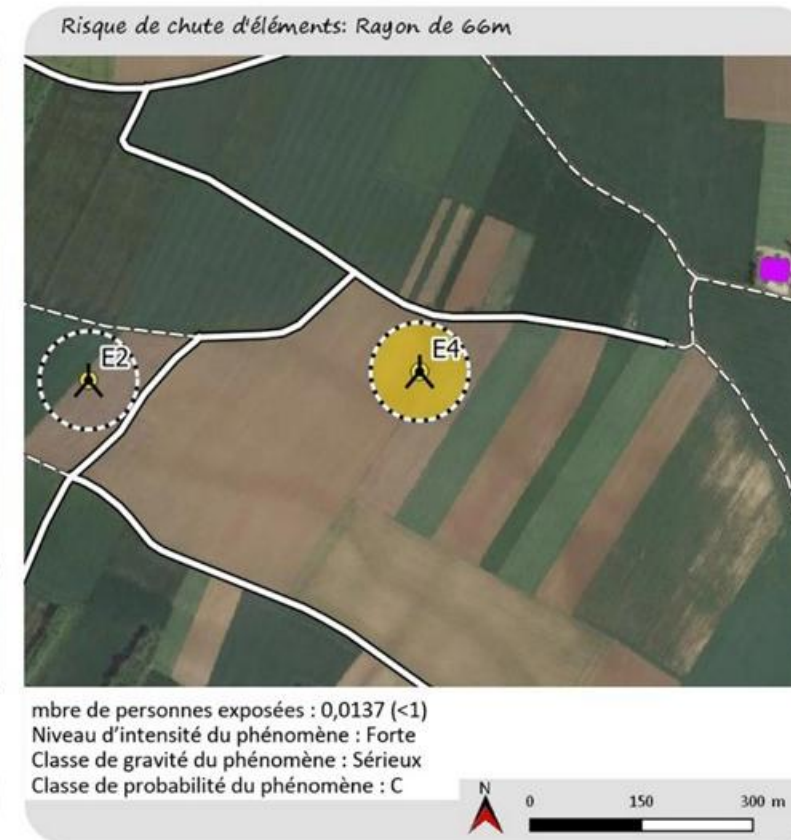
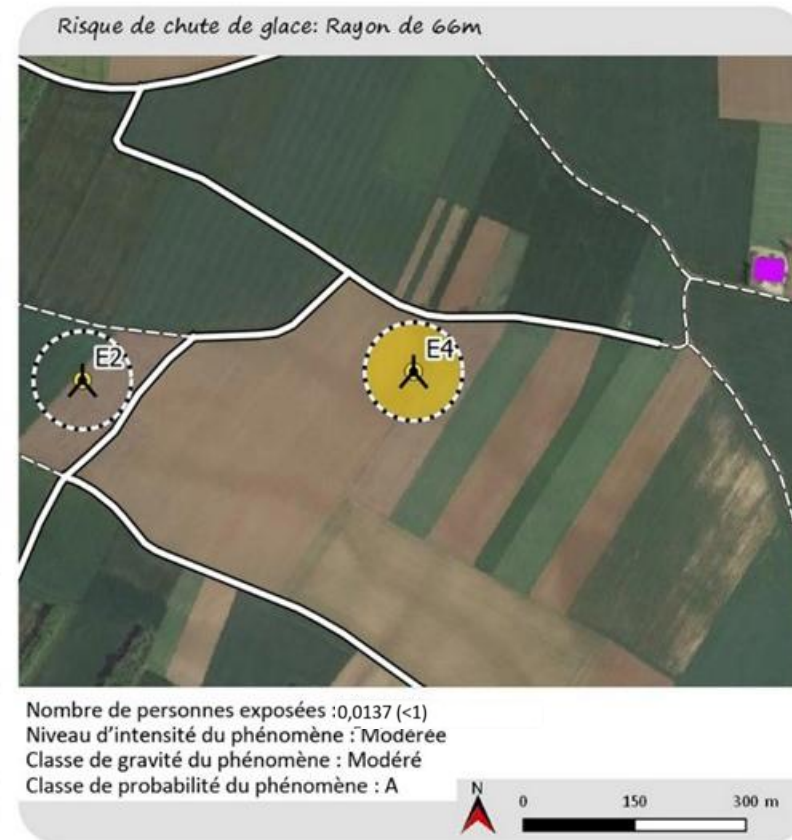
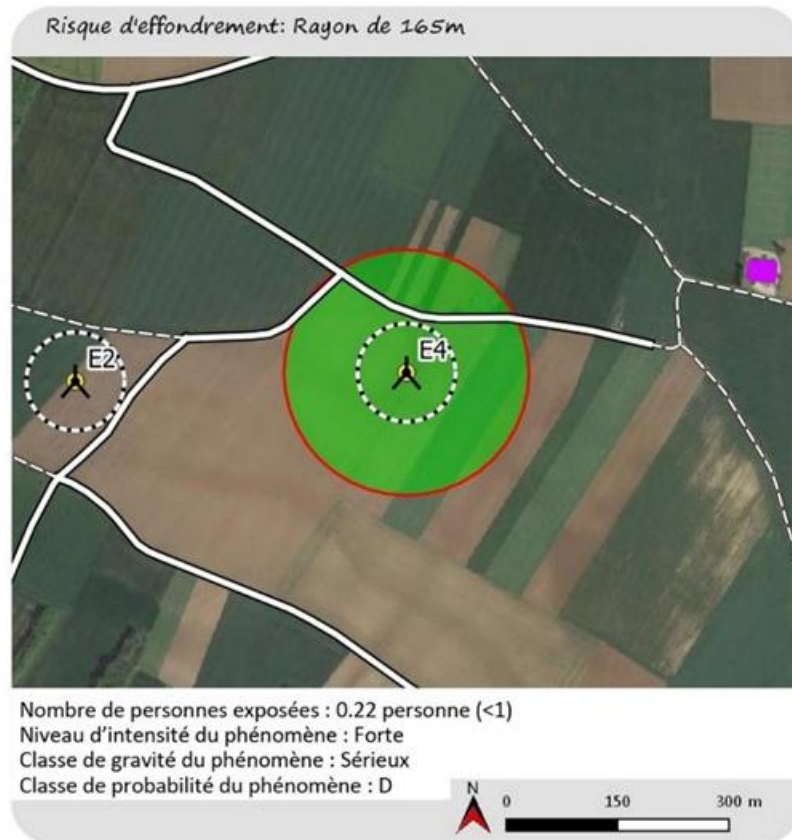
Voisinage

- Voisinage

Réseau de transport terrestre

- RD 27
- Route
- Chemin

Référence Ectare : 2019-000232





## 9. CONCLUSION

**Réalisée dans le respect de l'environnement et de la réglementation en vigueur, l'exploitation du projet éolien des Berges de Charente présente un niveau de risque acceptable.**

Les mesures de prévention, les équipements de lutte contre les dangers et nuisances éventuelles ainsi que les moyens et consignes d'intervention en cas de sinistre, mis en place par l'exploitant, permettent d'atteindre un niveau de risque aussi bas que possible.

Le projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, composé de 4 éoliennes de hauteur totale maximale de 165 m en bout de pale présente donc des risques très faibles (pour les scénarios d'effondrement, de projection de pale pour toutes les éoliennes, et de projection de glace pour les éoliennes E02, et E04) à faibles (pour les scénarios de chute d'éléments de l'éolienne et de chute de glace pour toutes les éoliennes, et de projection de glace pour les éoliennes E01 et E03) et acceptables, maîtrisés pour l'environnement et les personnes des communes concernées par le projet, ainsi que pour les autres communes à moins de 6 km.

Le tableau ci-dessous synthétise

- les principaux accidents majeurs identifiés,
- la probabilité et la gravité de ces accidents,
- les principales mesures de maîtrise des risques mises en place pour prévenir ou limiter les conséquences de ces accidents majeurs,
- l'acceptabilité des accidents majeurs les plus significatifs en termes de risque.





Accidents majeurs	Mesures de prévention	DANGERS RESIDUELS			ACCEPTABILITE
		Probabilité associée	Valeur et classe de probabilité	Gravité	
<b>Projection de pale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect d'une distance minimale de 684 m par rapport aux habitations les plus proches</li> <li>- Respect d'une distance minimale par rapport à la RD27 d'environ 190 m depuis l'éolienne E03,                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe d'éolienne adaptée</li> </ul> </li> <li>- Détection de survitesse du générateur et système de freinage.</li> <li>- Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre.</li> <li>- Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement</li> <li>- Contrôle réguliers des assemblages de structure.</li> <li>- Détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de contrôle</li> <li>- Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel</li> </ul>	Rare	D	Sérieuse	<b>Acceptable</b>
<b>Effondrement de l'éolienne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect d'une distance minimale de 684 m par rapport aux habitations les plus proches</li> <li>- Respect d'une distance minimale par rapport à la RD27 d'environ 190 m depuis l'éolienne E03,                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Détection de survitesse du générateur et système de freinage.</li> </ul> </li> <li>- Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre.</li> <li>- Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement</li> <li>- Machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle.</li> <li>- Détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite.</li> <li>- Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages.</li> <li>- Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel</li> <li>- Actions de prévention dans le cadre du plan de prévention</li> <li>- Prévention de la dégradation de l'état des équipements</li> </ul>	Rare	D	Sérieuse	<b>Acceptable</b>
<b>Chute d'éléments de l'éolienne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect d'une distance minimale de 684 m par rapport aux habitations les plus proches</li> <li>- Respect d'une distance minimale par rapport à la RD27 d'environ 190 m depuis l'éolienne E03,                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Détection de survitesse du générateur et système de freinage.</li> </ul> </li> <li>- Détecteur d'arc avec coupure électrique (salle transformateur et armoires électriques).</li> <li>- Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre.</li> <li>- Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement</li> <li>- Machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle.</li> <li>- Contrôles réguliers des assemblages de structure</li> <li>- Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel</li> <li>- Procédures et contrôle qualité</li> <li>- Procédure maintenance</li> </ul>	Improbable	C	Sérieuse	<b>Acceptable</b>
<b>Chute de glace</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect d'une distance minimale de 684 m par rapport aux habitations les plus proches</li> <li>- Respect d'une distance minimale par rapport à la RD27 d'environ 190 m depuis l'éolienne E03,                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation d'un panneautage aux abords du parc éolien.</li> </ul> </li> </ul>	Courant	A	Modéré	<b>Acceptable</b>
<b>Projection de glace</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect d'une distance minimale de 684 m par rapport aux habitations les plus proches</li> <li>- Respect d'une distance minimale par rapport à la RD27 d'environ 190 m depuis l'éolienne E03,                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation d'un panneautage aux abords du parc éolien.</li> </ul> </li> <li>- Système de détection de glace</li> </ul>	Probable	B	Sérieuse pour E01 et E03	<b>Acceptable</b>
				Modérée pour E02 et E04	<b>Acceptable</b>

## II. ETUDE DE DANGERS









## 1. PREAMBULE

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

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

Le décret n°2011-984 du 23 août 2011, modifiant l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, crée la rubrique 2980 pour les installations de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs. Cette nouvelle réglementation prévoit que, dans le cadre d'une demande d'autorisation d'exploiter, l'exploitant doit réaliser une étude de dangers.

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

Ce dossier présente les différentes étapes de la démarche d'analyse des risques qui sont mises en œuvre dans le cadre de l'étude de dangers du projet sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, 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.

1. **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.
2. **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.
3. **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.
4. **Connaître les accidents qui se sont produits sur le même type d'installation pour en tirer des enseignements** (séquence des événements, possibilité de prévenir ces accidents, etc.). Cette étape s'appuie sur un retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs).
5. **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).
6. **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.
7. **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.
8. **Représenter le risque.** Cette étape s'appuie sur une représentation cartographique.
9. **Résumer l'étude de dangers.** Cette étape s'appuie sur un résumé non technique de l'étude de dangers.



## 1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par le Cabinet ECTARE pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente. 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, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

Ainsi, cette étude permet une approche rationnelle et objective des risques encourus par les personnes ou l'environnement, en satisfaisant les principaux objectifs suivants :

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

## 1.2. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'environnement relative aux installations classées (article D181-15-2).

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

L'étude de dangers doit présenter les mesures organisationnelles et techniques de maîtrise des risques et expliciter, s'ils sont pertinents, un certain nombre de points clés fondés sur une démarche d'analyse des risques :

- Identification et caractérisation des potentiels de dangers ;
- Description de l'environnement et du voisinage ;
- Réduction des potentiels de dangers ;

- Présentation de l'organisation de la sécurité ;
- Estimation des conséquences de la concrétisation des dangers ;
- Accidents et incidents survenus (accidentologie) ;
- Évaluation préliminaire des risques ;
- Étude détaillée de réduction des risques ;
- Quantification et hiérarchisation des différents scénarios en termes de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection ;
- Évolutions et mesures d'amélioration proposées par l'exploitant ;
- Résumé non technique de l'étude de dangers – Représentation cartographique.

Ainsi, l'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles de survenir. 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.

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

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

- 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 III de l'article D.181-15-2 précise que : "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 à l'article 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, le pétitionnaire 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 de l'étude de dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L. 512-5.

En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

### 1.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

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

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 : soumis 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 Berges de Charente comprend 4 aérogénérateurs.

À ce stade, plusieurs modèles d'éoliennes sont envisagés :

- La Siemens Gamesa (SG 132) de puissance 3,4 MW, de diamètre de rotor de 132 m avec une hauteur moyen de 97 m, une garde au sol de 31 m, portant la hauteur en bout de pàle à 163 m ;
- La Nordex (N131) de puissance 3,6 MW, de diamètre de rotor de 131 m avec une hauteur moyen de 99 m, une garde au sol de 33,5 m, portant la hauteur en bout de pàle à 164,5 m.

Cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.





## 2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

### 2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

#### 2.1.1. Identité du demandeur

Le présent projet qui concerne la création d'un parc éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente est porté par la société IBERDROLA DEVELOPPEMENT RENOUVELABLE, détenue en totalité par la société IBERDROLA RENOUVELABLES FRANCE elle-même détenue en totalité par le groupe IBERDROLA.

Statut juridique des sociétés concernées par le projet :

##### Holding

Dénomination sociale : IBERDROLA

Nom Commercial : Iberdrola Renouvelables France

Forme juridique : SASU Société par Actions Simplifiée à Associé Unique au capital de 5 312 071 € -

RCS : Nanterre B 479 858 763

Président : Mr. Jonathan COLE

Directeur général : RAMASSAMYOULLE Elsa

Adresse : 5 place de la pyramide – 92800 PUTEAUX

Téléphone : 0 805 98 12 05

##### Iberdrola Développement Renouvelable

Dénomination Sociale : Iberdrola Développement Renouvelable

Forme juridique : Société à responsabilité limitée (Société à associé unique)

753 453 778 R.C.S. Marseille

Date d'immatriculation : 13/09/2012

Capital social : 1500 €

Gérant : RAMASSAMYOULLE Elsa et MORALES GOMEZ Maria, Consuelo

Adresse : Immeuble Grand Large 2 9 Boulevard de Dunkerque 13002 Marseille 2e

Arrondissement

Ainsi, la société Iberdrola Développement Renouvelable s'appuiera sur les capacités techniques et financières du groupe IBERDROLA.

Nom et qualité du signataire de la demande :

Identité : RAMASSAMYOULLE Elsa et MORALES GOMEZ Maria, Consuelo

Nom et coordonnées de la personne ayant suivi l'affaire :

Identité : SANCHEZ Capucine

Statut : Responsable Environnement éoliens et photovoltaïques

IBERDROLA RENOUVELABLES France.

9 boulevard de Dunkerque – 13002 MARSEILLE

##### Iberdrola

##### Le Groupe IBERDROLA

Le Groupe IBERDROLA est leader dans les énergies renouvelables avec une capacité installée de 32 GW dans le monde à fin 2019.

IBERDROLA est le premier investisseur en énergies renouvelables au monde. En France, le groupe IBERDROLA renforce sa croissance dans le secteur des énergies renouvelables en investissant plus de 3 milliards d'euros entre 2020 et 2023.

IBERDROLA et ses filiales ont investi environ 9 246 millions d'euros dans des projets d'énergies renouvelables terrestres en 2020 dans le monde et réalisé un chiffre d'affaires consolidé de 111 654 900 euros en 2020. Les capitaux propres consolidés du Groupe IBERDROLA s'établissent au 31 décembre 2020 à un montant de 4 774 566 000 d'euros.

##### IBERDROLA RENOUVELABLES FRANCE : filiale française du Groupe Iberdrola

IBERDROLA RENOUVELABLES FRANCE est la filiale française du Groupe IBERDROLA, un des plus grands producteurs d'énergies renouvelables d'Europe et des États-Unis et l'une des cinq plus grandes entreprises d'électricité du monde.

La société développe, construit et opère des projets photovoltaïques, éoliens terrestres et éoliens offshore en France en privilégiant le développement économique et environnemental des territoires concernés.

#### 2.1.2. Rédacteurs de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a été réalisée par :

- Jérôme SEGONDS, chef du Pôle Infrastructures au cabinet ECTARE,
- Céline RIGOLE, chargée d'études au cabinet ECTARE,
- Lucie DAVIN, chargée d'études au cabinet ECTARE,
- Alice ROGES, chargée de mission environnement au cabinet ECTARE,
- Ingrid ROUVIERE, cartographe – infographiste au cabinet ECTARE.



## 2.2. LOCALISATION DU SITE

La zone d'implantation potentielle (ZIP) pour l'implantation du projet de parc éolien se situe au nord du département de la Charente (16), en région Nouvelle-Aquitaine, à cheval sur les communes de Chenon, Lichères, Moutonneau et Aunac-sur-Charente.

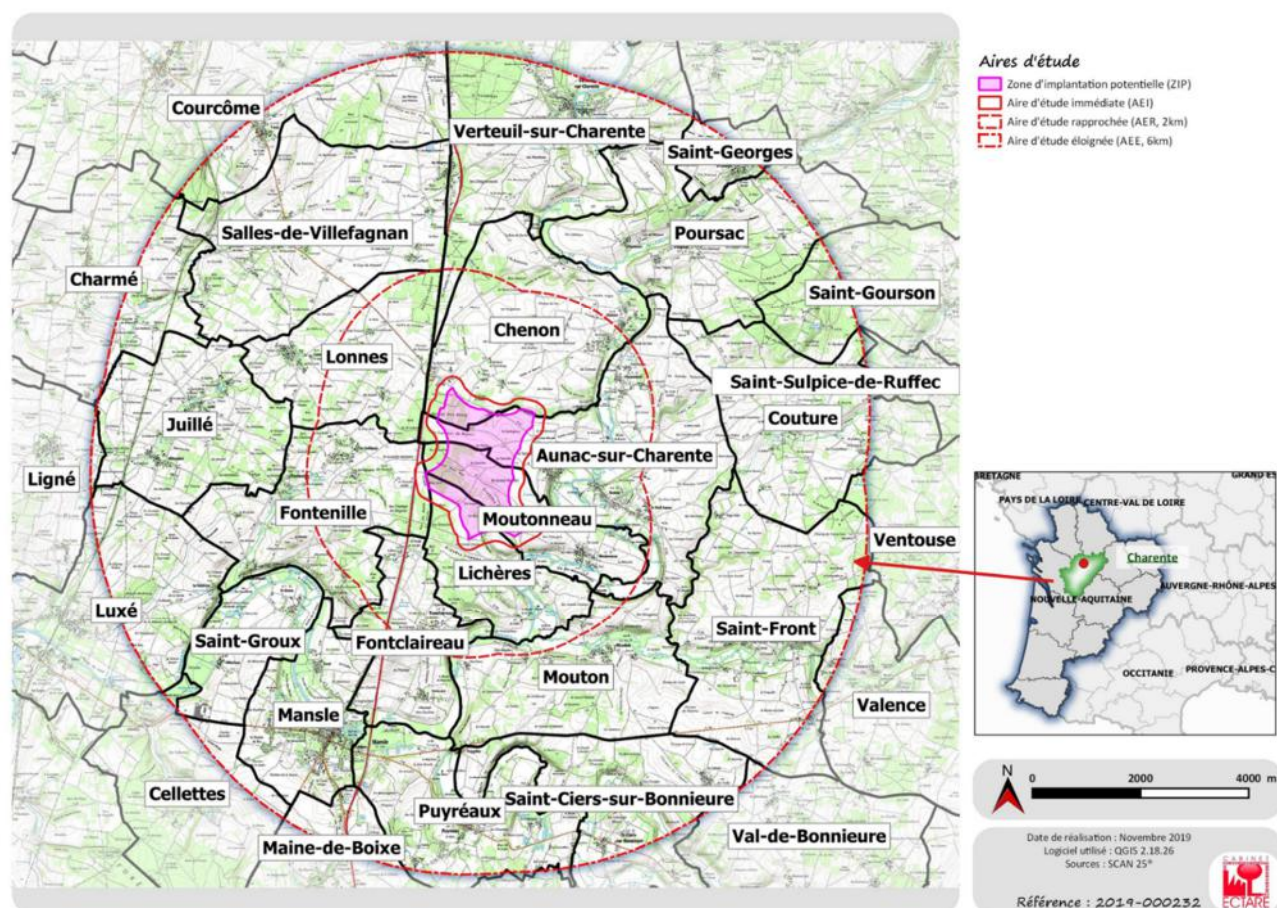
Angoulême, préfecture du département, se situe à environ une quarantaine de kilomètres au nord de la ZIP. Cognac, sous-préfecture, est à plus de 70 km au sud-ouest. Confolens, chef-lieu d'arrondissement dont dépendent les communes de la ZIP, est à environ 40 km à l'est.

Bordeaux, chef-lieu de la région Nouvelle-Aquitaine, est à un peu plus de 160 km au sud-ouest de la ZIP.

Les bourgs de Moutonneau et de Lichères sont à moins d'1 km au sud de la ZIP. Ceux d'Aunac-sur-Charente et de Chenon sont respectivement à 1,5 km à l'est et 2,5 km au nord-est de la ZIP.

Le territoire d'étude est traversé par la route nationale RN10 (Paris / Bordeaux). La ZIP est au plus proche à un peu moins de 200 m de cet axe routier. La RN10 est en 2 x 2 voies tout le long de son parcours dans l'AEE. Un échangeur permet de sortir à proximité de la ZIP, à la sortie « Aunac - ZA des Maisons Rouges ».

Les voies observables au niveau de la ZIP sont la RD 27 au nord et de nombreuses dessertes locales sur tout le reste des terrains étudiés.



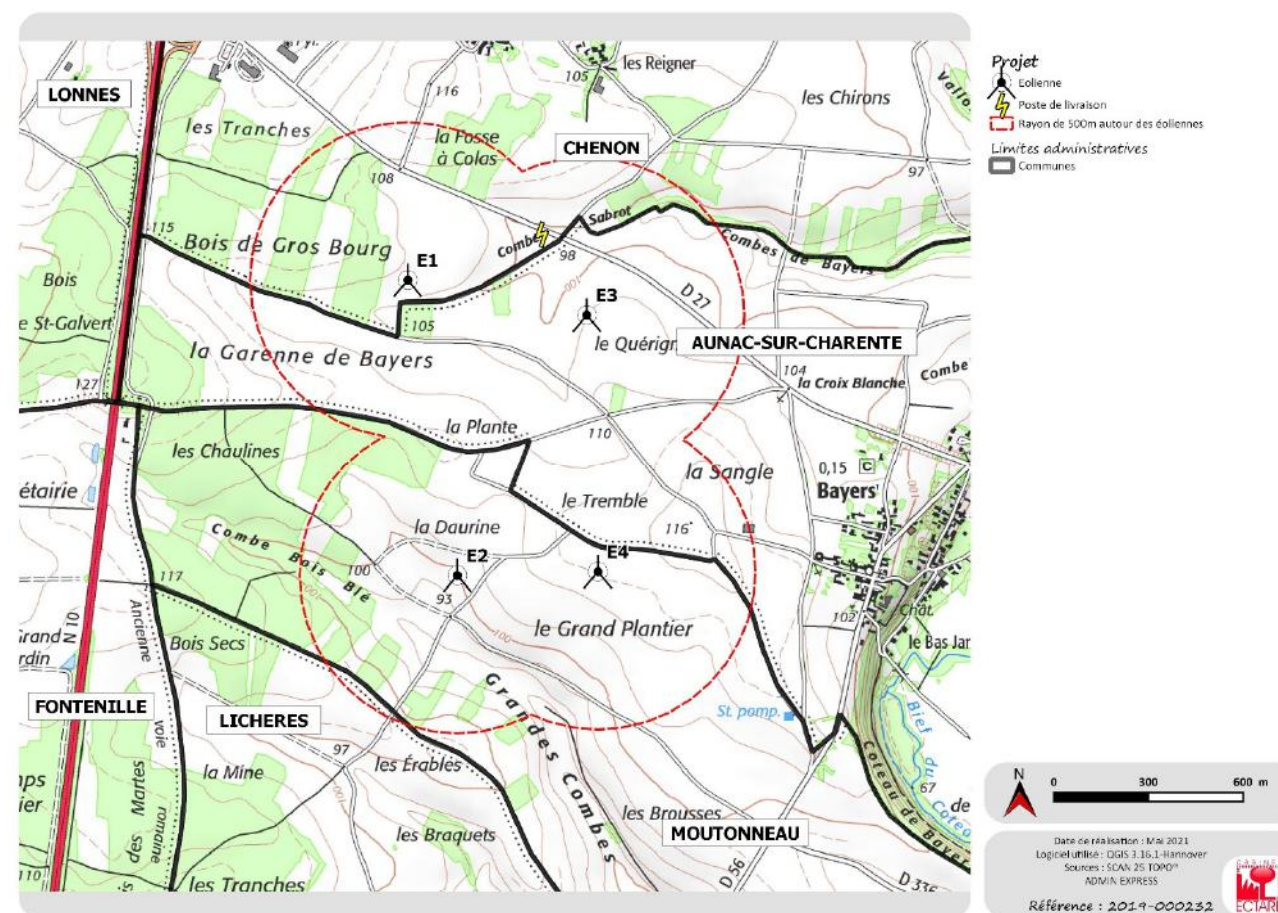
Carte 1 : Aires d'étude générales du projet

## 2.3. DEFINITION DE L' AIRE D' ETUDE

Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude 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 8.2.4.

La définition de la zone d'étude n'intègre pas le poste de livraison. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.



Carte 2 : « Zone d'étude de 500 m » autour des éoliennes





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

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

#### 3.1. ENVIRONNEMENT HUMAIN

##### 3.1.1. Zones urbanisées

Le périmètre de 6 km autour du projet, correspondant au rayon d'affichage de l'ICPE, intègre les foyers d'urbanisation, suivants, tous situés dans le département de la Charente (16) :

Commune	Département	Densité moyenne de population (hab/km <sup>2</sup> )	Nombre d'habitants (en 2016)	Orientat ion par rapport aux éoliennes objets du dossier	Distance entre les éoliennes et les limites communales (en m)	Eolienne la plus proche par rapport aux limites communales	Distance entre les éoliennes et les bourgs/ham eaux les plus proches (en m)	Eolienne la plus proche par rapport aux bourgs/ham eaux les plus proches (en m)
Aunac-sur-Charente	Charente (16)				0	E3	684	E4
Charmé	Charente (16)			NO	5021	E1	5975	E1
Chenon	Charente (16)				0	E1	752	E1
Courcôme	Charente (16)			N	5147	E1	6304	E1
Couture	Charente (16)			E	3562	E3	4435	E3
Fontclair eau	Charente (16)			SO	1552	E2	1854	E2
Fontenille	Charente (16)			O	941	E1	2092	E1
Juillé	Charente (16)			O	3296	E1	3732	E2
Lichères	Charente (16)			S	454	E2	1631	E4
Lonnes	Charente (16)			O	863	E1	1559	E1
Luxé	Charente (16)			SO	4724	E2	4803	E2

Mansle	Charente (16)			SO	3582	E2	4014	E2
Mouton	Charente (16)			S	2759	E4	3156	E4
Moutonneau	Charente (16)				0	E2	1953	E4
Poursac	Charente (16)			NE	3332	E3	3954	E3
Puyréaux	Charente (16)			S	4874	E2	5162	E2
Saint-Ciers-sur-Bonnieure	Charente (16)			S	869	E4	5164	E2
Saint-Front	Charente (16)			SE	3786	E4	3999	E4
Saint-Georges	Charente (16)			NE	5460	E3	6241	E3
Saint-Gourson	Charente (16)			NE	5238	E3	6009	E3
Saint-Groux	Charente (16)			SO	3611	E2	4014	E2
Salles-de-Villefagnan	Charente (16)			NO	2829	E1	3144	E1
Verteuil-sur-Charente	Charente (16)			N	1394	E1	3971	E1

\*Communes limitrophes du parc éolien

Tableau 4 - Liste des communes concernées par l'enquête publique du projet



Carte 3 : Communes inscrites dans le rayon d'affichage de 6 km autour du projet

Les communes de Chenon, Moutonneau, Aunac-sur-Charente, concernées par le projet font partie de la Communauté de Communes Cœur de Charente (CCCC). Elles comptaient en population légale respectivement 136, 111 et 316 habitants en 2016.

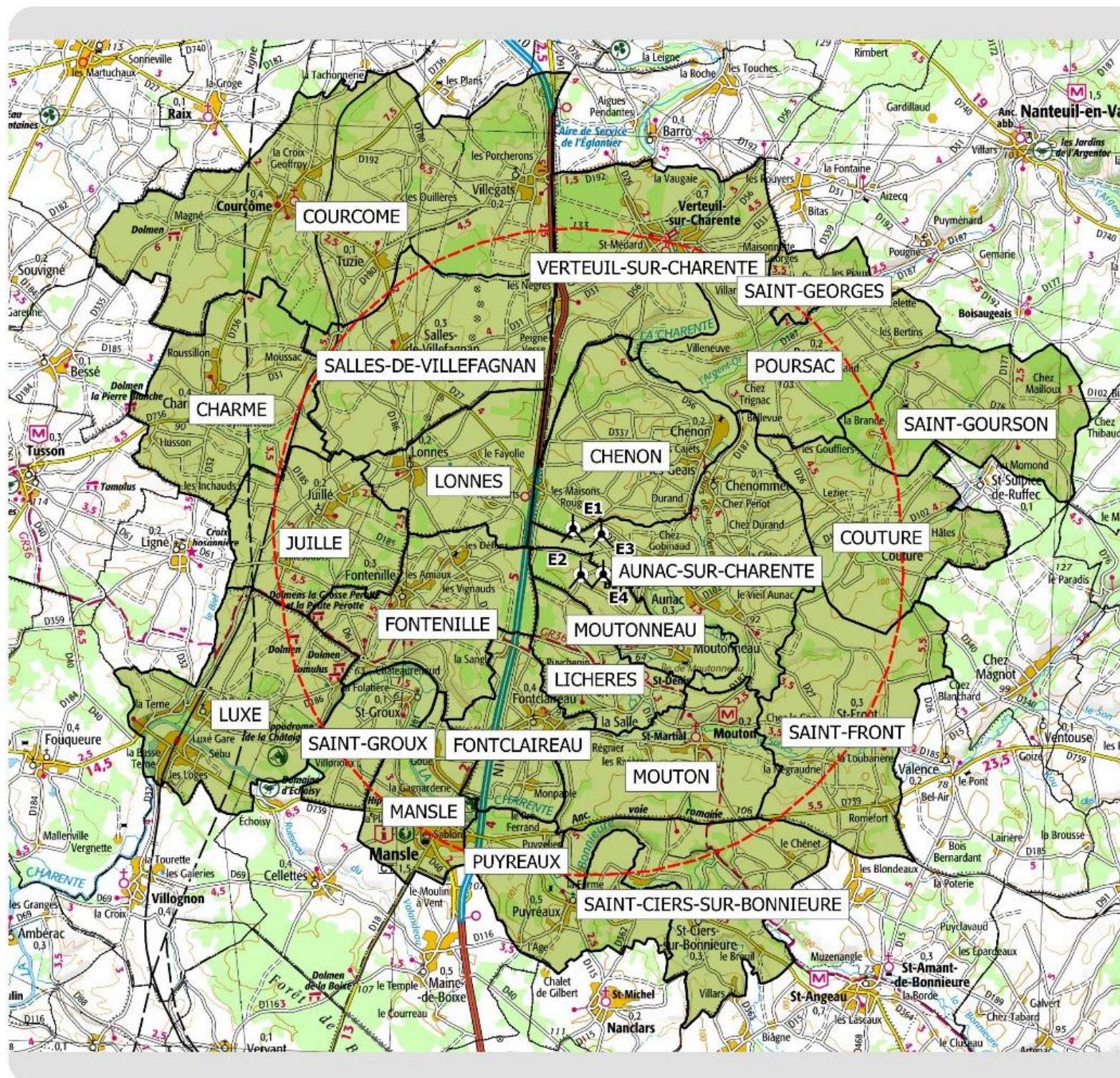
Aunac-sur-Charente regroupe le plus d'habitants et elle est plus densément peuplée qu'au niveau de la CCCC.

À l'échelle de l'AEI et de l'AER, les communes de Lichères, Fontenille, Lonnes, Fontclaireau, Mouton et Verteuil-sur-Charente sont assez faiblement peuplées avec une population variant entre 176 et 650 habitants.

La densité de population sur ces communes reste faible hormis sur les communes de Fontclaireau (77,5 hab/km<sup>2</sup>) et Verteuil-sur-Charente (45,6 hab/km<sup>2</sup>) qui sont plus peuplées que sur la CCCC. Ces valeurs sont, dans tous les cas (ZIP, AEI, AER), inférieures à la moyenne départementale de la Charente (59,3 hab/km<sup>2</sup>) sauf sur Fontclaireau.

Le secteur d'étude est un territoire relativement rural. Toutefois, la population est inégalement répartie au sein des communes de l'AEE et certaines se révèlent être plus largement peuplées (cas de Mansle notamment).

Entre 1975 et 2016, le nombre d'habitants sur les communes de la ZIP, de l'AEI et de l'AER a diminué sur toutes les communes hormis sur Lichères et Fontclaireau comme à l'échelle du SCoT du pays ruffécois.



**Projet**  
 Rayon d'affichage de 6km autour des éoliennes  
 Eolienne

**Limites administratives**  
 Communes dans le rayon de 6km autour des éoliennes  
 Autres communes hors rayon

N  
 0 2,5 5 km

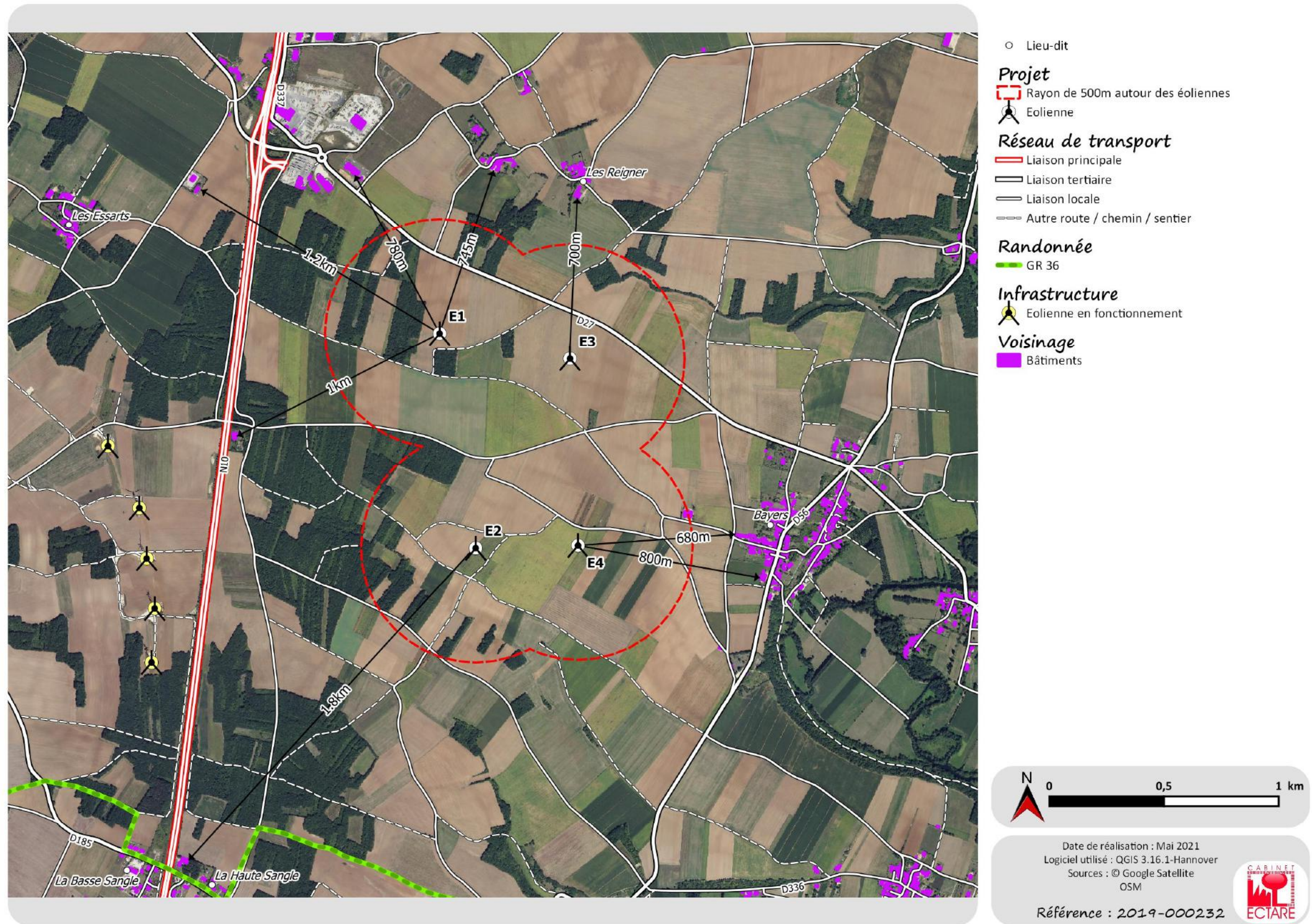
Date de réalisation : Mai 2021  
 Logiciel utilisé : QGIS 3.16.1-Hannover  
 Sources : © SCAN 100®  
 ADMIN EXPRESS

Référence : 2019-000232





Carte 4 : Implantation des éoliennes par rapport au voisinage et aux infrastructures







La tendance est inversée sur les communes localisées au sud de l'AEE, en direction d'Angoulême. Cependant, plus de la moitié des communes de l'AEE a perdu des habitants durant cette période (17 communes sur 29 au total).

La population sur les communes de la ZIP se révèle relativement vieillissante (de 35% de plus de 60 ans jusqu'à plus de 50 %), tendance observée aussi sur le territoire du SCoT du pays ruffécois.

La ZIP se caractérise par un relief ondulé (alternance de combes et de coteaux) avec des espaces majoritairement ouverts et la présence de bois sur la partie ouest.

À l'échelle de l'AEE, la tendance générale du nombre de logement est à l'augmentation sur la quasi-totalité des communes de l'AEE depuis 1975 et ce malgré la diminution du nombre d'habitant sur la majorité d'entre elles. Seules Mansle et Saint-Georges font exception.

Ainsi ce nombre est passé de 5228 logements en 1975 sur l'ensemble de l'AEE à 6895 logements en 2016 soit une hausse de 31,88 %.

Sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, cette évolution est légèrement inférieure à celle de l'AEE avec une augmentation respectivement de 15,6%, 8,3 % et 28 % du nombre de logement.

L'habitat dans le secteur d'étude est principalement concentré au niveau des bourgs, des villages et des hameaux répartis sur l'ensemble du territoire. Il existe aussi quelques bâtis isolés.

Les logements sont relativement anciens dans le secteur d'étude puisque la moitié d'entre eux a été construits avant 1946.

Les habitations sont essentiellement des maisons individuelles à usage de résidence principale. La part des résidences secondaires est relativement importante (17 %).

**Les habitations les plus proches des éoliennes sont à plus de 684 m. De même, aucune zone urbanisée n'est présente au droit de la zone d'étude.**

### 3.1.2. Établissements recevant du public (ERP)

#### 3.1.2.1. Zones commerciales

Au sein de l'AEE, les activités industrielles sont peu représentées. Il y a une zone d'activités au lieu-dit « les maisons rouges » sur la commune de Chenon.

**Il n'existe pas d'activité commerciale ou artisanale au sein de la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes.**

**Les bâtiments d'activité les plus proches sont à environ 780 m au nord-ouest de l'éolienne E01 (lieu-dit « les maisons rouges »).**

#### 3.1.2.2. Établissements sensibles

Les établissements sensibles sont les crèches, les écoles (maternelles et élémentaires), les collèges et les lycées ainsi que les établissements hébergeant des enfants handicapés, les établissements de soins et les maisons de retraite.

<sup>8</sup> Site du BRGM recensant les sites potentiellement pollués par département (<http://basias.brgm.fr>)

**Aucun voisinage sensible n'est présent dans la zone d'étude des 500 m.**

#### 3.1.2.3. Établissements touristiques

Il n'existe aucun établissement accueillant des touristes dans la zone d'étude des 500 m.

**Aucun hébergement touristique n'est situé à moins de 684 m autour des éoliennes.**

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

**Aucune ICPE n'est recensée dans la zone d'étude des 500 m.**

**Aucun établissement SEVESO et aucune installation nucléaire de base (INB) ne sont présents dans les limites de la zone d'étude de 500 m.**

#### 3.1.4. Autres activités

La base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service (BASIAS)<sup>8</sup> et le site Internet du MEEDDTL<sup>9</sup> ont également été consultés.

**Aucun site BASIAS et aucun site BASOL ne sont recensés dans la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes.**

Il existe actuellement sur la zone d'étude des activités agricoles. L'exercice de ces activités se poursuivra en dehors du lieu d'implantation des éoliennes et du poste de livraison.

## 3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

### 3.2.1. Contexte climatique

Sources : [infoclimat.fr](http://infoclimat.fr) ; [lameteo.org](http://lameteo.org) ; [meteofrance.com](http://meteofrance.com) ; base de données Météorage ; données de météofrance pour la station de Cognac ; [google earth](http://google-earth.com) ; [meteo-express.com/climat-francais.html](http://meteo-express.com/climat-francais.html).

#### 3.2.1.1. Données climatologiques générales

La zone d'implantation du projet est localisée en Charente qui possède un climat tempéré de type océanique du fait de la relative proximité de l'océan Atlantique. Ce climat se caractérise par des hivers doux, une amplitude thermique modérée entre l'hiver et l'été. Les pluies sont modérément fréquentes, réparties sur toute l'année et plus abondantes en automne et en hiver.

<sup>9</sup> Site répertoriant dans sa base de données BASOL les sites et sols (potentiellement) pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif (<http://basol.environnement.gouv.fr>)





### 3.2.1.2. Données climatologiques locales

Les données de la station météorologique de Cognac-Châteaubernard, située à environ 60 km au sud-ouest de la zone d'étude, ont été prises pour caractériser le climat le secteur d'étude. En effet, il s'agit de la station la plus proche ayant les informations les plus complètes entre 1981 et 2010.

Les normales annuelles sur cette période sont les suivantes :

Témpérature minimale (1981-2010)	8,6 °C
Témpérature maximale (1981-2010)	18,0 °C
Hauteur de précipitations (1981-2010)	777,1 mm
Nb de jours avec précipitations (1981-2010)	117,0 j
Durée d'ensoleillement (1991-2010)	1995,9 h
Nb de jours avec bon ensoleillement (1991-2010)	77,15 j

Illustration 1 – Normales annuelles à Cognac (source : meteofrance.com)

Pour la station de Cognac-Châteaubernard, entre 1981 et 2010, la température moyenne annuelle était de 13,3°C avec des températures moyennes minimales de 8,6°C et des maximales de 18°C.

Durant la même période, les précipitations étaient inégalement réparties et assez soutenues tout au long de l'année totalisant 777,1 mm. Les pluies étaient les plus abondantes à la fin de l'automne et au début de l'hiver puis au printemps avec un pic aux mois de novembre (86,3 mm) et de décembre (84,3 mm). L'été était plus sec avec un minima au mois de d'août (47,3 mm). Aucune saison ne présente de déficit, même en été.

La station météorologique de Cognac-Châteaubernard bénéficie d'un niveau moyen d'ensoleillement (1995,9 heures par an en moyenne) sur la période 1991-2010. Les mois les plus ensoleillés sont les sont ceux de la période estivale.

Dans le département de la Charente, les vents dominants viennent généralement des secteurs sud-ouest soit du nord-ouest. Entre 1981 et 2010, la station météorologique de Cognac-Châteaubernard a enregistré en moyenne 35,5 jours de rafales de 16 m/s par an (soit 58/km/h).

Le site du projet présente des vents évoluant entre 5 et 5,5 m/s à 50 m d'altitude et entre 6 et 6,5 m/s à 100 m d'altitude.

### 3.2.2. Risques naturels

Sources : [georisques.gouv.fr](http://georisques.gouv.fr) ; [infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr) ; [planseisme.fr](http://planseisme.fr) ; Dossier départemental des Risques Majeurs (DDRM) 16 ; [legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022941755&dateTexte=20200311](http://legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022941755&dateTexte=20200311).

Le projet concerne les territoires des communes de Chenon, Aunac-sur-Charente et Moutonneau. Sur ces communes, deux risques naturels sont identifiés : inondation et séisme.

<sup>10</sup> Habitations individuelles / Établissements Recevant du Public (ERP) de catégorie 4 et 5 / Habitations collectives inférieures à 28 m / bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 personnes / Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes / Parcs de stationnement ouverts au public.

<sup>11</sup> Établissements recevant du public (ERP) de catégories 1, 2 et 3 ; Habitations collectives et bureaux, h > 28 m ; Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes ; Établissements sanitaires et sociaux ; Centres de production collective d'énergie ; Établissements scolaires.

### 3.2.2.1. Risque inondation

Les crues de la Charente et de ses affluents résultent d'épisodes pluvieux d'origine océanique et de caractère saisonnier : 80 % d'entre eux se produisent entre le 15 décembre et le 1er avril. Le débordement résulte moins d'une intensité pluvieuse élevée que d'une pluviométrie soutenue. Le risque de crue apparaît lorsque les aquifères superficiels sont saturés.

La zone d'étude de 500 m, localisée sur les hauteurs surplombant la Charente, est à l'écart des zones d'inondations.

**L'aléa inondation ne sera donc pas considéré comme une source potentielle extérieure de danger.**

### 3.2.2.2. Sismicité

Dans la nomenclature des zones de sismicité (décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français), les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente se trouvent en zone de sismicité 3, modérée.

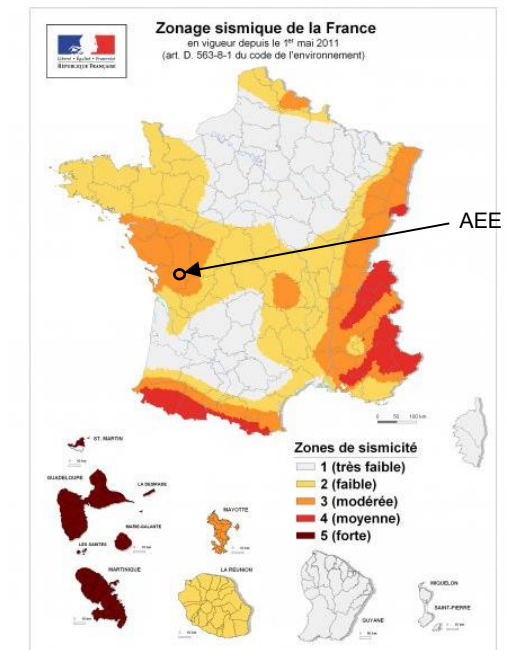
Cette zone correspond à une zone dans laquelle il y a des prescriptions parasismiques particulières pour les ouvrages « à risque normal » de type II<sup>10</sup>, III<sup>11</sup> et IV<sup>12</sup>.

Zones de sismicité	Catégorie d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2	Eurocode 8 <sup>3</sup> $\alpha_p=0,7 \text{ m/s}^2$			
Zone 3	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $\alpha_p=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $\alpha_p=1,1 \text{ m/s}^2$	
Zone 4	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $\alpha_p=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $\alpha_p=1,6 \text{ m/s}^2$	
Zone 5	CP-MI <sup>2</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $\alpha_p=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $\alpha_p=3 \text{ m/s}^2$	

<sup>1</sup> Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI  
<sup>2</sup> Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide  
<sup>3</sup> Application obligatoire des règles Eurocode 8

Illustration 2 : Règles de construction parasismique applicables aux bâtiments neufs selon leur zone de sismicité et leur catégorie d'importance (source : [planseismes.fr](http://planseismes.fr))

Illustration 3 - Zonage sismique de la France (source : [planseisme.fr](http://planseisme.fr))



<sup>12</sup> Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public ; Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie ; Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne ; Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise ; Centres météorologiques.

Les « bâtiments de centres de production collective d'énergie quelle que soit leur capacité d'accueil » visés par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié ne correspondent qu'aux bâtiments dont la fonction première est la production collective d'énergie. Les bâtiments techniques associés aux éoliennes, centrales électriques et photovoltaïques, réseaux de chaleur..., dont l'endommagement empêcherait le fonctionnement du centre de production, sont des bâtiments de catégorie d'importance III. Par contre, les équipements eux-mêmes (l'éolienne par exemple ou la centrale photovoltaïque) ne sont pas l'objet de cet arrêté.

Plus précisément, les bâtiments de centres de production collective d'énergie classés en catégorie d'importance III sont, d'après l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 15 septembre 2014, « les bâtiments des centres de production collective d'énergie répondant au moins à l'un des trois critères suivants, quelle que soit leur capacité d'accueil :

- La production électrique est supérieure au seuil de 40 MW électrique ;
- La production thermique est supérieure au seuil de 20 MW thermique ;
- Le débit d'injection dans le réseau de gaz est supérieur à 2 000 Nm<sup>3</sup>/h. »

Il est à noter que le poste électrique qui sera implanté sur le site et qui assurera l'interface entre le parc éolien et le réseau électrique public, n'entre pas dans cette catégorie des bâtiments des centres de production collective d'énergie » ayant une production électrique inférieure au seuil de 40 MW électrique, de catégorie d'importance III au titre de l'article 2 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 15 septembre 2014.

**Les risques liés aux séismes ne seront pas retenus dans la suite de l'étude.**

### 3.2.2.3. Autres risques naturels

#### Stabilité

Trois éléments sont recensés et cartographiés par le BRGM et sont susceptibles d'influencer la stabilité : les mouvements de terrains, les cavités souterraines et l'aléa retrait-gonflement des argiles.

#### Mouvements de terrain

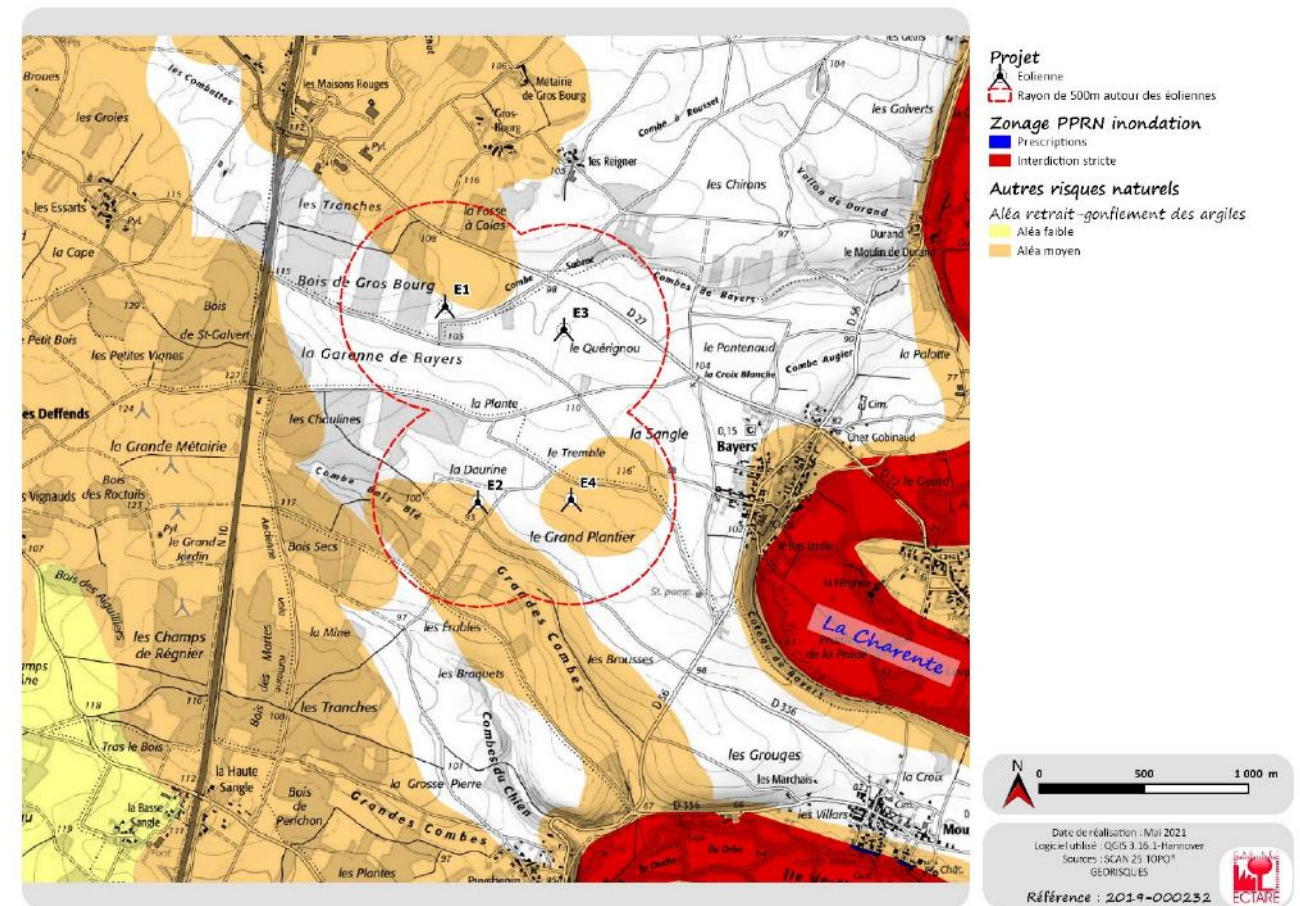
Aucun mouvement de terrain n'est recensé à moins de 500 m des éoliennes.

#### Cavités souterraines

Aucune cavité ne se situe dans la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes.

#### Aléa retrait-gonflement des argiles

Les éoliennes E2 et E4 se situent en zone d'aléa moyen concernant les risques d'instabilité dus au retrait et gonflement des argiles. Les éoliennes E1 et E3 restent en dehors de cet aléa.



Carte 4 – Risques naturels identifiés dans la zone de 500 m autour des éoliennes (© ECTARE)

**Aucun facteur d'instabilité majeur n'est identifié sur les terrains du projet et dans la zone d'étude de 500 m périphérique. Toutefois le risque retrait-gonflement des argiles ne peut être totalement écarté sans études complémentaires.**

**On considèrera donc les mouvements de terrain comme source potentielle extérieure de danger. Ils seront retenus dans la suite de l'étude.**

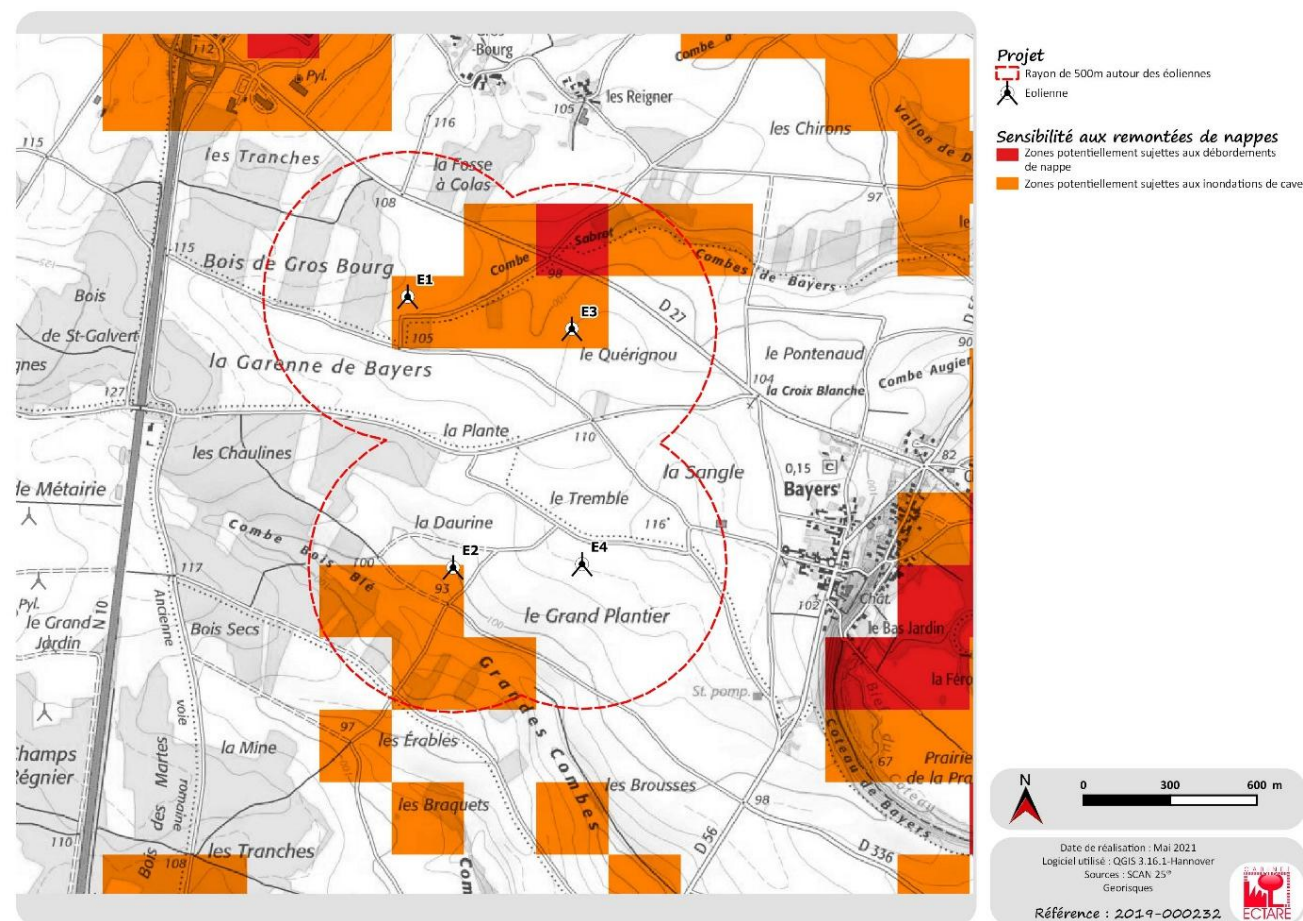
#### Risque de remontée de nappe

Le phénomène de remontée de nappe a été cartographié sur le territoire des communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente.

Au sein de la zone d'étude de 500 m, les terrains d'implantation de l'éolienne E01, de l'éolienne E03 et E02 sont potentiellement concernés par des phénomènes d'inondations de caves.

**Néanmoins, cet aléa ne sera donc pas considéré comme une source potentielle extérieure de danger.**





Carte 5 – Alea remontée de nappe dans la zone de 500 m autour des éoliennes (© ECTARE)

### 3.2.2.4. Tempêtes

L'ensemble de la Charente est concerné par le risque tempête. Les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente sont donc potentiellement concernées et le secteur d'étude aussi. **La problématique « tempête » sera considérée comme une source potentielle extérieure de danger et sera retenue dans la suite de l'étude.**

### 3.2.2.5. Activité orageuse

La meilleure représentation actuelle de l'activité orageuse est la densité de points de contact qui est le nombre de points de contact par km<sup>2</sup> et par an. La valeur moyenne de la densité de foudroiement (NSG – valeur normative de référence (NF EN 62858 – NF C 17-858)), en France, est de 1,12 impacts/km<sup>2</sup>/an. Sur les communes du projet, l'activité est la plus intense en été (pic au mois d'août pour toutes les communes sauf pour Lichères où le pic est au mois de juillet). Cependant, le foudroiement est faible entre 2009 et 2018 sur toutes les communes et inférieure à la moyenne départementale. **Les risques liés à l'activité orageuse ne seront donc pas considérés comme une source potentielle extérieure de danger et ne seront pas retenus dans la suite de l'étude.**

### 3.2.2.6. Risque d'incendies, de feux de forêt

Le département de la Charente figure depuis 1993 parmi les 28 départements français classés en zone à haut risque. La forêt charentaise, qui couvre 131 000 ha représentant 21,9 % du territoire départemental, est exposée aux incendies. Selon le nouveau PDPFCI approuvé par arrêté préfectoral du 21 septembre 2017 pour la période 2017-2026, le classement à risque feux de forêt concerne 7 massifs, pour 21 200 ha, soit 16,1 % de la surface boisée du département (« massif de la Double », « massif de Bors-Pillac-Saint-Romain », « Bois de l'Homme mort et château de la Faye », « Bois de Pérignac-Puypéroux », « Massif de Soyaux », « Forêt domaniales de Bois Blanc et de la Braconne », « Massif de Charroux »). Aucun de ces massifs ne se situe dans le secteur d'étude.

**L'aléa feu de forêt ne sera donc pas considéré comme une source potentielle extérieure de danger.**

## 3.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL

### 3.3.1. Voies de communication

Aucun axe important de communication d'ordre national n'est présent dans les limites de la zone d'étude de 500 mètres autour des 4 éoliennes. En revanche, le rayon d'étude de 500 m autour des éoliennes E1 et E3 est traversé, dans sa partie nord, par la route départementale RD 27.

Le rayon de 500 m autour des éoliennes est parcouru par environ 1426 m de route départementale (RD27), 5241 m de routes locales et 3687 m de chemins. Il ne comprend aucun circuit de randonnée pédestre ou de cyclotourisme. De même, il n'y a aucun transport ferroviaire, fluvial ou aérien dans les limites de la zone d'étude de 500 m. La RD27 passe au plus proche à environ 190 m de l'éolienne E3 et 310 m de l'éolienne E01. Le risque principal proviendrait d'un éventuel accident sur les axes de communication les plus proches (RD27, routes locales) aboutissant à un incendie sur la zone. Ce risque d'accident dû à la circulation des véhicules sur ces voies ayant une influence sur le futur parc éolien peut être écarté notamment en raison du relativement faible trafic journalier. Sur le tronçon de RD27 passant par la zone d'étude de 500 m, le trafic moyen journalier se situe en effet entre 501 et 1500 véhicules/jour (données du Conseil départemental de la Charente).

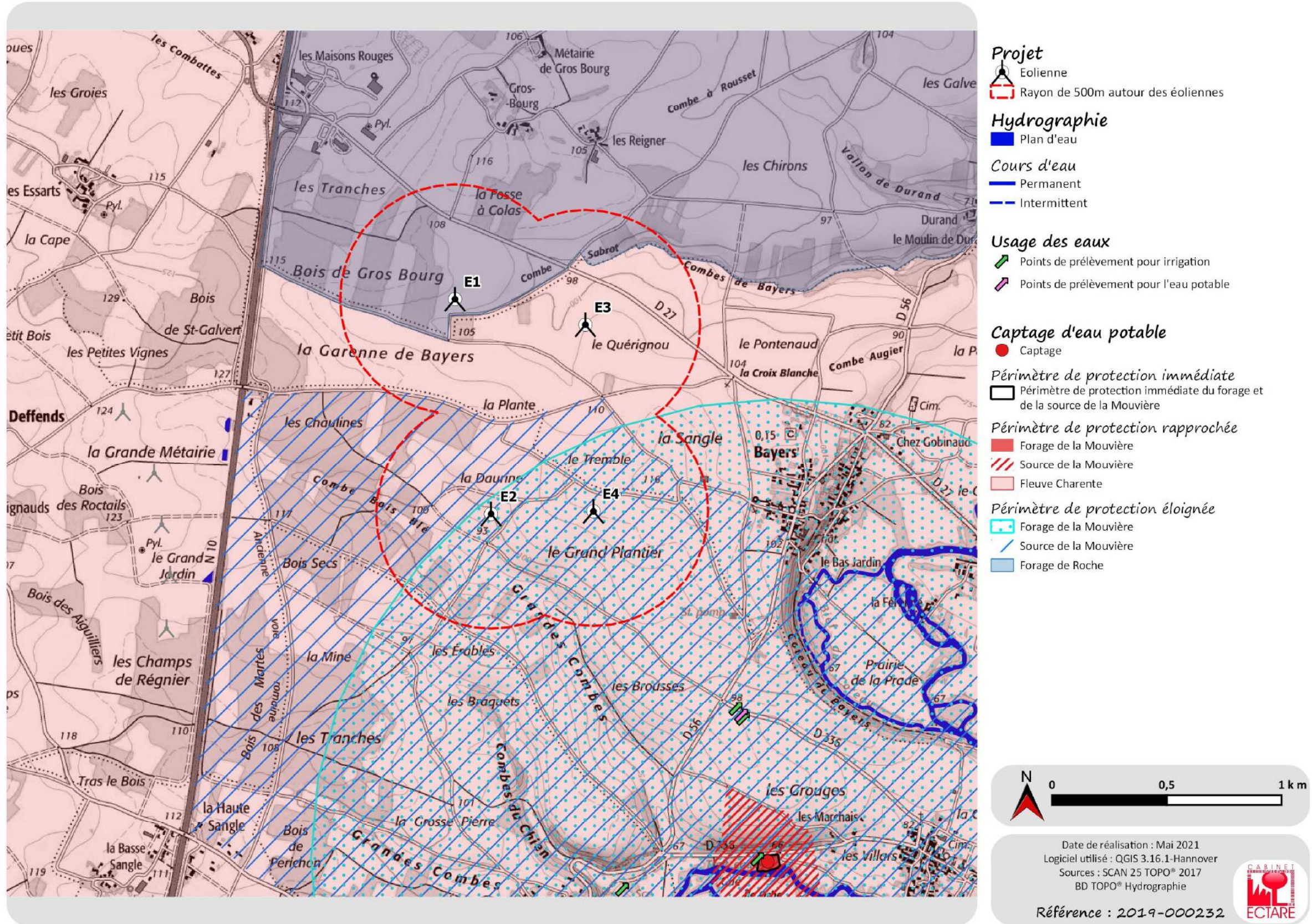
### 3.3.2. Réseaux publics et privés

Aucun captage pour l'alimentation en eau potable ne se situe dans la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes ni aucun périmètre de protection de captage d'eau potable immédiat. En revanche, la zone d'étude de 500 m est concernée par plusieurs périmètres de protection de captage éloignée (forages de la Roche, de la Mouvière, source de la Mouvière) et par le périmètre de protection rapprochée du captage fleuve Charente.





Carte 6 – Usage des eaux au niveau de la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes (© ECTARE)







Aucune canalisation de gaz ne se trouve au sein de la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes. Une ligne électrique aérienne haute-tension (HTA) concerne en partie la zone d'étude de 500 m. Aucune ligne électrique moyenne-tension ne traverse la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes.

### 3.3.3. Autres ouvrages publics ou privés

Un réseau d'irrigation agricole est recensé dans la zone d'étude, le long des voies de communication.

## 3.4. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE

Les cartes suivantes matérialisent les principaux enjeux identifiés dans le périmètre de 500 m autour des éoliennes. Ces enjeux sont listés dans le document intitulé la méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Dans le cadre du projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, en l'absence au sein de la zone d'étude de 500 m de rayon (78,5 ha) :

- ↳ de zones urbanisées,
- ↳ d'ERP,
- ↳ d'ICPE et d'installations nucléaires de base,

les cartes de synthèses font apparaître :

- ↳ les voies de communications,
- ↳ les périmètres de protection des captages AEP,
- ↳ les lignes électriques aériennes HTA,
- ↳ le nombre de personnes exposées par secteur :

#### Note sur les calculs :

Sur le site du conseil départemental de la Charente, Il existe un comptage routier sur la route départementale RD27 au niveau de la zone d'étude de 500 m où il est mentionné une fourchette de 501 à 1500 véhicules par jour. Nous prendrons en compte la situation majorante dans ce secteur soit 1500 véhicules / jour.

Les routes locales du secteur ne sont pas susceptibles de connaître des embouteillages fréquemment pour d'autres causes qu'un accident de la route ou qu'un événement exceptionnel du même type. Il sera donc compté 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Concernant les chemins de randonnée, on comptera 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne ((en ne comptant pas plus de 100 promeneurs /jour sur ces chemins). Dans la présente zone d'étude de 500 m autour des éoliennes, il n'y a pas de chemins de randonnées ou de cyclotourisme.

Il s'agit de terrains non aménagés et très peu fréquentés : il a donc été compté 1 personne par tranche de 100 ha.

Le détail des calculs est ici donné pour 1 éolienne, prise à titre d'exemple.

- Éolienne E01 :
  - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,785 pers [zone d'effet = 78,5 ha) et donc moins de 1 personne exposée ;
  - la zone d'étude  $S = \pi \times R^2$  (R = 500 m) est traversée par un linéaire de 745 m de route départementale principale (RD27), pour laquelle on compte 1500 véhicules/jour). En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour, cela fait donc :  $0.4 \times 0.745 \times 1500 / 100 = 4,47$  personnes ;
  - la zone d'étude  $S = \pi \times R^2$  (R = 500 m) est traversée par un linéaire de 1180 m de voie secondaire. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (en ne comptant pas plus de 100 véh/jour sur ces voies), cela fait donc :  $0.4 \times 1,180 = 0,472$  personne ;
  - **soit au total  $0,785 + 4,47 + 0,472 = 5,727$  personnes (moins de 10 personnes exposées).**

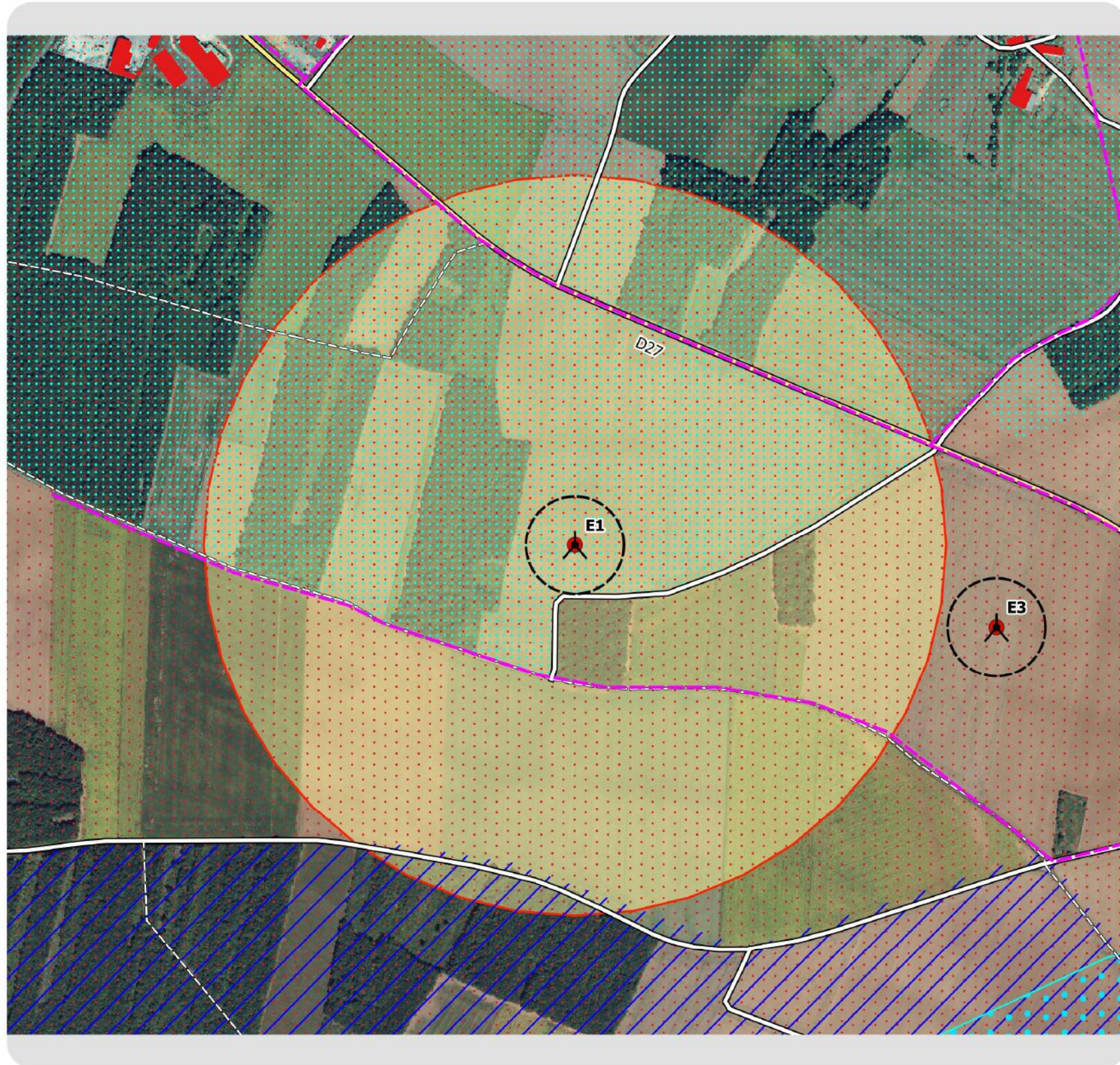
Éolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	voies (m)	
E01	78,50 ha	RD 27 : 745 m Routes locales : 1180 m	5,73
E02	78,50 ha	Routes locales : 2655 m	1,85
E03	78,50 ha	RD 27 : 965 m Routes locales : 1520 m	6,82
E04	78,50 ha	Routes locales : 2340 m	1,72

Tableau 5 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne





Carte 7 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E01 (© ECTARE)



### Synthèse des enjeux

#### Zone d'effet

Terrain non aménagé et très peu fréquenté sur un rayon de 500m autour de l'éolienne

#### Projet

Eolienne et zone de survol des pales

#### Réseau de transport

RD 27

Route

Chemin

#### Infrastructure

Réseau d'irrigation

#### Voisinage

Bâtiments

#### Captage d'eau potable (ARS)

##### Périmètre de protection rapprochée

Fleuve Charente

##### Périmètre de protection éloignée

Forage de la Mouvière

Forage de Roche

Source de la Mouvière



Date de réalisation : Juin 2021  
Logiciel utilisé : QGIS 3.16.1-Hannover  
Fond : Photographies aériennes  
Sources : OSM

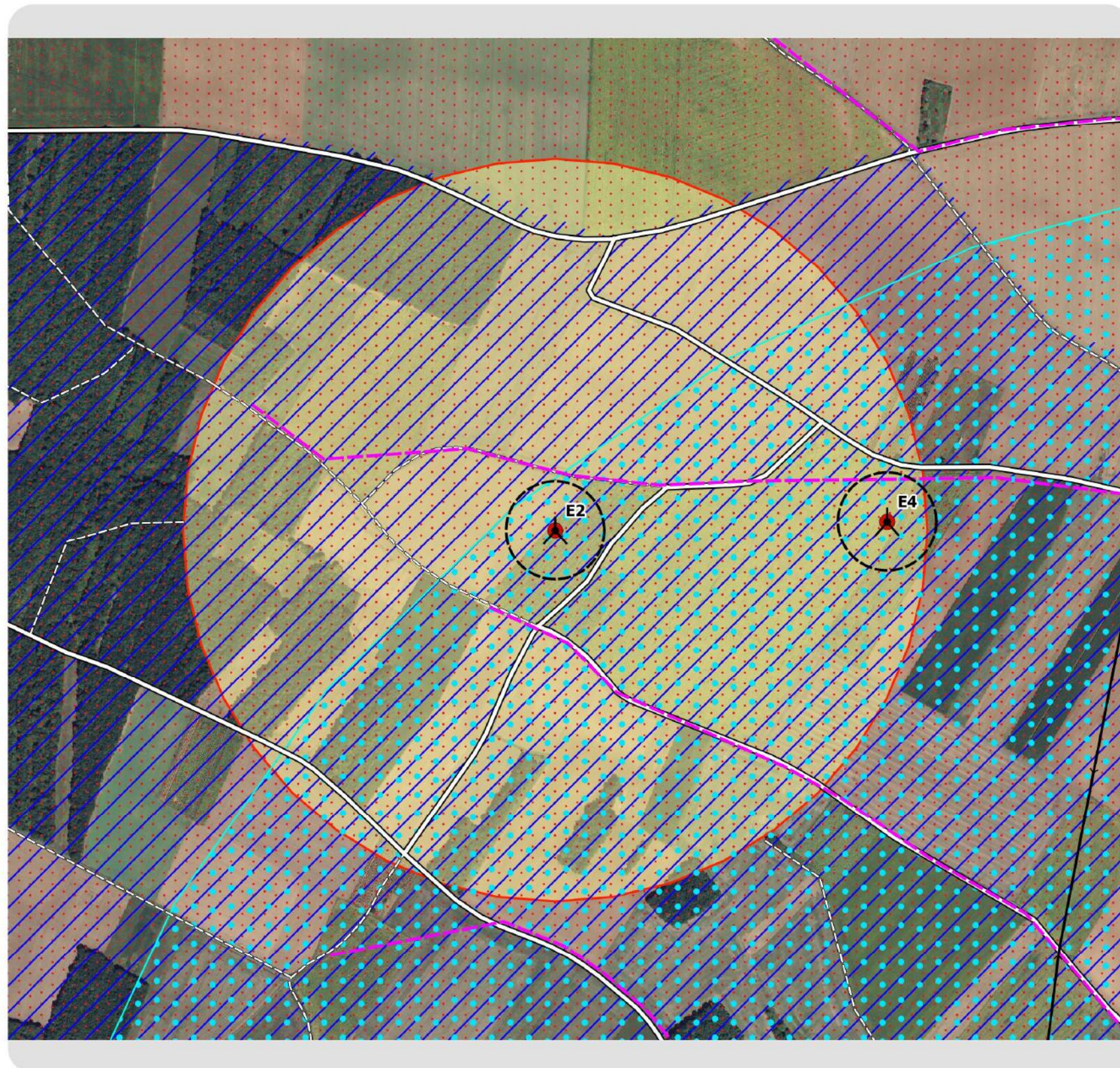
Référence : 2019-000232







Carte 8 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E02 (© ECTARE)



### Synthèse des enjeux

**Zone d'effet**  
Terrain non aménagé et très peu fréquenté sur un rayon de 500m autour de l'éolienne

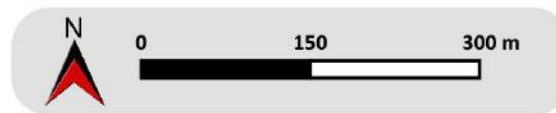
**Projet**  
Eolienne et zone de survol des pales

**Réseau de transport**  
Route  
Chemin

**Infrastructure**  
Réseau d'irrigation  
Ligne électrique aérienne HTA

**Captage d'eau potable (ARS)**  
Périmètre de protection rapprochée  
Fleuve Charente

**Périmètre de protection éloignée**  
Forage de la Mouvière  
Source de la Mouvière



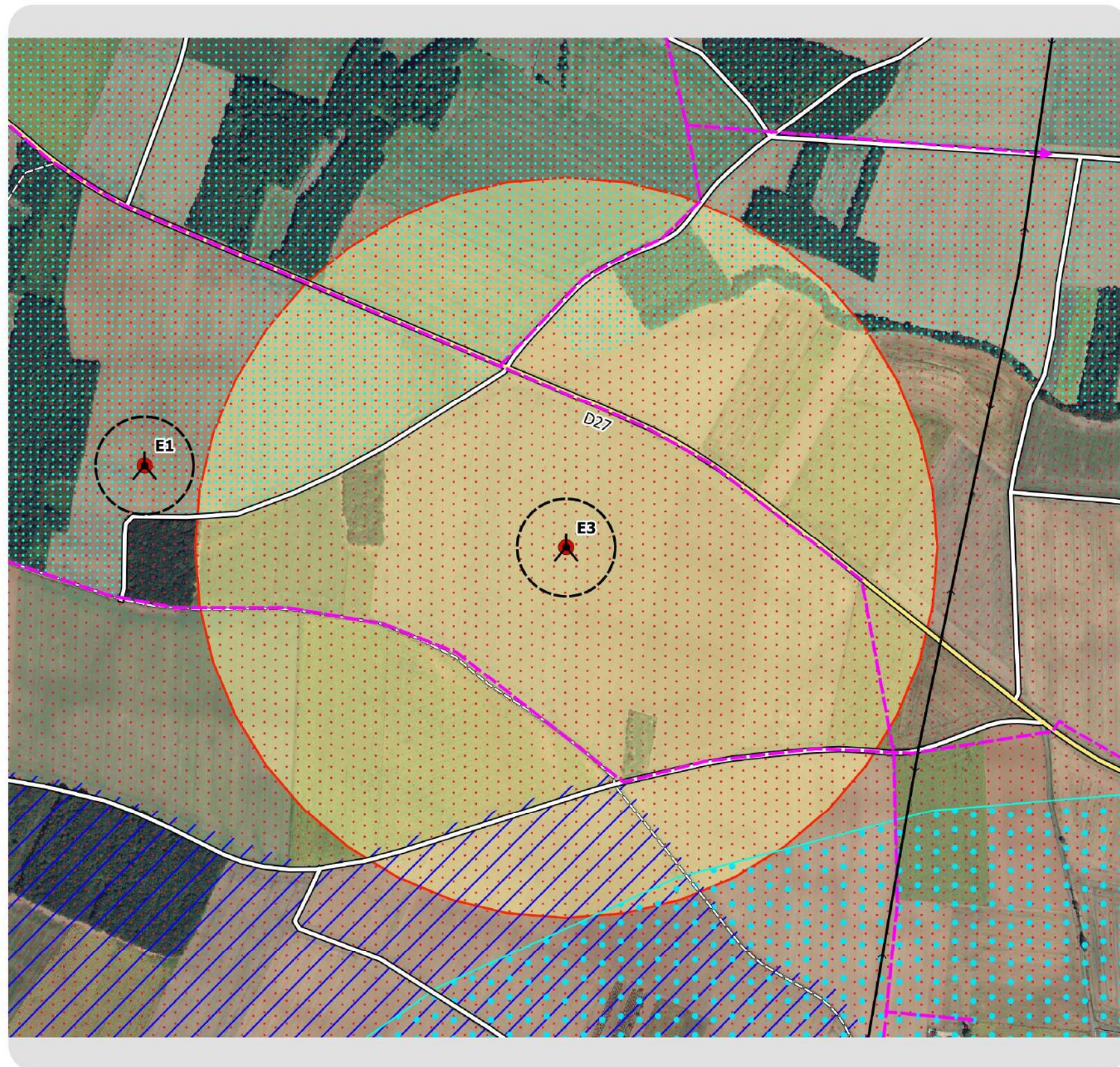
Date de réalisation : Juin 2021  
Logiciel utilisé : QGIS 3.16.1-Hannover  
Fond : Photographies aériennes  
Sources : OSM  
Référence : 2019-000232







Carte 9 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E03 (© ECTARE)



### Synthèse des enjeux

#### Zone d'effet

Terrain non aménagé et très peu fréquenté sur un rayon de 500m autour de l'éolienne

#### Projet

Eolienne et zone de survol des pales

#### Réseau de transport

RD 27

Route

Chemin

#### Infrastructure

Réseau d'irrigation

Ligne électrique aérienne HTA

#### Captage d'eau potable (ARS)

Périmètre de protection rapprochée

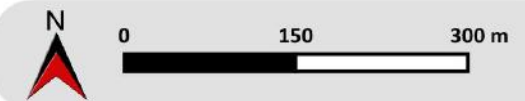
Fleuve Charente

Périmètre de protection éloignée

Forage de la Mouvière

Forage de Roche

Source de la Mouvière



Date de réalisation : Juin 2021  
Logiciel utilisé : QGIS 3.16.1-Hannover  
Fond : Photographies aériennes  
Sources : OSM

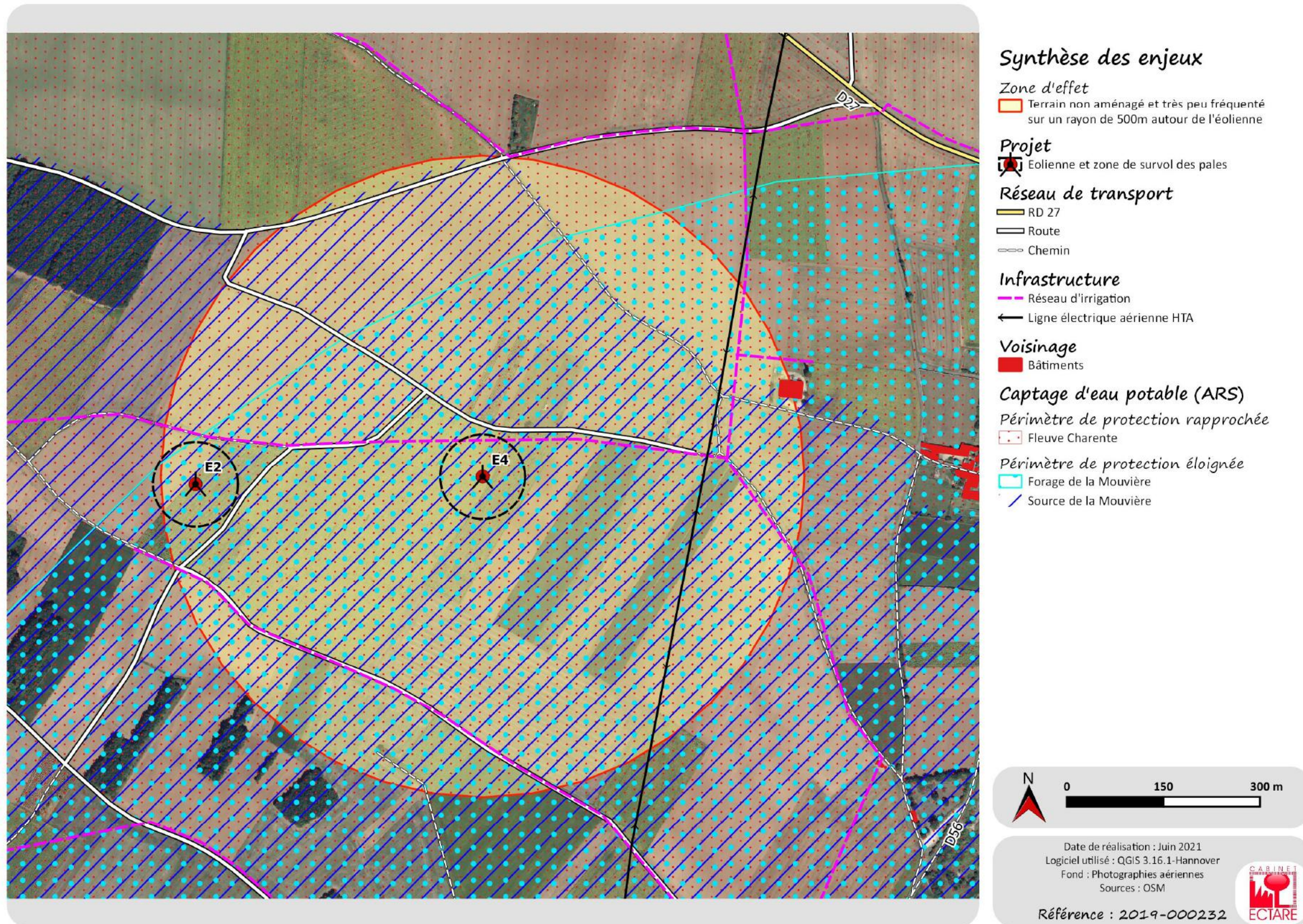
Référence : 2019-000232







Carte 10 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne E04 (© ECTARE)







## 4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

### 4.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

#### 4.1.1. 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 4.3.1) :

- 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 poste de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public),
- un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(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.

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

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, 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 surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.

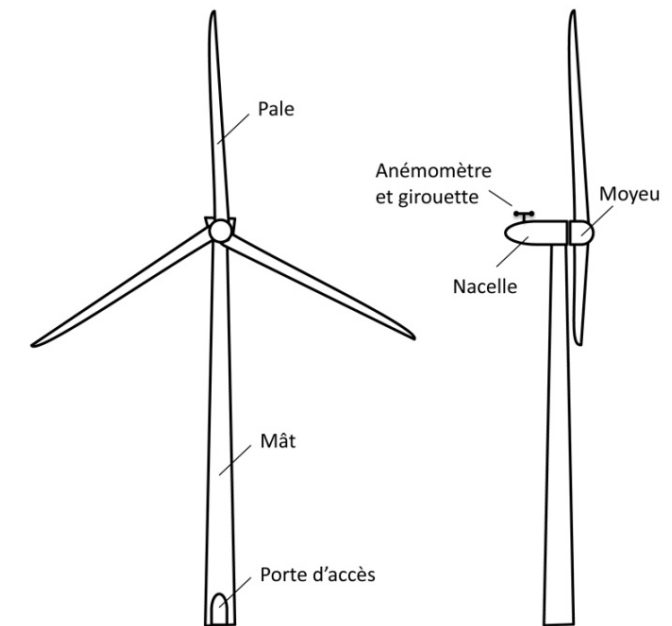


Illustration 4 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

**La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :

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



#### 4.1.1.2. Emprise au sol

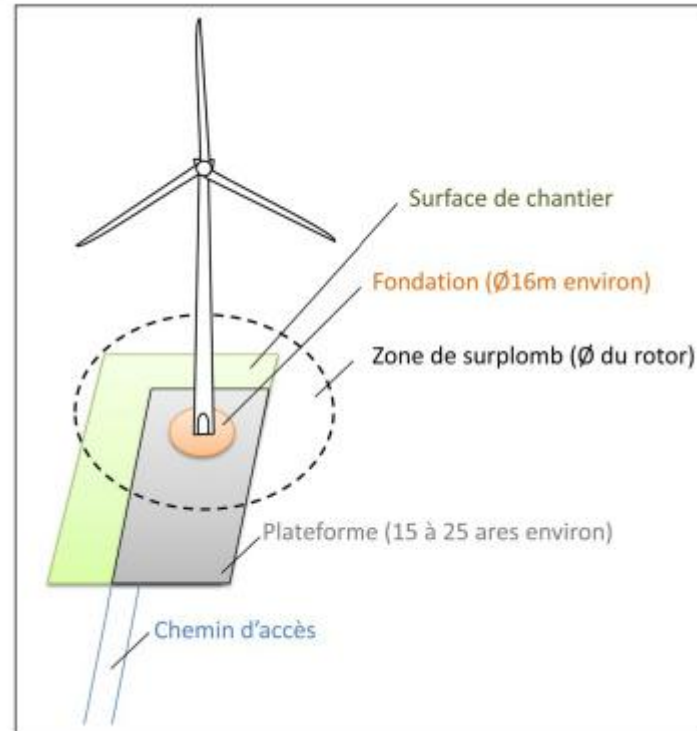
Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens :

**La surface de chantier** est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.

**La fondation de l'éolienne** est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.

**La zone de surplomb ou de survol** correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât.

**La plateforme** correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.



#### 4.1.1.3. 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 existants.

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

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

#### 4.1.2. Activité de l'installation

L'activité du projet éolien des Berges de Charente est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec des éoliennes d'une hauteur en bout de pale de 164,5 m maximum. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

#### 4.1.3. Composition de l'installation

Le projet éolien des Berges de Charente est composé de 4 aérogénérateurs (4 éoliennes, d'une puissance unitaire comprise entre 3,4 MW et 3,6 MW, soit une puissance installée entre de 13,6 MW et 14,4 MW) et d'un poste de livraison.

À ce stade, la présente demande d'autorisation d'exploiter est établie en envisageant deux modèles d'éoliennes :

- La Siemens Gamesa (SG 132) de puissance 3,4 MW, de diamètre de rotor de 132 m avec une hauteur moyen de 97 m, une garde au sol de 31 m, portant la hauteur en bout de pale à 163 m ;
- La Nordex (N131) de puissance 3,6 MW, de diamètre de rotor de 131 m avec une hauteur moyen de 99 m, une garde au sol de 33,5 m, portant la hauteur en bout de pale à 164,5 m.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs en système de coordonnées NTF Lambert 93 :

Éolienne	Lambert 93	
	Coord X	Coord Y
E01	483772,4674	6540416,3275
E02	483929,598	6539478,451
E03	484340,466	6540305,488
E04	484375,571	6539490,133

Tableau 6 : Coordonnées des éoliennes





Carte 11 : Présentation générale du projet (© ECTARE)







## 4.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

### 4.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

Les aérogénérateurs ou éoliennes transforment l'énergie cinétique du vent en énergie électrique.

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par l'anémomètre 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 3 m/s et que l'éolienne peut-être couplée au réseau électrique.

La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 11,5 m/s à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

L'énergie produite par le générateur est acheminée dans le réseau de l'exploitant par le système de connexion au réseau. Le système de connexion au réseau de distribution, lequel comprend une unité redresseur/onduleur (transformateur), garantit qu'un courant de grande qualité alimente le réseau de l'exploitant.

Ce concept de raccordement au réseau par le biais d'un transformateur permet d'exploiter le rotor à une vitesse de rotation variable. Le rotor tourne lentement en présence de vents lents, et à grande vitesse si les vents sont forts. Cela assure un flux optimal de l'air sur les pales du rotor. La vitesse variable réduit aussi les sollicitations produites par des rafales de vent.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 20 m/s (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent et ne sont donc plus entraînées par le vent ;
- le second par un frein mécanique.

La vitesse de rotation, le débit de puissance et l'angle des pales sont constamment adaptés aux changements du régime des vents. La puissance électrique est contrôlée par l'excitation du générateur.

### 4.2.2. Caractéristiques des éoliennes

À ce stade, l'étude de danger est menée avec le choix de deux technologies proposées par les constructeurs NORDEX et SIEMENS pour permettre une analyse à partir de données précises dans le but de permettre l'appréciation des dangers inhérents à une gamme d'éoliennes.

Ces deux types d'éoliennes sont dotées d'un rotor à trois pales, d'un système actif de réglage des pales et fonctionnant à vitesse variable. Elles exploitent la force des vents dominants sur chaque site.

Éolienne : SG 3.4-132	
<b>Caractéristiques générales</b>	
Puissance nominale	3 465 kW
Vitesse de démarrage	3 m/s
Vitesse atteinte en puissance nominale	11,5 m/s. La vitesse nominale est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales
Vitesse de coupure	20 m/s
Régulation de puissance	Variation active de pale individuelle (pitch) et vitesse de rotation variable
<b>Rotor / pâles</b>	
Type	Rotor à trois pâles à axe horizontal, face au vent avec système actif de réglage des pâles
Fonction	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice
Sens de rotation	Sens horaire
Diamètre du rotor	132 m
Nombre de pâles	3
Longueur des pâles	64,5 m
Poids d'une pale	16 tonnes max
Surface balayée	13685 m <sup>2</sup>
Matériau des pâles	Fibre de verre renforcée avec époxy et fibre de carbone
Vitesse de rotation	Variable 10 à 15 tours/min
Système de réglage des pâles	Couronnes à deux rangées de billes et double contact radial
<b>Mât</b>	
Fonction	Supporter la nacelle et le rotor
Type de mât	Tour tubulaire en acier en 4 sections
Protection contre la corrosion	Revêtement multicouche résine époxy
Hauteur maximale (au moyeu)	97 m
Diamètre du mat au pied (m)	4,4 m
<b>Fondation</b>	
Fonction	Ancrer et stabiliser l'éolienne
Matière	Béton armé (Eurocode 2)
Dimensions	Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction
<b>Transmission et générateur :</b>	
Fonction	Fonction du générateur : convertir l'énergie mécanique du rotor en énergie électrique Fonction du transformateur : élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau
Moyeu	Fixe / en fonte
Transmission	Transmission via arbre moteur - multiplicateur et couplage avec la génératrice
Générateur	Technologie asynchrone, générateur triphasé, du type quadripolaire à rotor bobiné avec alimentation électrique du stator au démarrage
Transformateur	Tension de 20 kV à la sortie
<b>Système de freinage</b>	
Fonction	Freiner et arrêter l'éolienne
Réglage des pâles	3 systèmes de réglage indépendants avec alimentation de secours





Éolienne : SG 3.4-132	
Frein d'arrêt du rotor	Frein principal aérodynamique en mettant en drapeau les pales avec un angle de 90 ° (avec une sécurité en cas de défaillance de l'une des pales) Frein auxiliaire mécanique : frein mécanique sur l'arbre rapide de transmission qui vient en complément du freinage aérodynamique
Blocage du rotor	Rotor libre à l'arrêt, frein mécanique pour les opérations de maintenance
<b>Contrôle d'orientation</b>	
Fonction :	Orienter l'éolienne de manière optimale par rapport au vent
	Un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent
<b>Surveillance à distance</b>	
Fonction	Communiquer en continu les données mesurées sur l'éolienne
	Système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

Tableau 7 : Principaux éléments d'une éolienne Siemens Gamesa N132 – 3,4 MW

Éolienne : N131 3,6 MW	
<b>Caractéristiques générales</b>	
Puissance nominale	3 600 kW
Vitesse de démarrage	3 m/s
Vitesse atteinte en puissance nominale	11,5 m/s. La vitesse nominale est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales
Vitesse de coupure	20 m/s
Régulation de puissance	Variation active de pale individuelle (pitch) et vitesse de rotation variable
<b>Rotor / pâles</b>	
Type	Rotor à trois pâles à axe horizontal, face au vent avec système actif de réglage des pales
Fonction	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice
Sens de rotation	Sens horaire
Diamètre du rotor	131 m
Nombre de pales	3
Longueur des pales	64,4 m
Poids d'une pale	16 tonnes max
Surface balayée	13 478 m <sup>2</sup>
Matériau des pales	Fibre de verre renforcée avec époxy et fibre de carbone
Vitesse de rotation	Variable 10 à 15 tours/min
Système de réglage des pales	Couronnes à deux rangées de billes et double contact radial
<b>Mât</b>	
Fonction	Supporter la nacelle et le rotor
Type de mât	Tour tubulaire en acier en 4 sections
Protection contre la corrosion	Revêtement multicouche résine époxy
Hauteur maximale (au moyeu)	99 m
Diamètre du mât au pied (m)	4,3 m
<b>Fondation</b>	
Fonction	Ancrer et stabiliser l'éolienne

Éolienne : N131 3,6 MW	
Matière	Béton armé (Eurocode 2)
Dimensions	Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction
<b>Transmission et générateur :</b>	
Fonction	Fonction du générateur : convertir l'énergie mécanique du rotor en énergie électrique Fonction du transformateur : élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau
Moyeu	Fixe / en fonte
Transmission	Transmission via arbre moteur - multiplicateur et couplage avec la génératrice
Générateur	Technologie asynchrone, générateur triphasé, du type quadripolaire à rotor bobiné avec alimentation électrique du stator au démarrage
Transformateur	Tension de 20 kV à la sortie
<b>Système de freinage</b>	
Fonction	Freiner et arrêter l'éolienne
Réglage des pales	3 systèmes de réglage indépendants avec alimentation de secours
Frein d'arrêt du rotor	Frein principal aérodynamique en mettant en drapeau les pales avec un angle de 90 ° (avec une sécurité en cas de défaillance de l'une des pales) Frein auxiliaire mécanique : frein mécanique sur l'arbre rapide de transmission qui vient en complément du freinage aérodynamique
Blocage du rotor	Rotor libre à l'arrêt, frein mécanique pour les opérations de maintenance
<b>Contrôle d'orientation</b>	
Fonction :	Orienter l'éolienne de manière optimale par rapport au vent
	Un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent
<b>Surveillance à distance</b>	
Fonction	Communiquer en continu les données mesurées sur l'éolienne
	Système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

Tableau 8 : Principaux éléments d'une éolienne Nordex N131 / 3,6 MW

### Eolienne conventionnelle

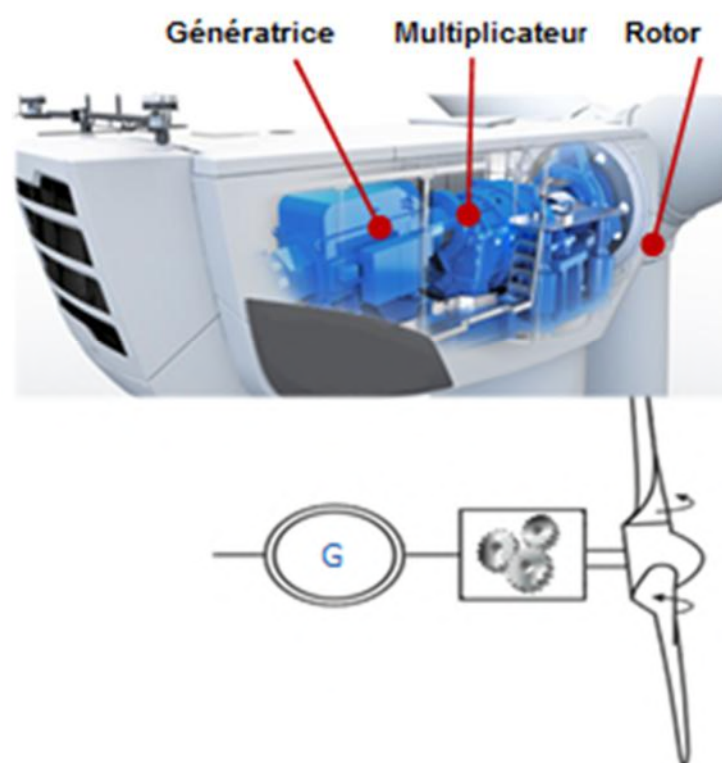


Illustration 5 – Composants de la nacelle d'une éolienne

## 4.2.3. Sécurité de l'installation

### 4.2.3.1. Respect des principales normes applicables à l'installation

#### Conformité aux prescriptions générales

La société exploitant le projet a procédé à une analyse de conformité du projet aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent. Les principales normes et certifications exigées par l'arrêté seront respectées.

#### Certificats des éoliennes

Les éoliennes font l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes.

La liste des codes et standards appliqués pour la construction des éoliennes, présentée ci-dessous, n'est pas exhaustive (il y a en effet des centaines de standards applicables). Seules les principales normes sont présentées ci-dessous.

Normes	Description
Norme IEC61400-1 / NF EN 61400-1 Juin 2006 intitulée « Exigence de conception »	Fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Elle concerne tous les sous-systèmes des éoliennes tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien. Ainsi, la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent à la norme IEC61400-1, 12 ; 13.
Norme IEC 60034	Normes de construction des génératrices.
Norme ISO 81400-4	Fixe les règles pour la conception du multiplicateur.
Standard NF EN IEC 61 400-24	Protection foudre de l'éolienne.
IEC62305-1, IEC62305-3 et IEC62305-4	Protection foudre - Standards non spécifiques aux éoliennes
Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004	Règlementations concernant les ondes électromagnétiques
Norme ISO 12944	Traitement anticorrosion des éoliennes.
Directive du 17 mai 2006. Normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).	Risques électriques

Tableau 9 : Exemples de normes et standards appliquées pour la construction des éoliennes

Les éoliennes NORDEX et SIEMENS sont conçues, fabriquées, installées et certifiées selon les exigences des normes IEC 61400-1 et NF EN IEC 61400-24, tel que requis par les articles 8 et 9 de l'arrêté du 26 Août 2011 modifié.

Les sociétés NORDEX et SIEMENS tiennent à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports de contrôle des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs aux normes précitées.

### 4.2.3.2. Éléments de sécurité

#### Capteurs

Les aérogénérateurs NORDEX et SIEMENS sont équipés de différents capteurs qui contrôlent en permanence plusieurs paramètres. Certains capteurs sont destinés à recueillir des signaux externes à l'aérogénérateur comme, par exemple, la température extérieure ou la vitesse et la direction du vent. D'autres ont pour rôle d'enregistrer des paramètres de fonctionnement des aérogénérateurs comme les températures des composants, les niveaux de pression, les vibrations ou la position des pales. En cas d'anomalie, les alertes relatives au fonctionnement de la machine sont remontées automatiquement par le système SCADA des éoliennes à la coordination technique.





### 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.

En cas d'anomalie, les alertes relatives au fonctionnement de la machine sont remontées automatiquement par le système SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) des éoliennes à la coordination technique. Chaque éolienne dispose de son propre SCADA relié lui-même à un SCADA central. Dans le cas d'un dysfonctionnement du système de SCADA central, le contrôle de commande des éoliennes à distance est maintenu puisque ces machines disposent d'un SCADA qui leur est propre. Dans le cas d'un dysfonctionnement du système SCADA propre à une éolienne, ce dernier entraîne l'arrêt immédiat de la machine. Ainsi, en cas de défaillance éventuelle du système SCADA de commande à distance, le parc éolien est maintenu sous contrôle soit via le système SCADA propre à la machine, soit par l'arrêt automatique de la machine.

Lorsque nécessaire, une intervention sur site du personnel des turbiniers habilité est programmée. Si l'exploitant en fait la demande, un SMS ou un courrier électronique lui est envoyé à chaque alerte générée par l'éolienne.

Le système de gestion de l'environnement fournit différentes applications pour la protection de l'environnement, dans le but d'optimiser la production d'énergie, dans les régions où la réglementation est stricte :

- Système de contrôle du bruit NRS® : pour la réduction du bruit généré par l'éolienne ;
- Système de contrôle des ombres : pour réduire l'incidence des ombres des pales sur les bâtiments adjacents au parc éolien ;
- Système de contrôle du sillage : pour se protéger contre les turbulences des autres éoliennes ;
- Système de détection de glace : pour réduire le risque de dommages dus à la formation de glace sur les lames ;
- Système de protection des chauves-souris : réduction du risque d'impact des chauves-souris ;
- Système de détection des oiseaux : réduction du risque d'impact des oiseaux ;
- Système GUYS : système ininterrompu d'orientation automatique de la nacelle pour permettre la protection de l'éolienne contre les vents forts.

### Système de freinage

Le frein principal de l'aérogénérateur est de type frein aérodynamique.

En fonctionnement, les éoliennes sont donc 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.

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 ne se déclenche que 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, à des fins de maintenance.

Il existe aussi un frein mécanique qui n'est utilisé que comme frein de stationnement et lors de l'activation des boutons poussoirs d'arrêt d'urgence. Pendant un arrêt d'urgence, les trois pales vont s'amincir simultanément jusqu'à la butée complète, ralentissant ainsi la vitesse du rotor.

### Système de fermeture de la porte

Conformément à l'article 13 de l'arrêté du 26 août 2011, 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.

Des procédures claires de fermeture des portes ont été rédigées et communiquées à l'ensemble des intervenants sur le parc et des vérifications sont régulièrement menées. Ces portes sont toujours verrouillées en cas d'absence de personnel dans la machine ou le poste. Le personnel verrouille également la porte dès qu'il effectue des opérations qui font sortir cette dernière de son champ de vision (montée dans l'éolienne, travail dans le poste uniquement ...).

### Protection foudre

Toutes les éoliennes sont équipées d'un système de protection contre la foudre conforme à la norme NF EN IEC 61400-24, et conçu pour répondre à la classe de protection I. Les opérations de maintenance incluront un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.

Compte tenu de leur situation et des matériaux de construction, les pales sont les éléments les plus sensibles à la foudre.

En effet, le point haut de l'éolienne est constitué du sommet de la pale qui culmine à 164,5 m de hauteur et représente donc un point singulier en cas d'orage.

De plus, les matériaux constituant la pale sont des matériaux synthétiques (résine et fibre de verre), mauvais conducteurs électriques et donc ne facilitant pas l'écoulement des charges en cas de coup de foudre.

Pour la protection parafoudre extérieure, la pointe de la pale est en aluminium moulé, le bord d'attaque et le bord de fuite de la pale du rotor sont équipés de profilés aluminium, reliés 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. En effet, toutes les éoliennes sont équipées d'un système de mise à la terre conformément à l'arrêté du 26 août 2011 modifié.

Pour la protection interne de la machine, 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 hautes absorptions. Aussi, la partie télécom est protégée par des parasurtenseurs de lignes et une protection galvanique. Enfin, une liaison de communication télécom 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.

L'arrêté du 26 août 2011 modifié évoque les mesures en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité en cas d'orages (article 22), stipule le système de détection et d'alerte en cas d'incendie (article 23) ainsi que les moyens de lutte contre l'incendie (article 24).

Les éoliennes répondent également aux exigences de l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 : article 16, troisième alinéa : « *En outre, les dispositions du présent arrêté peuvent être rendues applicables par le préfet aux installations classées soumises à autorisation non visées par l'annexe du présent arrêté dès lors qu'une agression par la foudre sur certaines installations classées pourrait être à l'origine d'événements susceptibles de porter atteinte, directement ou indirectement, aux intérêts visés à l'article L. 511-1 du Code de l'environnement* ».

#### Système de détection de givre/glacé :

Dans le cas de conditions climatiques extrêmes (froid et humidité importante), la formation de glace sur les pales de l'éolienne peut se produire.

Les éoliennes sont munies d'un système de gestion qui identifie toute anomalie de fonctionnement. Celles installées sur le projet de Chenon, Aunac-sur-Charente et Moutonneau seront équipées d'un système de détection de givre.

Le système de détection de givre/glacé 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.

Dans les conditions pré définies et propices à la formation de givre, le détecteur envoie au SCADA une commande d'arrêt. Pour tout arrêt de ce type, un technicien de maintenance devra venir relancer la machine manuellement après s'être rendu compte de la disparition du givre.

Il est impossible de redémarrer l'éolienne tant que le système détecte des conditions conduisant à la formation de givre.

Une plage de tolérance, déterminée de manière empirique, est définie autour de la courbe de puissance 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. 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.

#### Balisage aviation

L'arrêté du 23 avril 2018 désigne les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent comme étant des obstacles fixes. Il impose que les éoliennes terrestres soient dotées d'un balisage lumineux d'obstacle.

Ainsi, les éoliennes doivent être munies d'un dispositif de balisage disposé sur le sommet de la nacelle et visible dans tous les azimuts.

Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux diurne assuré par des feux d'obstacle blancs et d'un balisage lumineux nocturne assuré par des feux d'obstacle rouges.

Dans le cas d'une éolienne terrestre de hauteur totale supérieure à 150 mètres, le balisage ci-dessus est complété par des feux d'obstacles rouges et fixes installés sur le fût, opérationnels de jour comme de nuit.

Dans le cas d'un champ d'éolienne, les feux à éclats de même fréquence implantés sur toutes les éoliennes sont synchronisés pour limiter les perturbations visuelles.

La fréquence des feux de balisage à éclats implantés sur les éoliennes terrestres non côtières est de 20 éclats par minute.

L'alimentation électrique de ces dispositifs est assurée par les systèmes auxiliaires des éoliennes. En cas de perte d'alimentation, un système autonome peut assurer le balisage pour une durée minimum de 12 heures.

Les champs éoliens terrestres peuvent, de jour, être balisés uniquement en leur périphérie sous réserve que :

- toutes les éoliennes constituant la périphérie du champ soient balisées
- toute éolienne du champ dont l'altitude est supérieure de plus de 20 mètres à l'altitude de l'éolienne périphérique la plus proche soit également balisée
- toute éolienne du champ située à une distance supérieure à 1 500 mètres de l'éolienne balisée la plus proche soit également balisée.

Au sein d'un champ éolien terrestre et pour les besoins du balisage nocturne, il est fait la distinction entre certaines éoliennes dites « principales » et d'autres, dites « secondaires ». Les éoliennes situées au niveau des sommets du polygone constituant la périphérie du champ éolien sont des éoliennes principales. Dans le cadre de la détermination des sommets de ce polygone, on considère trois éoliennes successives comme alignées si l'éolienne intermédiaire est située à une distance inférieure ou égale à 200 m par rapport au segment de droite reliant les deux éoliennes extérieures.

#### Protection incendie

Tous les composants mécaniques et électriques des éoliennes au niveau desquels 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.

Toutes les éoliennes sont équipées de système de détection incendie et d'extincteurs (à minima de deux extincteurs placés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci). Les extincteurs sont positionnés de façon bien visible et facilement accessible. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Ils font l'objet d'un contrôle régulier par un organisme agréé. L'éolienne possède des capteurs optiques de fumée.

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 arrêtée automatiquement. Les détecteurs de fumée et/ou les capteurs de température émettent des signaux qui sont immédiatement transmis aux turbiniers par le système de surveillance à distance SCADA qui alerte alors immédiatement l'exploitant, par un message SMS et/ou e-mail, 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.

#### Protection contre le risque électrique

Les installations électriques à l'intérieur de l'éolienne respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006. Les installations électriques extérieures à l'éolienne sont conformes aux normes NFC 15-100, NFC 13-100, et NFC 13-200 dans leur version en vigueur à la date de délivrance du récépissé de déclaration de l'installation. Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.

#### Protection contre le risque de fuite de liquide dans la nacelle

La principale réserve d'hydrocarbure située au niveau du multiplicateur des éoliennes est contenue dans des carters fermés, étanches et régulièrement entretenus.

Le circuit hydraulique des éoliennes est équipé de capteurs de pression (une mesure de pression dans le bloc hydraulique de chaque pale) permettant de s'assurer de son bon fonctionnement. Toute baisse de pression au-dessous d'un seuil préalablement déterminé, conduit au déclenchement de l'arrêt du rotor.

La pression du circuit de lubrification du multiplicateur fait également l'objet d'un contrôle, asservissant le fonctionnement de l'éolienne.

Les niveaux d'huile sont surveillés d'une part au niveau du multiplicateur et d'autre part au niveau du groupe hydraulique. L'atteinte du niveau bas sur le multiplicateur ou sur le groupe hydraulique, déclenche une alarme et conduit à la mise à l'arrêt du rotor.

Le circuit de refroidissement (eau glycolée) est équipé d'un capteur de niveau bas, qui en cas de déclenchement conduit à l'arrêt de l'éolienne.

Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange.

Une procédure du turbinier en cas de pollution accidentelle du sol est communiquée au personnel intervenant dans les aérogénérateurs.

En cas de fuite, les véhicules de maintenance sont équipés de kits de dépollution composés de grandes feuilles absorbantes.

## 4.2.4. Opérations de maintenance de l'installation

### 4.2.4.1. Conduite du système

Les éoliennes sont des équipements de production d'énergie qui sont disposés à l'écart des zones urbanisées et qui ne nécessitent pas de présence permanente de personnel. Bien que certaines opérations nécessitent des interventions sur site, les éoliennes sont surveillées et pilotées à distance.

Pour cela, les installations sont équipées d'un système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. Les parcs éoliens sont ainsi reliés à des centres de télésurveillance permettant le diagnostic et l'analyse de leur performance en permanence, ainsi que certaines actions à distance. Ce dispositif assure la transmission de l'alerte en temps réel en cas de panne ou de simple dysfonctionnement.

Il permet également de relancer aussitôt les éoliennes si les paramètres requis sont validés et les alarmes traitées. C'est notamment le cas lors des arrêts de l'éolienne par le système normal de commande (en cas de vent faible, de vent fort, de température extérieure trop élevée ou trop basse, de perte du réseau public, etc.).

Par contre, en cas d'arrêt liés à des déclenchements de capteurs de sécurité (déclenchement VOG, déclenchement détecteur d'arc ou température haute, pression basse huile, ...), une intervention humaine sur l'éolienne est nécessaire pour examiner l'origine du défaut et acquitter l'alarme avant de pouvoir relancer un démarrage.

En cas d'intervention, des équipes de techniciens sont réparties sur le territoire afin de pouvoir réagir rapidement. Les interventions sont toujours faites par une équipe d'au moins deux personnes.

Afin d'assurer la sécurité des équipes intervenantes, un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne est disposé en partie basse de la tour. Ainsi, lors des interventions sur l'éolienne, les opérateurs basculent ce dispositif sur « commande locale » ce qui interdit toute action pilotée à distance.

Toute intervention dans le rotor n'est réalisée qu'après mise à l'arrêt de celui-ci. De plus, des dispositifs de sectionnement sont répartis sur l'ensemble de la chaîne électrique afin de pouvoir isoler certaines parties et protéger ainsi le personnel intervenant.

Au-delà de certaines vitesses de vent, les interventions sur les équipements ne sont pas autorisées.

En dehors des arrêts exceptionnels sur panne ou indisponibilité du réseau électrique public, des arrêts nécessaires de maintenance préventive sont annuellement programmés. Pour chaque éolienne, la durée des opérations préventives de maintenance, généralement programmés hors des périodes de plus forte production attendue, représente moins de 5 jours d'arrêt par an.

En complément de la surveillance à distance, des visites hebdomadaires d'inspections sont programmées.

L'exploitant veille également à maintenir, durant toute la vie du parc éolien, des contrats d'entretien concernant les éoliennes et les postes électriques présents sur le parc. Il veille également à l'entretien des chemins et bas-côtés dans un souci de protection contre l'incendie.



#### 4.2.4.2. Formation et équipement du personnel – Consignes de sécurité

Les personnels intervenant sur les éoliennes, tant pour leur montage, que pour leur maintenance, sont formés au poste de travail et informés des risques présentés par l'activité.

Toutes les interventions (pour montage, maintenance, contrôles) font l'objet de procédures qui définissent les tâches à réaliser, les équipements d'intervention à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accident. Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.

En l'absence de prescription spécifique dans l'arrêté du 26 août 2011, notons que le personnel devra être équipé de matériel de sécurité adapté et conforme à la réglementation sur la sécurité du travail. Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes indiquent :

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

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

#### 4.2.4.3. Types de maintenance

On distingue trois types de maintenance :

- La maintenance préventive ;
- La maintenance prédictive ;
- La maintenance corrective.

La maintenance du site du parc éolien permet d'assurer les contrôles détaillés ci-après.

Le suivi de la maintenance se fait par la mise à jour systématique du manuel d'entretien.

#### 4.2.4.4. Opérations de maintenance préventive

Avant la mise en service industrielle du projet éolien, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder un an puis 3 ans, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement normal de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent :

- un arrêt,
- un arrêt d'urgence,
- un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime.

Les résultats de ces tests sont consignés dans le registre de maintenance.

Avant la mise en service industrielle des éoliennes et équipements connexes, sera également effectué un contrôle des installations électriques à l'intérieur des éoliennes par une personne compétente. Ces installations doivent, en outre, être contrôlées chaque année après leur installation ou modification, dans les conditions fixées par l'arrêté du 10 octobre 2000 fixant la périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications. Les rapports de contrôle correspondants sont annexés au registre de maintenance du parc.

L'inspection et l'entretien du matériel sont effectués par le personnel d'exploitation et de maintenance, formé pour ces interventions. La liste des opérations à effectuer sur les diverses machines ainsi que leur périodicité est définie par des procédures.

Outre les dispositifs de sécurité intégrés aux éoliennes, les opérations de maintenance contribueront à réduire le risque.

Ces opérations incluent des contrôles visuels, vérification de serrages, graissages, changement d'huile, vérification de niveaux, test des systèmes de sécurité, remplacement des charbons des collecteurs, mesures de niveau d'isolement électrique, etc... qui sont semestriels ou annuels.

Conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 :

« Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât de chaque aérogénérateur.

Le contrôle de l'ensemble des brides et des fixations de chaque aérogénérateur peut être lissé sur trois ans tant que chaque bride respecte la périodicité de trois ans.

Selon une périodicité définie en fonction des conditions météorologiques et qui ne peut excéder 6 mois, l'exploitant procède à un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés, notamment par des impacts de foudre, au regard des limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt spécifiées dans les consignes établies en application de l'article 22 du présent arrêté du 26 août 2011.

L'installation est équipée de systèmes instrumentés de sécurité, de détecteurs et de systèmes de détection destinés à identifier tout fonctionnement anormal de l'installation, notamment en cas d'incendie, de perte d'intégrité d'un aérogénérateur ou d'entrée en survitesse.

L'exploitant tient à jour la liste de ces équipements de sécurité, précisant leurs fonctionnalités, leurs fréquences de tests et les opérations de maintenance destinées à garantir leur efficacité dans le temps.

Selon une fréquence qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède au contrôle de ces équipements de sécurité afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. La liste des équipements de sécurité ainsi que les résultats de l'ensemble des contrôles prévus par le présent article sont consignés dans le registre de maintenance visé à l'article 19 du présent arrêté ».

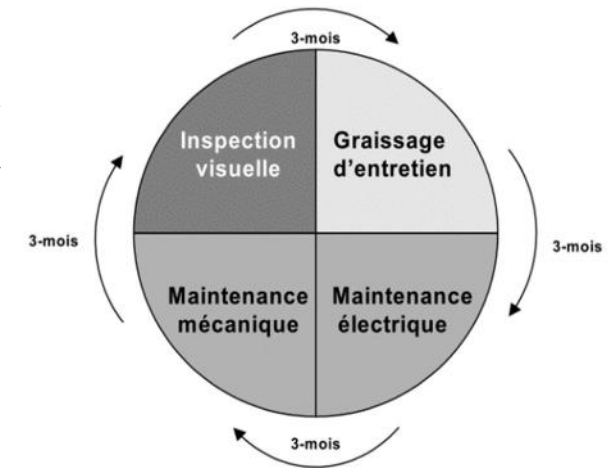


Figure 1 : Phases de maintenance





La liste des opérations à effectuer sur les machines ainsi que leur périodicité est définie par des procédures. Les principaux contrôles effectués sont présentés ci-après.

Ces opérations de maintenance courante seront répétées lors de l'inspection après la première année de fonctionnement, puis régulièrement selon le calendrier de maintenance.

L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations de maintenance qui doivent être effectuées afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation, ainsi que les modalités de réalisation des tests et des contrôles de sécurité.

L'exploitant tient à jour, pour son installation, un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance qui ont été effectuées, leur nature, les défaillances constatées et les opérations préventives et correctives engagées. Ces opérations sont détaillées et regroupées par ensemble fonctionnel de l'aérogénérateur : ils constituent une check-list suivie par les équipes de maintenance, dûment renseignée, signée, et mise à la disposition des exploitants au terme de chaque opération de maintenance. De plus, une inspection visuelle de l'état général de l'éolienne est effectuée lors de chaque opération de maintenance.

Ces opérations de maintenance garantissent le suivi et la durabilité des éoliennes dans le temps.

#### 4.2.4.5. Contrôles réglementaires périodiques

Plusieurs arrêtés fixent différents types de contrôles réglementaires pour les parcs éoliens. Il peut s'agir de contrôles internes ou externes.

##### Les contrôles externes réglementaires

- Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006 (certification 2006/42/CE) ;
- L'aérogénérateur est conforme aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne, à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté ;
- Les aérogénérateurs respectent les dispositions de la norme NF EN IEC 61 400-24 (version de juin 2010).

##### Les contrôles internes réglementaires

- Un rapport de contrôle d'un organisme compétent au sens de l'article 17 de l'arrêté ministériel du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation atteste de la mise à la terre de l'installation avant sa mise en service industrielle. Des contrôles périodiques sont effectués pour vérifier la pérennité de la mise à la terre, selon les périodicités suivantes : une fois par an pour le contrôle visuel et une fois tous les deux ans pour le contrôle avec mesure de la continuité électrique.– Article 9 du décret du 26 août 2011 ;

- Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur sont entretenues, maintenues en bon état et contrôlées. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 ;
- Le fonctionnement de l'installation est assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques accidentels visés à la section 5 de l'arrêté du 26 août 2011, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours.

La réalisation des exercices d'entraînement, les conditions de réalisations de ceux-ci, et le cas échéant les accidents/incidents survenus dans l'installation, sont consignés dans un registre. Le registre contient également l'analyse de retour d'expérience réalisée par l'exploitant et les mesures correctives mises en place.– Article 15 du décret du 26 août 2011;

- Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât de chaque aérogénérateur.

Le contrôle de l'ensemble des brides et des fixations de chaque aérogénérateur peut être lissé sur trois ans tant que chaque bride respecte la périodicité de trois ans.

Selon une périodicité définie en fonction des conditions météorologiques et qui ne peut excéder 6 mois, l'exploitant procède à un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés, notamment par des impacts de foudre, au regard des limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt spécifiées dans les consignes établies en application de l'article 22 du présent arrêté du 26 août 2011. L'installation est équipée de systèmes instrumentés de sécurité, de détecteurs et de systèmes de détection destinés à identifier tout fonctionnement anormal de l'installation, notamment en cas d'incendie, de perte d'intégrité d'un aérogénérateur ou d'entrée en survitesse.

L'exploitant tient à jour la liste de ces équipements de sécurité, précisant leurs fonctionnalités, leurs fréquences de tests et les opérations de maintenance destinées à garantir leur efficacité dans le temps. Selon une fréquence qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède au contrôle de ces équipements de sécurité afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. La liste des équipements de sécurité ainsi que les résultats de l'ensemble des contrôles prévus par le présent article sont consignés dans le registre de maintenance visé à l'article 19

– Article 18 du décret du 26 août 2011 ;

- L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations de maintenance qui doivent être effectuées afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation, ainsi que les modalités de réalisation des tests et des contrôles de sécurité, notamment ceux visés par le présent arrêté.

L'exploitant tient à jour, pour son installation, un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance qui ont été effectuées, leur nature, les défaillances constatées et les opérations préventives et correctives engagées. – Article 19 du décret du 26 août 2011.



#### 4.2.4.6. Autres types de contrôles réglementaires périodiques

D'une manière générale, les vérifications suivantes seront opérées :

- les véhicules et matériels utilisés seront contrôlés périodiquement (révision, contrôle technique),
- les installations électriques seront vérifiées et contrôlées annuellement conformément aux dispositions du Code du Travail,
- le matériel incendie sera vérifié chaque année par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.
- les équipements de protection individuelle et les équipements de travail seront contrôlés et remplacés si nécessaire.

Les contrôles réglementaires concernent les installations électriques, les équipements et accessoires de levage ou les équipements sous pression (accumulateurs hydropneumatiques). Ils sont réalisés par des organismes agréés.

Les installations électriques extérieures et intérieures à l'aérogénérateur seront entretenues en bon état et seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation par une personne compétente (soit par du personnel du constructeur soit celui de l'exploitant).

Ces divers contrôles et vérifications seront tenus à la disposition de l'administration (inspecteur du travail et inspecteur des installations classées).

#### 4.2.4.7. Maintenance prédictive

Afin d'optimiser les conditions d'exploitation et de réduire les coûts parfois associés à des arrêts de production non programmés, l'exploitant peut mettre en place un programme de maintenance prédictive qui va au-delà des prescriptions usuelles du constructeur.

Cette anticipation de pannes est faite par la surveillance des paramètres d'exploitation des éoliennes, tels que les températures des équipements, l'analyse en laboratoire des lubrifiants et l'analyse des signatures vibratoires de certains équipements tournants.

Ainsi, lorsqu'un paramètre dévie de sa plage normale de fonctionnement, l'exploitant déclenche une opération de maintenance ciblée sur le problème détecté, sans qu'une panne n'ait arrêté l'éolienne.

*Fréquence* : Visite de chaque éolienne 1 fois par an.

#### 4.2.4.8. Maintenance curative

Il s'agit des opérations de maintenance réalisées suite à des défaillances de matériels ou d'équipements (ex : remplacement d'un capteur défaillant, ajout de liquide de refroidissement faisant suite à une fuite, ...). Ces opérations sont faites à la demande, dès détection du dysfonctionnement, de façon à rendre l'équipement à nouveau opérationnel.

#### 4.2.4.9. Prise en compte du retour d'expérience

Dans l'organisation NORDEX et SIEMENS, chaque incident ou défaillance est remonté systématiquement via un rapport détaillé dans une base de données générale. Toutes ces informations sont utilisées dans le cadre d'un processus d'amélioration continue.

Ainsi, les principaux axes d'amélioration ont porté sur :

- La mise en sécurité de la machine lors de vents violents ;
- Une meilleure gestion du risque d'incendie de la nacelle ;
- L'amélioration des dispositifs de protection contre les effets de la foudre ;
- La recherche de solutions pour limiter les effets de la formation de glace ou d'accumulation de neige ;
- L'étude de solutions visant à limiter les contraintes sur les équipements, qui peuvent accélérer l'usure et le vieillissement de ces équipements ;
- L'amélioration des systèmes de protection des personnes.

#### 4.2.5. 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 sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente.

Durant leur formation, les techniciens reçoivent la consigne de maintenir propres les aérogénérateurs et de ne pas y entreposer de matériaux, combustibles et inflammable ou non.

Leur support de formation basique électrique/mécanique le stipule explicitement. Des rappels réguliers sont effectués lors des rappels de sécurité qu'ils suivent tous les 6 mois.





## 4.3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

### 4.3.1. Raccordement électrique

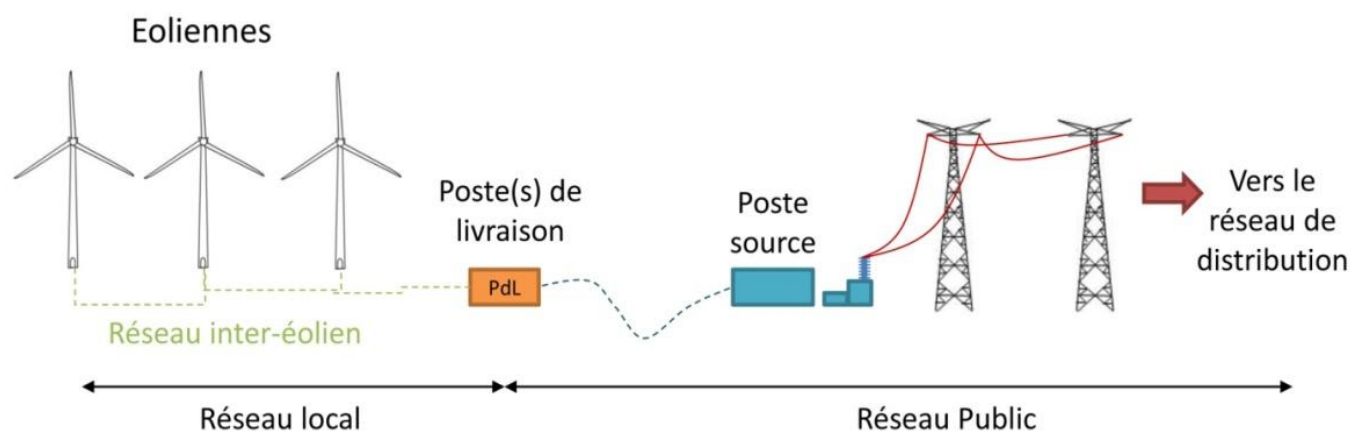


Illustration 6 - Raccordement électrique des installations

#### 4.3.1.1. Réseau inter-éolien électrique haute-tension

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au bâtiment électrique situé sur le site que nous nommerons "poste de livraison" (cf. carte). Les câbles électriques seront enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

Chaque tranchée sera équipée de fibre optique reliant chaque éolienne au terminal de télésurveillance.

Les liaisons électriques intérieures seront conformes à la réglementation en vigueur. Le porteur de projet s'engage à notamment :

- Respecter les prescriptions décrites dans l'arrêté du 17 mai 2001 modifié fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique ;
- Diligenter un contrôle technique en application de l'article R323-30 du Code de l'Energie dans le respect des conditions prévues par l'arrêté d'application du 14 janvier 2013 ;
- Transmettre au gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité (ENEDIS) les informations permettant à ce dernier d'enregistrer la présence de lignes privées dans son SIG des ouvrages en application de l'article R323-29 du Code de l'Environnement ;
- Procéder à l'enregistrement de son ouvrage dans le « guichet unique » géré par l'INERIS en application des dispositions des articles L554-1 à L554-4 et R554-1 et suivants du Code de l'Environnement qui sont relatives à la sécurité des travaux souterrains, aériens ou subaquatiques de transport et de distribution.

Le raccordement inter-éoliennes sera également conforme aux dispositions de l'article L323-11 et R323-40 du Code de l'Energie.

#### 4.3.1.2. Réseau inter-éolien de communication

Un réseau de communication est créé dans la même tranchée pour relier les machines entre elles au poste de supervision. Ce réseau de communication en fibre optique est insensible aux perturbations électromagnétiques qui pourraient être induites par la proximité immédiate des câbles de puissance.

### 4.3.2. Poste de livraison et réseau électrique externe

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit acheminée vers le réseau public. Le projet éolien des Berges de Charente prévoit l'installation d'un poste de livraison placé au nord du projet, le long de la RD27, entre les éoliennes reliant E01 et E03.

Élément	Coordonnées Lambert 93	
	X	Y
PDL (centre)	484194,9610	6540566,2100

Le raccordement sera placé sous la maîtrise d'œuvre générale d'ENEDIS. La ligne de raccordement sera réalisée en souterrain (câble enterré de 0,90 à 1,20 mètre de profondeur (hors gel)).

Dans le cadre du parc éolien étudié ici, plusieurs solutions de raccordement sont envisagées sur les postes sources existants de Villegats ou encore de Mansle.

Si la saturation du schéma S3REnR Nouvelle-Aquitaine s'accélère d'ici 2025, le raccordement serait effectué au poste source d'Aigre (Ouest), Ruffecois (Nord) ou Confolentais (Est).

Dans la mesure où la procédure de raccordement ENEDIS n'est lancée qu'après le dépôt du permis de construire du parc éolien, le tracé de la ligne de raccordement n'est à ce jour pas déterminé, même si on peut indiquer que, dans le cas général, celui-ci reste sur le domaine public. Le tracé exact du câblage électrique et l'emplacement du poste de livraison respecteront les dispositions du décret en vigueur. La réalisation du raccordement externe sera également conforme aux dispositions de l'article R323-25 du Code de l'Energie.

À noter qu'une seule liaison électrique relie l'éolienne au réseau public, cette liaison fonctionnant en alimentation du réseau lors du fonctionnement de l'éolienne et en retour depuis le réseau lors des phases d'arrêt.

### 4.3.3. Autres réseaux

Le projet éolien des Berges de Charente 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.



## 5. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

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

### 5.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation. De même, cette activité ne génère pas de déchet, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent potentiellement dangereux pour l'environnement. Les produits identifiés dans le cadre du projet éolien des Berges de Charente 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 modifié relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible ne sera stocké dans les aérogénérateurs ou le poste de livraison.

Les substances ou produits chimiques mis en œuvre dans l'installation sont limités. Les seuls produits présents en phase d'exploitation sont :

- L'huile hydraulique (circuit haute pression) dont la quantité présente est de l'ordre de 260 litres. Le modèle d'huile utilisée est Texaco Rando WM 32 ;
- L'huile de lubrification du multiplicateur (environ 300 à 400 litres). Il s'agit de l'huile Mobil Gear SHCXMP 320 ;
- L'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), qui est utilisée comme liquide de refroidissement, dont le volume total de la boucle est de 120 litres) ;
- Les graisses pour les roulements et systèmes d'entraînements ;
- L'hexafluorure de soufre (SF6), qui est le gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique. La quantité présente varie entre 1.5 kg et 2.15 kg suivant le nombre de caissons composant la cellule.

D'autres produits peuvent être utilisés lors des phases de maintenance (lubrifiants, décapants, produits de nettoyage), mais toujours en faibles quantités (quelques litres au plus).

**L'ensemble de ces substances n'est pas classé comme dangereux** au regard de la nomenclature ICPE. Aucune substance ou produit utilisé ne sont classifiés comme CMR (Cancérogène, Mutagène, Repro-toxique) au sens de l'article R4411-1 et suivants du code du travail.

Des équipements de protection individuels appropriés sont mis à disposition par l'employeur afin de protéger les opérateurs contre les risques chimiques générés par l'utilisation de certains produits.

Les dangers des produits peuvent être :

#### ❖ Inflammabilité et comportement vis à vis de l'incendie

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

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

#### ❖ Toxicité pour l'homme

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

#### ❖ Dangereusité pour l'environnement

Les huiles et graisses ne sont pas considérées comme substance dangereuse au titre de la Directive Européenne 1999/45/CE modifiée et adaptée, relative à la classification des substances dangereuses. Même si elles ne sont pas classées comme dangereuses pour l'environnement, elles peuvent en cas de déversement au sol ou dans les eaux entraîner une pollution du milieu.

La localisation des graisses lubrifiantes et des fluides dans la machine (graisses dans la tour sous la nacelle et fluides dans le système hydraulique situés sous la nacelle) qui représentent un faible volume, est telle qu'un écoulement extérieur venant souiller le sol environnant est impossible.

Par ailleurs, les propriétés physico-chimiques de ces huiles, graisses et fluides font qu'à température ambiante la viscosité est élevée ce qui les rend très épaisses, limitant ainsi les risques d'écoulement dans la machine et le long du mât.

**En conclusion, il ressort que les produits ne présentent pas de réel danger, si ce n'est d'entretenir un incendie, ou de générer un risque de pollution des sols ou des eaux en cas de déversement dans l'environnement.**

Les risques inhérents pour le personnel sont :

- des brûlures chimiques (projections de produits caustiques),
- une intoxication.

Pour se prévenir de ces risques, tous les récipients contenant des matières premières seront étiquetés.

Le personnel intervenant sera sensibilisé aux points suivants :

- les dangers présentés par les produits,
- les opérations de manipulation de produits,
- le comportement à tenir en cas d'incident ou d'accident.





Les fiches de données de sécurité des produits sont portées à la connaissance des personnes les manipulant et toujours disponibles.

## 5.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PHASES DE TRAVAUX

Les phases de travaux engendrent des risques particuliers, liés aux équipements mis en œuvre pour les opérations de montage et de démontage des éoliennes.

### 5.2.1. Montage

Les voies et chemins d'accès permettent une arrivée aisée sur la zone d'installation, de manière à acheminer dans de bonnes conditions l'ensemble des pièces techniques utilisées lors de l'assemblage. Une opération de travaux de voirie sera réalisée sur les voies nécessitant un aménagement.

Elles seront balisées de façon visible et permanente jusqu'à la fin du chantier et seront utilisées ensuite pour les opérations liées à la maintenance et à l'entretien.

Une aire de levage sera également créée afin de permettre le stationnement des grues de levage permettant l'assemblage des différents composants de l'éolienne, ainsi que des engins de chantier. De plus, une zone d'assemblage (supprimée à la fin du chantier) sera également créée.

### 5.2.2. Démontage

La description des phases de démontage n'est pas encore définitive à ce stade du projet. Cependant, différentes options sont d'ores et déjà identifiées et bénéficient d'un retour d'expérience du fait de leur mise en œuvre sur d'autres installations.

Selon l'article L553-3 du Code l'environnement, « *L'exploitant d'une installation produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent ou, en cas de défaillance, la société mère, est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site, dès qu'il est mis fin à l'exploitation, quel que soit le motif de la cessation de l'activité. Dès le début de la production, puis au titre des exercices comptables suivants, l'exploitant ou la société propriétaire constitue les garanties financières nécessaires* ».

Ainsi, en fin de vie, le démantèlement de l'ensemble du parc éolien générera des déchets inertes en majorité recyclables (ferraille, ciment, plastiques ...) et des déchets spéciaux (principalement des huiles), en faible quantité. Les éoliennes seront démantelées, et les fondations détruites conformément aux préconisations de l'article 29 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Conformément à l'article R 515-106 du Code de l'Environnement, « *les déchets de démolition et de démantèlement sont réutilisés, recyclés, valorisés, ou à défaut éliminés dans les filières dûment autorisées à cet effet* ».

### 5.2.3. Synthèse des risques

Le tableau suivant récapitule les risques identifiés comme spécifiques à ces phases de travaux :

Potentiel de dangers	Description des dangers
- Grue	Chute de la grue Chute d'éléments
Équipement / Engins de chantier : - Générateurs électriques - Postes mobiles (ex : soudure)	Accident avec des personnes (écrasement / choc) Électrocution Accident d'origine mécanique lié au chantier

Les phases de montage et de démontage impliquent la mise en œuvre de moyens externes dans des conditions relativement similaires. Elles se distinguent par :

- la construction des fondations et des voies d'accès pour la phase de construction ;
- la possibilité de différentes variantes dans le cadre du démontage des éoliennes.

## 5.3. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

### 5.3.1. Potentiels dangers liés aux déchets

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne génère pas de déchets, ni d'émissions atmosphériques, ni d'effluents. Les produits sortants concernent donc les opérations de maintenance régulières des installations, sous la forme de déchets.

Seuls deux types de déchets seront produits pendant l'exploitation du parc éolien :

- Déchets industriels banals : ces déchets concernent les pièces usagées non souillées, carton usagers d'emballage (quantités < 1100 litres par an), etc.
- Déchets industriels spéciaux : ces déchets concernent les huiles usagées (transmission), graisses, bombes à graisse usagées vides, etc.

Pour chaque catégorie de déchet, les dangers potentiels (explosif, comburant, carburant, extrêmement inflammable...) sont mentionnés sur les fiches de données sécurité qui les concernent en tant que produit.



Les déchets d'exploitation sont :

Déchets de l'exploitation			
Type de déchet	Nature	Quantité estimée	Caractère polluant
Huiles des transformateurs (en l)	Récupération des fuites dans un bac de rétention	Très faible	Fort
Huiles d'éoliennes (en l)	Huile de vidange tous les 3 ans	400 l	Fort
Liquide de refroidissement	Eau glycolée	400 l	Modéré
DEEE	Déchets électroniques et électriques	Selon les pannes	Fort
Pièces métalliques	Métaux	Selon les avaries	Nul
DIB	Ordures ménagères	Très réduit	Nul
Déchets verts	Coupe de haie ou d'arbre	0 mètres linéaires	Nul

Les déchets de démantèlement sont :

Déchets de démantèlement			
Type de déchet	Nature	Quantité estimée	Caractère polluant
Déblais (m³)	Déblais des pistes et plateformes	500 m³/éolienne	Nul
Matériaux composites (t)	Pales et nacelles	30 tonnes par éolienne	Fort
Acier (t)	Tour, nacelle, moyeu et structures des fondations	391 tonnes par éolienne	Modéré
Cuivre (t)	Génératrice	1 tonnes par éolienne	Modéré
Aluminium (t)	Câbles	0,4 par éolienne	Modéré
Huiles (l)	Huiles d'éoliennes et des transformateurs	3100 l par éolienne	Fort
DEEE (t)	Déchets électroniques et électriques	30 tonnes par éolienne	Fort
Béton (t)	Fondations	1300 tonnes par éoliennes	Nul

### 5.3.2. Potentiels de dangers liés aux installations

Les dangers liés au fonctionnement du projet éolien des Berges de Charente sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'énergie mécanique	Survitesse	Échauffement 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	Arcs électriques
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

### 5.3.3. Potentiels de dangers liés aux événements externes

#### 5.3.3.1. Potentiels de dangers liés aux activités humaines

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

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	E1 à 183 m de la VC303 E2 à 134 m de la VC131 E3 à 190 m de la RD27 E4 à 75m de la VC302
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Hors périmètre
Ligne THT	Transport	Rupture de	Arc électrique,	200 m	Hors périmètre





Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
	d'électricité	câble	surtensions		
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Hors périmètre
Autre ICPE	Activités de production diverses	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Hors périmètre

### 5.3.3.2. Potentiels de danger liés aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Intensité
Sismicité	Les terrains étudiés se situent en zone de sismicité modérée. Cette zone correspond à une zone dans laquelle il y a des prescriptions parasismiques particulières pour les ouvrages « à risque normal » de type II, III et IV. Le poste électrique qui sera implanté sur le site et qui assurera l'interface entre le parc éolien et le réseau électrique public, n'entre pas dans la catégorie des bâtiments des centres de production collective d'énergie » ayant une production électrique inférieure au seuil de 40 MW électrique, de catégorie d'importance III au titre de l'article 2 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 15 septembre 2014
Vents et tempête	L'ensemble de la Charente est concerné par le risque tempête. Les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente sont donc potentiellement concernées et le secteur d'étude aussi.
Foudre	Les éoliennes seront équipées notamment d'un système de mise à la terre, respecteront la norme IEC 62305 et seront conçues pour répondre à la classe de protection I de la norme NF EN IEC 61400-24.
Incendie de forêt	Le secteur d'étude se situe dans une zone où le risque d'incendie est très peu probable.
Stabilité	Aucun facteur d'instabilité n'a été clairement identifié sur les terrains du projet. Toutefois le risque de retrait-gonflement des argiles ne peut être totalement écarté sans études complémentaires. On considèrera donc les mouvements de terrain comme source potentielle extérieure de danger et seront retenus dans la suite de l'étude.

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 NF EN 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 scénarios de rupture de pale.

## 5.4. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

### 5.4.1. Gestion de la phase de travaux

#### 5.4.1.1. Communication – sensibilisation du public

L'installation locale du bureau de chantier et des équipements annexes est organisée avant le début des travaux. L'adresse du bureau de chantier, ainsi que les noms des responsables et leurs numéros de téléphone sont communiqués aux représentants agricoles départementaux et aux maires des communes concernées.

#### 5.4.1.2. Gestion du chantier

Les voies d'accès et chemins sont balisés de façon visible et permanente jusqu'à la fin du chantier. Un périmètre est également défini autour du chantier, accompagné d'un panneau avertissant des dangers liés au chantier et restreignant l'accès à la zone de travaux.

### 5.4.2. Réduction des potentiels de dangers internes aux équipements associés au projet :

Les équipements et installations présentes ont été optimisés de façon à réduire au mieux les potentiels de danger dans des conditions technico-économiques acceptables.

#### 5.4.2.1. Pour l'équipement en lui-même :

Les dangers des équipements sont principalement dus au caractère mobile de ceux-ci (pièces en rotation) et à leur situation (à plusieurs dizaines de mètres au-dessus du sol). Ceci peut entraîner des chutes ou projection de pièces au sol.

Un autre danger est lié à la présence d'installations électriques avec des tensions élevées dont le dysfonctionnement peut être à l'origine d'incendies.

Les équipements qui constituent à ce jour l'éolienne sont tous indispensables à son fonctionnement. Il n'est donc pas possible à priori de les substituer.

Depuis les débuts du développement de l'éolien, des évolutions technologiques ont permis de mettre en place des équipements plus performants en termes d'optimisation des rendements et de diminution des risques :

- Remplacement de pales métalliques par des pales en matériaux composites, plus légères et moins sujettes aux phénomènes de fatigue ;
- Dispositif d'orientation des pales permettant de fonctionner par vent faible et de diminuer les contraintes par vent fort ;
- Dispositif aérodynamique d'arrêt en cas de survitesse ;
- Dispositifs de surveillance des dysfonctionnements électriques (détecteur d'arcs notamment).



Ces évolutions se poursuivent toujours afin d'améliorer la sécurité.

Le Maître d'Ouvrage installera des éoliennes de dernière technologie limitant ainsi le risque d'incident.

Il convient également de préciser que les personnes étrangères à l'installation n'ont pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs.

Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.

#### 5.4.2.2. Pour les pales :

Le projet intègre uniquement des éoliennes tripales, permettant ainsi de limiter les vibrations et la fatigue du rotor.

#### 5.4.2.3. Pour l'emplacement des éoliennes :

Afin de minimiser le risque d'effondrement vis-à-vis des usagers de la route, le parc éolien est implanté à plus de 684 m des habitations et au plus de 190 m de la principale voie structurante (RD27) la plus proche.

### 5.4.3. Réduction des risques liés aux produits dangereux

#### 5.4.3.1. Substitution des produits par des produits moins dangereux 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<sup>13</sup> 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, il ne présente pas de danger pour l'homme (inflammable et non toxique). De plus, il est uniquement présent au niveau du poste de livraison. Il n'est donc pas prévu de solution de substitution. Il faut rappeler que ce gaz est contenu dans les cellules d'isolement disposées en pied d'éolienne (cellules étanches) qui sont des matériels du commerce, et ne sont pas fabriqués par les constructeurs NORDEX et SIEMENS.

#### 5.4.3.2. Réduction des quantités de produits dangereux

Pour quelque opération de maintenance que ce soit, l'ensemble des produits entrants sont utilisés durant les maintenances :

- Les excédents sont systématiquement remportés par les équipes en fin de journée (que la maintenance soit terminée ou non) afin d'être stockés dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation ;
- Les pièces défectueuses remplacées sont également remportées par les équipes afin d'être stockées dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation ;
- Les déchets dangereux (chiffons souillés, contenants vides ...) générés lors des maintenances sont systématiquement remportés par les équipes en fin de journée afin d'être stockés dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation.

Par ailleurs, un nettoyage minutieux de la machine est opéré après chaque maintenance afin de s'assurer qu'aucun produit / déchet ne reste dans la machine lors du départ des équipes.

#### Pour les zones de manipulation de produits dangereux :

Afin de limiter la pollution des sols et du sous-sol lors d'un déversement accidentel, la zone de fondation est bétonnée. Une aire étanche d'alimentation en carburant est prévue lors du chantier. Cette aire sera utilisée aussi pour les éventuelles opérations de maintenance du matériel de construction et levage.

De plus, les personnes en charge de la maintenance et de l'entretien possèdent une instruction technique relative aux opérations réalisées.

#### Autres :

Une attention particulière est portée sur la prévention des sources d'inflammation possibles (cigarette, portable...) et les travaux à point chaud font l'objet de mesures spécifiques, « le permis feu », qui est associé à un ensemble de mesure permettant de prévenir le risque d'inflammation (surveillance permanente et extincteur à proximité).

### 5.4.4. Actions préventives concernant les potentiels de dangers extérieurs au site :

#### 5.4.4.1. Pour la foudre :

Il n'est pas possible d'agir pour supprimer ou diminuer le nombre d'impacts de foudre. Donc, une protection contre la foudre est installée sur les éoliennes.

<sup>13</sup> L'hexafluorure de soufre ou SF6 est un gaz inerte utilisé intensivement dans l'industrie électrique pour éviter les courts circuits, les accidents et les incendies. Il s'agit d'un excellent isolant électrique et d'un gaz capable d'éteindre les arcs électriques.





Toutes les éoliennes NORDEX et SIEMENS sont équipées d'un système de protection contre la foudre conforme à la norme NF EN IEC 61400 -24, et conçu pour répondre à la classe de protection I. Compte tenu de leur situation et des matériaux de construction, les pales sont les éléments les plus sensibles à la foudre.

En effet, le point haut de l'éolienne est constitué du sommet de la pale qui culmine au maximum à 164,5 m de hauteur et représente donc un point singulier en cas d'orage.

De plus, les matériaux constituant la pale sont des matériaux synthétiques (résine et fibre de verre), mauvais conducteurs électriques et donc ne facilitant pas l'écoulement des charges en cas de coup de foudre.

Pour la protection parafoudre extérieure, la pointe de la pale est en aluminium moulé, le bord d'attaque et le bord de fuite de la pale du rotor sont équipés de profilés aluminium, reliés 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.

Pour la protection interne de la machine, 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 hautes absorptions. Aussi, la partie télécom est protégée par des parasurtenseurs de lignes et une protection galvanique. Enfin, une liaison de communication télécom 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.

Les protections installées sont considérées comme suffisantes pour qu'une Analyse des Risques Foudre (ARF) ne soit pas à réaliser conformément à l'Arrêté du 15 janvier 2008 et à sa circulaire du 24 avril 2008 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées.

#### 5.4.4.2. Pour le risque de feu de forêt :

Les éoliennes sont dotées de deux extincteurs de CO<sub>2</sub> (un dans la nacelle et un extincteur disponible en pied de tour), requis lors des activités de maintenance ou de service.

Par ailleurs, la mise en place du parc éolien est réalisée en accord avec les services du SDIS. En effet, le parc sera aménagé de sorte à ne pas bloquer l'accès au site.

Afin de limiter la propagation du feu : un rayon de 50 mètres autour des éoliennes sera régulièrement débroussaillé.

Le Centre de Secours le plus proche du secteur d'étude est celui de Mansle situé à environ 5 km au sud-ouest à vol d'oiseau. Les délais d'intervention depuis ce centre sont liés à la nature des moyens mis en œuvre et donc à la nature du sinistre à traiter ou du secours à apporter.

#### 5.4.5. Utilisation des meilleures techniques disponibles

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

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

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

## 6. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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'accidents rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés.

### 6.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente. **Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012).** Ce guide technique a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), de professionnels du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et de France Energie Éolienne (FEE).



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

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

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

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000.

L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012 (voir tableau détaillé en annexe). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

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

L'inventaire des accidents en France a été réalisé à partir de différentes sources : sources officielles, d'articles de presse locale ou de bases de données mises en place par des associations, dont les associations citées font partie. C'est sur la base de cet inventaire que le groupe de travail SER/FER a réalisé une base de données des incidents majeurs et de leur typologie (dont le graphique ci-dessous fait partie).

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

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

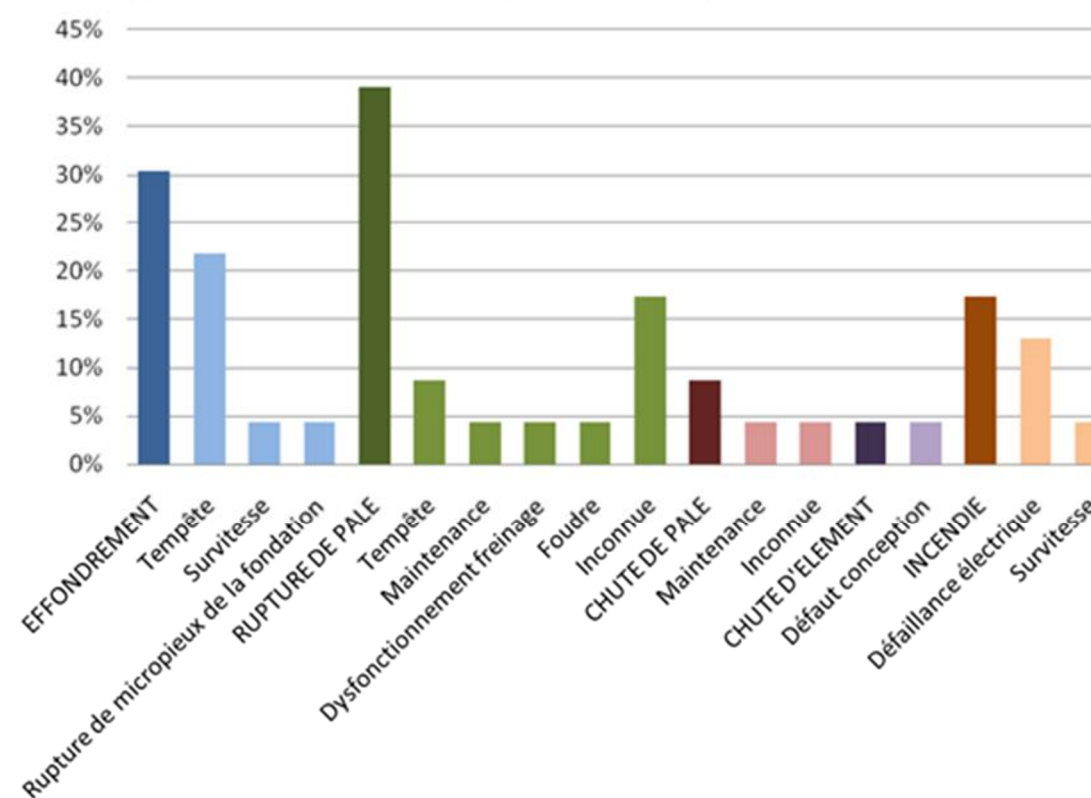


Illustration 7 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011.

Dans ce graphique (réalisé par le groupe de travail SER/FEE, pour les accidents recensés entre 2000 et 2011) 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. **Ils sont représentés 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.**

Tempête apparaît ainsi deux fois car elle peut être à l'origine des effondrements, comme des ruptures de pales.

C'est le groupe de travail SER/FEE qui a structuré et divisé les catégories d'accident de cette façon. Structuration reprise par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF) dans sa base de données.

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. Les principales causes de ces accidents sont les tempêtes.





D'après la base de données ARIA qui recense les incidents ou accidents technologiques en France, 95 nouveaux accidents concernant des parcs éoliens ont été recensés depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2012 jusqu'au 9 février 2022 (cf. II. annexe 2).

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2012 jusqu'au 9 février 2022, 3 accidents technologiques lié à un parc éolien ont été recensés dans le département de la Charente :

- Chute au sol d'une partie d'une pale lors d'un orage le 8 juin 2017 sur la commune d'Aussac-Vadalle ;
- Chute d'une partie d'une pale le 09/12/2019 sur la commune de la Foret-de-Tesse ;
- Rupture d'une pale sur une éolienne le 26/02/2020 sur la commune de Theil-Rabier.

## 6.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

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

La synthèse ci-après (notamment les graphiques) provient de l'analyse de la base de données, fin 2010, 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 ».

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

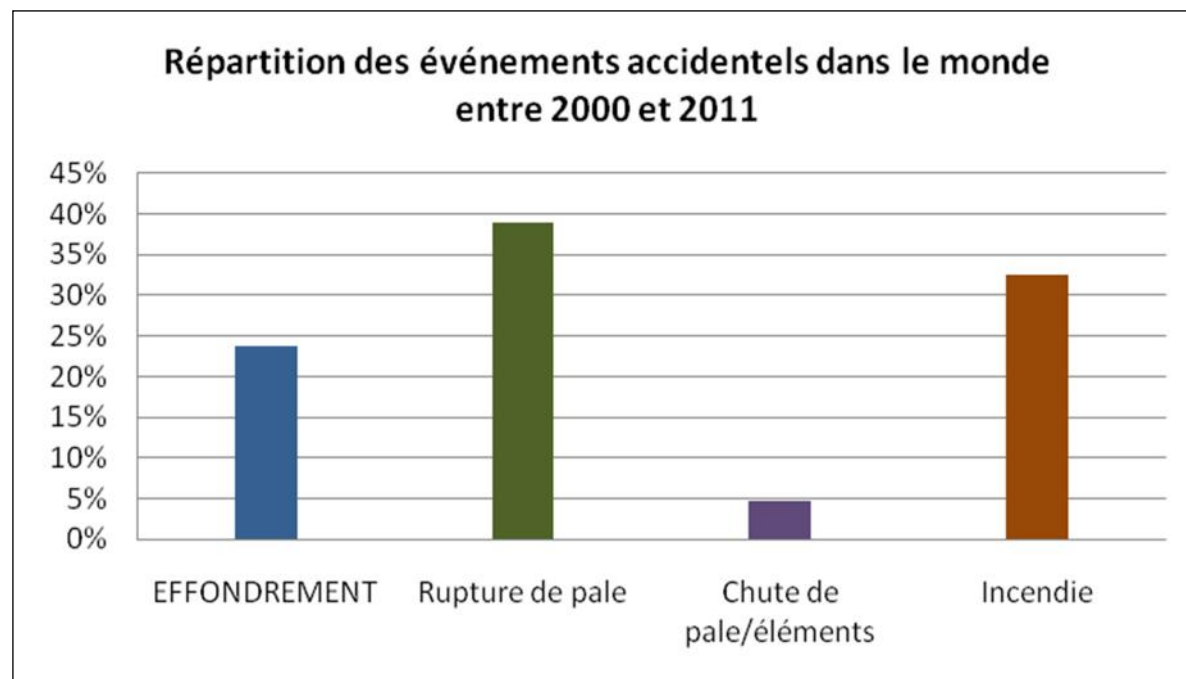


Illustration 8 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

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

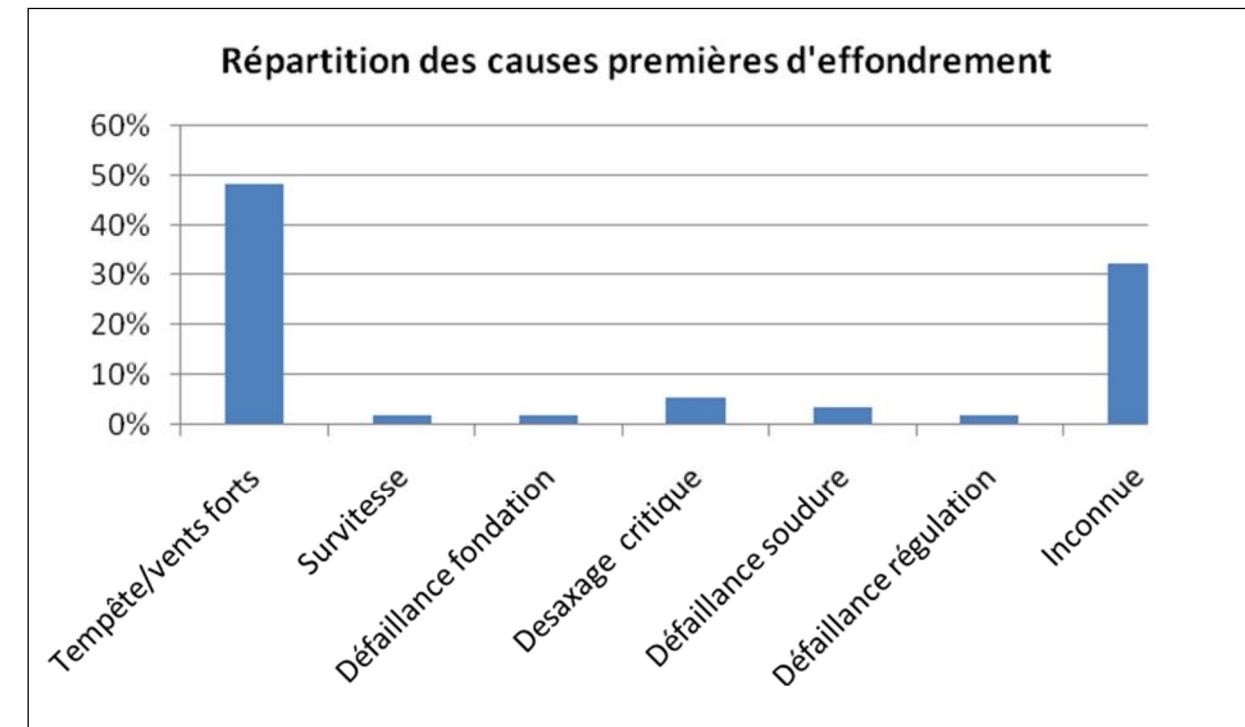


Illustration 9 : Répartition des causes premières d'effondrement

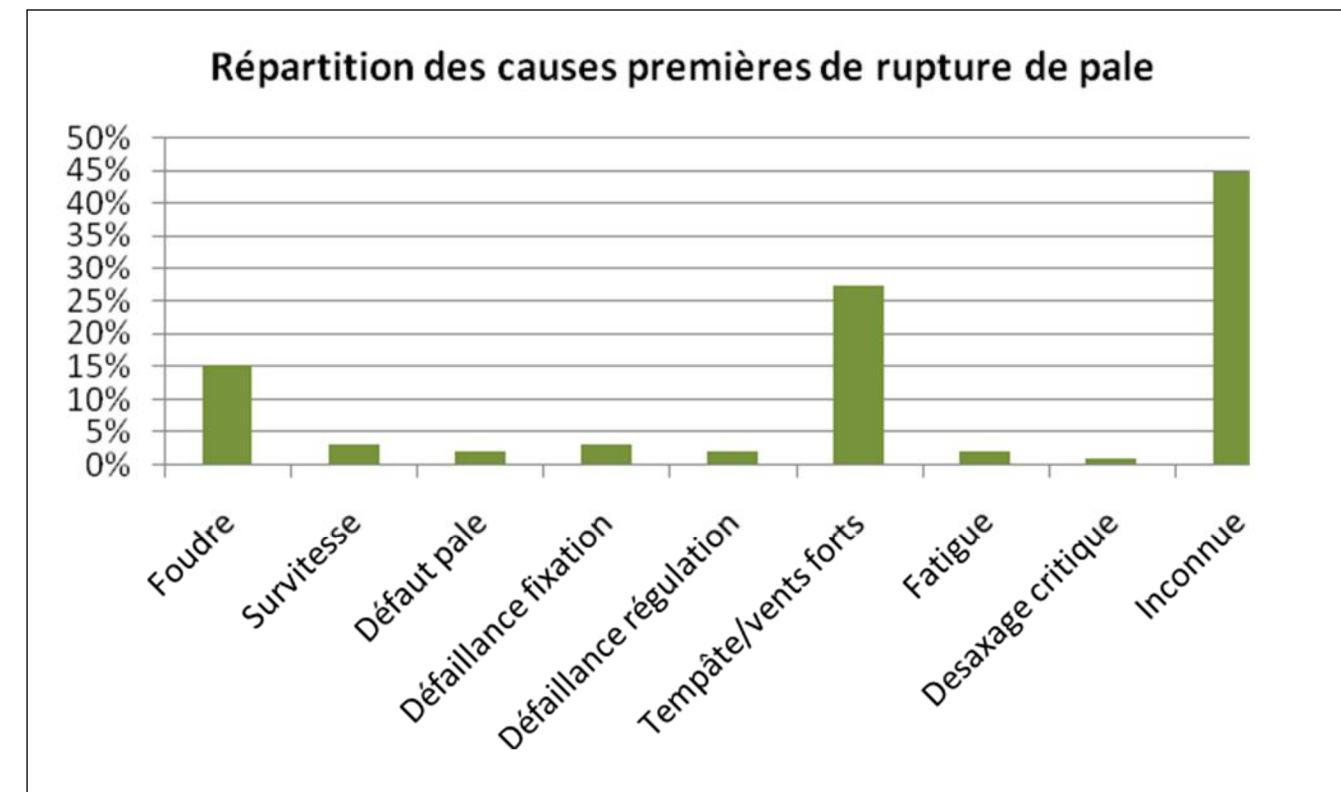


Illustration 10 : répartition des causes premières de rupture de pales

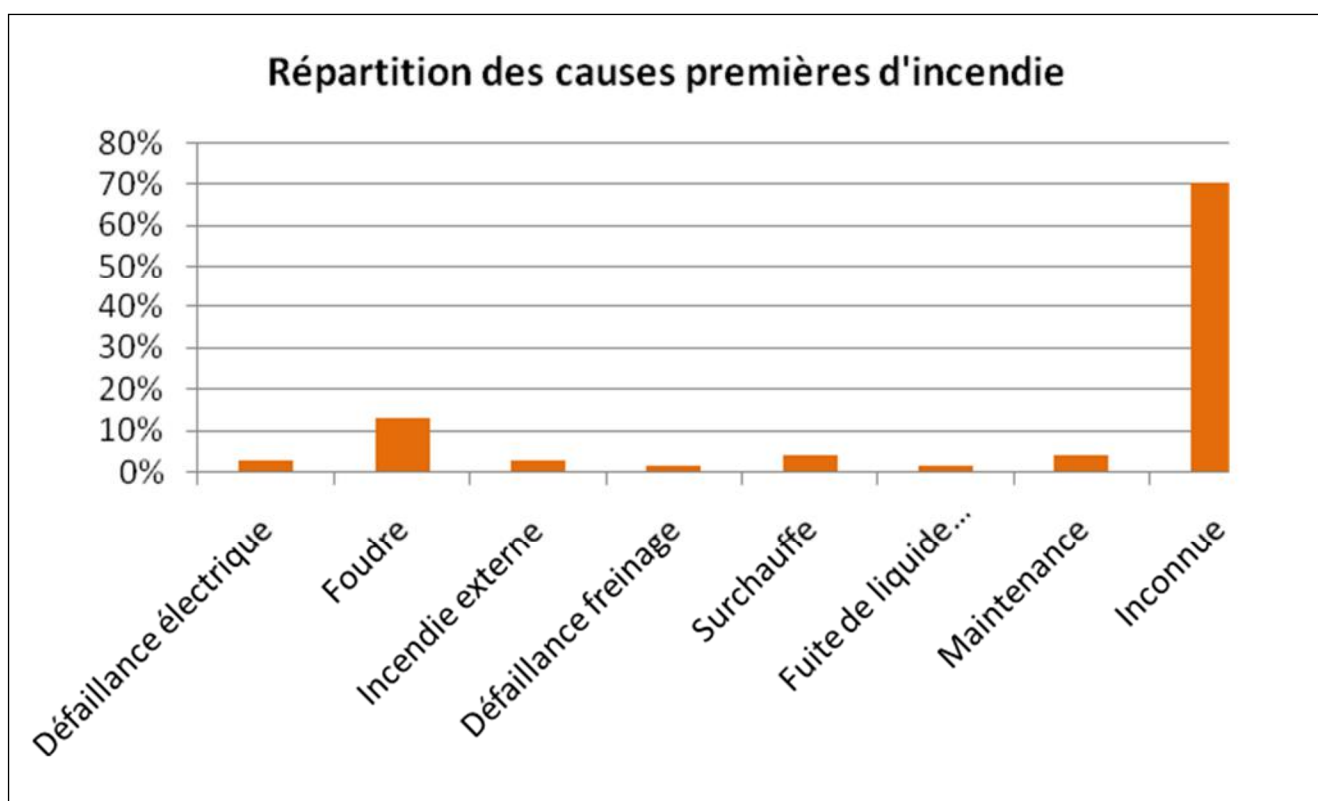


Illustration 11 : Répartition des causes premières d'incendie

Une consultation plus récente de cette base de données précise que sur les 3033 accidents décrits dans la base de données (recensés depuis les années 70 jusqu'au 30 juin 2021) seuls 156 ont été mortels, et 338 ont été à l'origine de blessures. Ce sont 494 accidents qui peuvent être considérés comme des « accidents majeurs ».

Année	Nombre d'accident /an	Nombre d'accidents mortels par /an	Nombres d'accidents à l'origine de blessures /an
Avant 2000	109	24	5
2000-2005	316	16	17
2006	83	5	10
2007	125	7	16
2008	135	11	18
2009	132	8	9
2010	124	8	14
2011	171	15	12
2012	174	17	15
2013	181	5	9
2014	167	3	9
2015	161	8	9
2016	166	6	10
2017	185	9	13
2018	194	3	4

2019	222	5	48
2020	305	6	118
2021*	83*	2	2
TOTAL	3033	156	338

\* Jusqu'au 31 juin 2021

Illustration 12 – Détail des accidents éoliens au niveau mondial (source : caithnesswindfarms.co.uk)

Les autres concernent plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

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.

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

Aucun incident n'est à recenser sur les parcs exploités par IBERDOLA en France.

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

#### 6.4.1. Analyse de l'évolution des accidents en France

À 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.



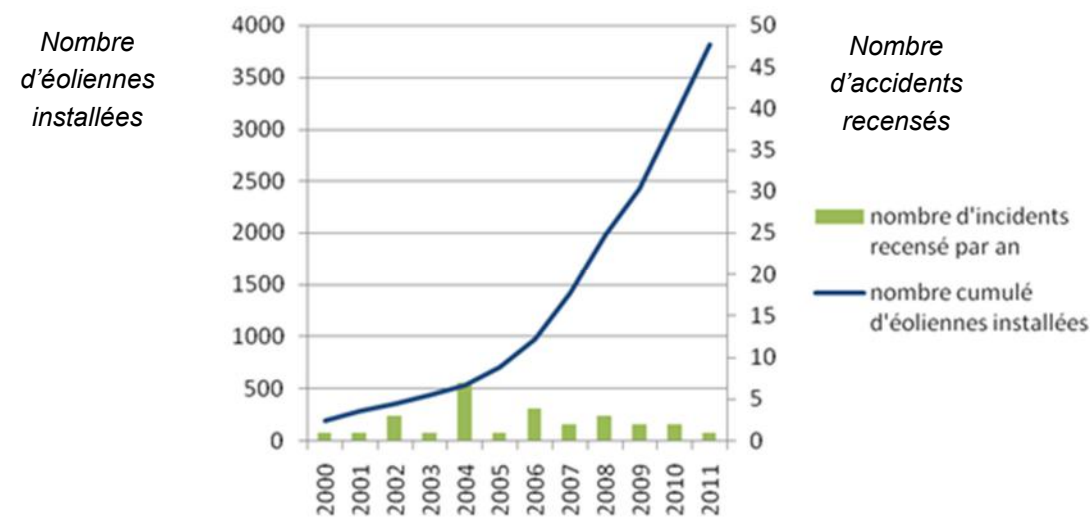


Illustration 13 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'accident reste relativement constant.

#### 6.4.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

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

- effondrements,
- ruptures de pales,
- chutes de pales et d'éléments de l'éolienne,
- incendie.

#### 6.5. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

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

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

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

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

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

## 7. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

### 7.1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basée sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible. Les scénarios d'accident sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

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

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

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



D'autre part, plusieurs autres agressions externes qui ont été détaillées dans l'état initial peuvent être exclues de l'analyse préliminaire des risques car les conséquences propres de ces événements, en termes de gravité et d'intensité, sont largement supérieures aux conséquences potentielles de l'accident qu'ils pourraient entraîner sur les aérogénérateurs.

Le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

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

### 7.3. SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

« 1 » correspond à un phénomène limité ou se cantonnant au surplomb de l'éolienne,

« 2 » correspond à une intensité plus importante et impactant potentiellement des personnes autour de l'éolienne.

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événements redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

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 mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5) Détecter les dysfonctionnements et mettre en sécurité l'éolienne (N°12)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir la survitesse (N°4) Détecter les dysfonctionnements et mettre en sécurité l'éolienne (N°12)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Échauffement 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) Détecter les dysfonctionnements et mettre en sécurité l'éolienne (N°12)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Échauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Détecter les dysfonctionnements et mettre en sécurité l'éolienne (N°12)	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) Détecter les dysfonctionnements	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2





N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
				et mettre en sécurité l'éolienne (N°12)		
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
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Écoulement 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	Écoulement	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) Détecter les dysfonctionnements et mettre en sécurité l'éolienne (N°12)	Impact sur cible	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
P02	Fatigue Corrosion	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) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
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	Projection/chute fragments et chute mât	2



N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
				(construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°11)		
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2
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 scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.

## 7.4. EFFETS DOMINOS

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

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

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise : « [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...] ».

*Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».*

Dans le cadre de la présente étude de dangers, aucune autre installation ICPE (ou non ICPE) n'est située dans un rayon de 500 m. C'est pourquoi, il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

## 7.5. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mises en œuvre sur les éoliennes du projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente. Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

**Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement « d'empêcher, d'éviter, de détecter, de contrôler ou de limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.

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

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

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

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

**Temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité.

**Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.

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

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





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

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

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection par déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. (analyse des paramètres de puissance). Détecteur de givre simple : détecte en temps réel les conditions de température et d'humidité. Dans les conditions pré définies et propices à la formation de givre, le détecteur envoie au SCADA une commande d'arrêt. Pour tout arrêt de ce type, un technicien de maintenance devra venir relancer la machine manuellement après s'être rendu compte de la disparition du givre Il est impossible de redémarrer l'éolienne tant que le système détecte des conditions conduisant à la formation de givre.		
Description	Ce système déduit la formation de glace sur les pales à partir des données de température et de rendement de l'éolienne (l'accumulation de glace alourdit les pales et diminue le rendement de la turbine). Une configuration du système SCADA permet d'alerter les opérateurs par un message type « Ice Climate ». Une mise à l'arrêt est ensuite effectuée de manière automatique ou manuelle, selon le type de contrat. Les procédures de redémarrage sont définies par l'exploitant. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests confiés à un bureau d'études indépendant		
Maintenance	Surveillance via la maintenance prédictive		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Signalisation du risque en pied de machine. Éloignement des zones habitées et fréquentées.		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié)		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des éoliennes et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA.		
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Sondes de température sur pièces mécaniques Suivant les niveaux d'alarme et les capteurs, la machine peut être bridée ou mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement. Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont au-dessous des seuils d'alarme. Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice		
Description	Des sondes de température sont mises en place sur les équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur). Ces sondes ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme émise par le système SCADA au centre de contrôle du constructeur et à une mise à l'arrêt du rotor. Si la température dépasse un seuil haut, l'éolienne ne peut être relancée qu'après intervention d'un technicien en nacelle, qui procédera à une identification des causes et à des opérations techniques le cas échéant. Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont au-dessous des seuils d'alarme.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine < 1 min		
Efficacité	100 %		
Tests	Pas de test. Cependant, si un capteur est défectueux, il est systématiquement remis en cause et changé.		
Maintenance	Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de température de chaque capteur (comparaison avec les données des autres éoliennes du parc). Remplacement de la sonde de température en cas de dysfonctionnement de l'équipement. Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4a
Mesures de sécurité	Détection de vent fort et freinage aérodynamique par le système de contrôle.		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse des seuils de vitesse prédéfinies. Cet arrêt est réalisé par le frein aérodynamique de l'éolienne avec mise en drapeau des pales (le freinage est effectué en tournant ensemble les 3 pales à un angle de 85 à 90°, afin de positionner celles-ci en position où elles offrent peu de prise au vent), indépendamment du système de contrôle commande.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde - Mise en pause de la turbine < 1 min L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.		
Efficacité	100 %		



Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4a
<b>Tests</b>	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 17 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Tests à chaque maintenance préventive. Un test de survitesse est également effectué lors du commissioning de l'installation.		
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4-b
<b>Mesures de sécurité</b>	Détection de survitesse du générateur		
<b>Description</b>	Les vitesses de rotation du générateur et de l'arbre lent sont mesurées et analysées en permanence par le système de contrôle. Cette mesure redondante permet de limiter les défaillances liées à un seul capteur. En cas de discordance des mesures, l'éolienne est mise à l'arrêt. Si la vitesse de rotation est supérieure à la vitesse d'alarme, l'éolienne est considérée comme étant en survitesse et est donc mise à l'arrêt.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine < 1 min L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 17 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Tests à chaque maintenance préventive (tous les ans).		
<b>Maintenance</b>	Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
<b>Mesures de sécurité</b>	Détecteur d'arc avec coupure électrique (salle transformateur et armoires électriques).		
<b>Description</b>	Outre les protections traditionnelles contre les surintensités et les surtensions, les armoires électriques disposées dans les nacelles (qui abritent notamment les divers jeux de barres), sont équipées de détecteurs d'arc. Ce système de capteurs photosensibles a pour objectif de détecter toute formation d'un arc électrique (caractéristique d'un début d'amorçage) qui pourrait conduire à des phénomènes de fusion de conducteurs et de début d'incendie. Le fonctionnement de ce détecteur commande le déclenchement de la cellule HT située en pied de mât, conduisant ainsi à la mise hors tension de la machine. La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d'arc et de l'acquiescement manuel du défaut.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	50 millisecondes  Le couplage du système de détection d'arc électrique avec le système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes par SMS ou par courriel.		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Test des détecteurs d'arc à la mise en service puis tous les 6 mois.		
<b>Maintenance</b>	Les installations électriques font l'objet d'un contrôle avant la mise en service industrielle du parc éolien, puis annuellement conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Ce contrôle donne lieu à un rapport, dit rapport de vérification annuel, réalisé par un organisme agréé. Des vérifications de tous les équipements électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrés dans le manuel de maintenance préventive.		





Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
<b>Mesures de sécurité</b>	Système de protection contre la foudre conçue pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400.		
<b>Description</b>	<p>Compte tenu de leur situation et des matériaux de construction, les pales sont les éléments les plus sensibles à la foudre. Des pastilles métalliques en acier inoxydable permettant de capter les courants de foudre sont disposées à intervalles réguliers sur les deux faces des pales. Elles sont reliées entre elles par une tresse en cuivre, interne à la pale. Le pied de pale est muni d'une plaque métallique en acier inoxydable, sur une partie de son pourtour, raccordée à la tresse de cuivre. Un dispositif métallique flexible (nommé LCTU – Lightning Current Transfer Unit) assure la continuité électrique entre la pale et le châssis métallique de la nacelle (il s'agit d'un système de contact glissant comportant deux points de contact par pale). Ce châssis est relié électriquement à la tour, elle-même reliée au réseau de terre disposé en fond de fouille.</p> <p>En cas de coup de foudre sur une pale, le courant de foudre est ainsi évacué vers la terre via la fondation et des prises profondes.</p> <p>Pour la protection interne de la machine, les composants principaux tels 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 hautes absorptions. Aussi, la partie télécom est protégée par des parasurtenseurs de ligne et une protection galvanique. Enfin, une liaison de communication télécom en fibre optique entre les machines permet une insensibilité à ces surtensions atmosphériques ou du réseau.</p> <p>De même, l'anémomètre est protégé et entouré d'un arceau.</p>		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Immédiat, dispositif passif		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Avant la première mise en route de l'éolienne, une mesure de mise à la terre est effectuée.		
<b>Maintenance</b>	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
<b>Mesures de sécurité</b>	<p>1. Sondes de température sur pièces mécaniques.</p> <p>Suivant les niveaux d'alarme et les capteurs, la machine peut être bridée ou mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement.</p> <p>Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont au-dessous des seuils d'alarme.</p> <p>2. Système de détection incendie relié au système SCADA qui émet une alarme au centre de contrôle du constructeur et prévient par SMS.</p> <p>Le Centre de Secours le plus proche du secteur d'étude est celui de Mansle situé à environ 5 km au sud-ouest à vol d'oiseau. Les délais d'intervention depuis ce centre sont liés à la nature des moyens mis en œuvre et donc à la nature du sinistre à traiter ou du secours à apporter.</p>		
<b>Description</b>	1. Des sondes de température sont mises en place sur les équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes,		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
	<p>enroulements du générateur et du transformateur). Ces sondes ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor.</p> <p>2. Les éoliennes sont équipées par défaut d'un système autonome de détection composé de plusieurs capteurs de fumée et de chaleur disposés aux possibles points d'échauffements tels que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La chambre du transformateur</li> <li>- Le générateur</li> <li>- La cellule haute tension</li> <li>- Le convertisseur</li> <li>- Les armoires électriques principales</li> <li>- Le système de freinage.</li> </ul> <p>En cas de détection, une sirène est déclenchée, l'éolienne est mise à l'arrêt en « emergency stop » et isolement électrique par ouverture de la cellule en pied de mât. De façon concomitante un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance via le système de contrôle commande.</p> <p>Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secours (UPS).</p> <p>Vis-à-vis de la protection incendie, deux extincteurs sont présents dans la nacelle et un extincteur est disponible en pied de tour (utilisables par le personnel sur un départ de feu).</p>		
<b>Indépendance</b>	oui		
<b>Temps de réponse</b>	<p>Temps de détection de l'ordre de la seconde</p> <p>Le couplage des éléments de détection de fumée au système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes par SMS et par courriel, selon les instructions de l'exploitant.</p> <p>L'exploitant sera ainsi en mesure de transmettre l'alerte aux services d'Urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément à l'article 23 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.</p>		
<b>Efficacité</b>	100%		
<b>Tests</b>	Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans.		
<b>Maintenance</b>	<p>Vérification du système de détection incendie au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.</p> <p>Le matériel incendie (extincteurs) est contrôlé périodiquement par un organisme spécialisé.</p> <p>Maintenance prédictive sur les capteurs de température</p>		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
<b>Mesures de sécurité</b>	<p>1. Détecteurs de niveau d'huile et capteurs de pression</p> <p>2. Capteur de niveau du circuit de refroidissement (niveau bas alarmé avec arrêt après temporisation)</p> <p>3. Procédure d'urgence</p> <p>4. Kit antipollution</p> <p>5. Bacs de rétention</p>		
<b>Description</b>	<p>1. Le circuit hydraulique est équipé de capteurs de pression (une mesure de pression dans le bloc hydraulique de chaque pale) permettant de s'assurer de son bon fonctionnement. Toute baisse de pression au-dessous d'un seuil préalablement déterminé, conduit au déclenchement de l'arrêt du rotor (mise en drapeau des pales). Afin de pouvoir assurer la manœuvre des pales en cas de perte du groupe de mise en pression ou en cas de fuite sur le circuit, chaque bloc hydraulique (situé au plus près du vérin de pale) est équipé d'un accumulateur hydropneumatique (pressurisé à l'azote) qui permet la mise en drapeau de la pale.</p> <p>La pression du circuit de lubrification du multiplicateur fait également l'objet d'un contrôle, asservissant le fonctionnement de l'éolienne.</p>		



Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
	<p>Les niveaux d'huile sont surveillés d'une part au niveau du multiplicateur et d'autre part au niveau du groupe hydraulique. L'atteinte du niveau bas sur le multiplicateur ou sur le groupe hydraulique, déclenche une alarme et conduit à la mise à l'arrêt du rotor.</p> <p>2. Le circuit de refroidissement (eau glycolée) est équipé d'un capteur de niveau bas, qui en cas de déclenchement conduit à l'arrêt de l'éolienne.</p> <p>3. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange.</p> <p>Une procédure Vestas en cas de pollution accidentelle du sol est communiquée au personnel intervenant dans les aérogénérateurs.</p> <p>4. En cas de fuite, les véhicules de maintenance sont équipés de kits de dépollution composés de grandes feuilles absorbantes. Ces kits d'intervention d'urgence permettent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de contenir et arrêter la propagation de la pollution ;</li> <li>• d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ;</li> <li>• de récupérer les déchets absorbés.</li> </ul> <p>Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, NORDEX OU SIEMENS se charge de faire intervenir une société spécialisée qui récupérera et traitera la terre souillée via les filières adéquates.</p> <p>5. Des bacs de rétention empêchent l'huile ou la graisse de couler le long du mât et de s'infiltrer dans le sol. Les principaux bacs de rétention sont équipés de capteurs de niveau d'huile afin d'informer les équipes de maintenance via les alertes cas de fuite importante. De plus, la plateforme supérieure de la tour a les bords relevés et a les jointures étanches entre plaques d'acier. Cette plateforme fait office de bac de rétention de secours en cas de fuite importante dans la nacelle.</p>		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine < 1 min		
<b>Efficacité</b>	100%		
<b>Tests</b>	Tests des systèmes hydrauliques à la mise en service, au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les ans suivant les manuels de maintenance. Dépendant du débit de fuite.		
<b>Maintenance</b>	Les vérifications d'absence de fuites sont effectuées à chaque service planifié. Surveillance des niveaux d'huile via des outils d'analyses instantanées ou hebdomadaires. Inspection et maintenance curative en fonction du type de déclenchement d'alarme.		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
<b>Mesures de sécurité</b>	Contrôles réguliers des fondations et des différents assemblages de structure (ex : brides, joints, etc.) Procédures et contrôle qualité Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
<b>Description</b>	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le moyeu, les fondations et la tour répondent aux standards IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400 -1 ; 12 ; 23. De plus, des organismes compétents externes, mandatés par l'exploitant du parc, produisent des rapports attestant de la conformité de nos turbines à la fin de la phase d'installation.		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
	L'article R111-38 du code de la construction et de l'habitation fait référence au contrôle technique de construction. Il est obligatoire, à la charge de l'exploitant et réalisé par des organismes agréés par l'État. Ce contrôle assure la solidité des ouvrages ainsi que la sécurité des biens et des personnes. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	NA		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	NA		
<b>Maintenance</b>	Le plan de maintenance prévoit le contrôle des brides de fixation, des brides de mât, des fixations des pales et le contrôle visuel du mât trois mois puis un an après la mise en service industrielle puis tous les trois ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
<b>Mesures de sécurité</b>	Procédure maintenance		
<b>Description</b>	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel de manière à prévenir les erreurs de maintenance		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	NA		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Traçabilité : rapport de service		
<b>Maintenance</b>	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de la fonction de sécurité	11
<b>Mesures de sécurité</b>	1. Procédure de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées. 2. Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes Vestas		
<b>Description</b>	1. Ce point est détaillé dans le chapitre dédié aux maintenances planifiées. 2. L'intégralité des données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes est suivie et enregistrée dans une base de données unique. Ces données sont traitées par des algorithmes en permanence afin de détecter, au plus tôt, les dégradations des équipements. Lorsqu'elle est nécessaire, une inspection de l'équipement soupçonné de se dégrader est planifiée. Les algorithmes de détection et de génération d'alarmes sont en amélioration continue.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Entre 12 heures et 6 mois selon le type de dégradation		
<b>Efficacité</b>	NA		
<b>Tests</b>	Traçabilité : rapport de service		
<b>Maintenance</b>	NA		





Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	12
<b>Mesures de sécurité</b>	1 - Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents 2 - Mise à l'arrêt sur détection de vent fort et freinage aérodynamique par le système de contrôle		
<b>Description</b>	1. En France, la classification de vents des éoliennes fait référence à la norme « IEC 61400-1 ». Les éoliennes sont dimensionnées pour chacune de ces classes. Il est donc important de faire correspondre la classe du site avec la classe de la turbine  2. Les éoliennes sont mises à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue. Cet arrêt est réalisé par le frein aérodynamique de l'éolienne avec mise en drapeau des pales. Cette mise en drapeau est effectuée par le système d'orientation des pales.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Temps de détection de l'ordre de la seconde. Mise drapeau des pales < 1 min		
<b>Efficacité</b>	100%  NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés. Si le site est trop turbulent ou les machines trop rapprochées entre elles il est possible de mettre en place des arrêts sectoriels pour limiter l'impact de la turbulence sur les machines.		
<b>Tests</b>	Procédure de « Site Verification » (contrôle de l'adéquation par rapport à des mesures de fonctionnement)		
<b>Maintenance</b>	Tous les ans. Les paramètres d'entrée en cas d'arrêt sectoriel sont régulièrement mis à jour et contrôlés lors des modifications de matériels et de logiciels. Sinon aucune autre maintenance spécifique n'est identifiée notamment sur le « storm control » un module intrinsèque à la machine. Ce système est directement lié aux courbes opérationnelles des machines. En cas de défaut sur cette courbe la machine se met à l'arrêt.		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques liés aux opérations de chantier	N° de la fonction de sécurité	13
<b>Mesures de sécurité</b>	Mise en place d'une procédure de sécurité / rédaction d'un plan de prévention / Plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) Mise en place d'une restriction d'accès au chantier		
<b>Description</b>	-		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	NA		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	-		
<b>Maintenance</b>	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques	N° de la fonction de sécurité	14
<b>Mesures de sécurité</b>	NA : projet situé hors zone tropicale		

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

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



## 7.6. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

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

## 8. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

**NB : 2 modèles d'éoliennes sont ici envisagés : la Siemens Gamesa (SG 132) de puissance 3,4 MW et la Nordex (N131) de puissance 3,6 MW, dont les caractéristiques sont rappelées dans le tableau ci-dessous.**

Type	Hauteur totale	Diamètre de rotor (D)	Hauteur de moyeu (Hmoy)	Longueur pale (R)	Largeur base du mat (L)	Largeur à la base de la pale (LB)
NORDEX	164,5	131	99	65,5	4,3	4,5
SG	163	132	97	66	4,4	4,5

**Dans le cadre d'une approche qui se veut être majorante, le modèle d'éolienne pris pour chaque risque étudié sera à chaque fois le modèle le plus « défavorable » des deux (celui présentant la zone d'effet et/ou d'impact la plus importante).**

### 8.1. RAPPEL DES DEFINITIONS

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

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

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

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

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

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





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

### 8.1.1. Cinétique

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

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ».

Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide. Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une cinétique rapide. Ce paramètre ne sera donc pas détaillé à nouveau dans chacun des phénomènes redoutés étudiés par la suite.

### 8.1.2. Intensité

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 8.1.3. Gravité

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

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

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode décrite sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers et présentée en en annexe 1.



### 8.1.4. Probabilité

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 8.2. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

### 8.2.1. Effondrement de l'éolienne

#### 8.2.1.1. Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 165 m (en prenant l'éolienne la plus impactante pour le risque d'effondrement de l'éolienne soit la Nordex (N131) avec un rotor de 131 m de diamètre, une hauteur de mât au moyeu de 99 m et une hauteur totale en bout de pale à 164,5 m, arrondie à 165 m).

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (références [5] et [6]<sup>14</sup>). Les risques d'atteinte d'une personne ou d'un bien en dehors de cette zone d'effet sont négligeables et ils n'ont jamais été relevés dans l'accidentologie ou la littérature spécialisée.

#### 8.2.1.2. Intensité

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

<sup>14</sup> [5] Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005

[6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenkeringenieurgesellschaft, 2004





Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente. R est la longueur de pale (R= 65,5 m), H la hauteur du mât au moyeu (H= 99 m), LB la base de largeur de la pale (LB=4,5m), L la largeur du mât (base du mât L= 4,3 m), et D le diamètre du rotor (D = 131 m).

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale = 165 m)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$(H \times L) + (3 \times R \times LB / 2)$ = $(99 \times 4,3) + (3 \times 65,5 \times 4,5 / 2)$ = 868 m <sup>2</sup>	$\pi \times (H+R)^2$ = $\pi \times (99+65,5)^2$ = 84969,1 m <sup>2</sup> = 8,5 ha	(Zone d'impact / zone d'effet) x 100 = $(868 / 84969,1) \times 100$ = 1,02 %	Exposition forte comprise entre 1 % et 5 %

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

### 8.2.1.3. Gravité

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

- Pour une exposition forte :
  - Plus de 100 personnes exposées → « Désastreux »
  - Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique »
  - Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important »
  - Au plus 1 personne exposée → « Sérieux »
  - Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré »

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

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale = 165 m)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Éolienne E01	< 1 personne exposée (0,20)	Sérieuse
Éolienne E02	< 1 personne exposée (0,23)	Sérieuse
Éolienne E03	< 1 personne exposée (0,08)	Sérieuse
Éolienne E04	< 1 personne exposée (0,22)	Sérieuse

Le calcul des personnes exposées dans un rayon de 165 m est basé sur les éléments suivants :

Éolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (ha)	Voiries (m)	
E01	8,50 ha	Routes locales : 280	0,20
E02	8,50 ha	Routes locales : 360 m	0,23
E03	8,50 ha	Routes locales : sans objet	0,08
E04	8,50 ha	Routes locales : 335 m	0,22

Tableau 10 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne

#### NB sur les voies de circulation et les chemins :

Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes qui ne sont pas déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installations (en tant qu'habitation, commerce, etc.) situées dans la même zone d'effets, les temps de séjours en zone exposée étant généralement très supérieurs aux temps de trajets.

Les routes locales du secteur ne sont pas susceptibles de connaître des embouteillages fréquemment pour d'autres causes qu'un accident de la route ou qu'un événement exceptionnel du même type. Il sera donc compté 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Concernant les chemins de randonnée, on comptera 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne ((en ne comptant pas plus de 100 promeneurs /jour sur ces chemins). Dans la présente zone d'étude de 165 m autour des éoliennes, il n'y a aucun chemin de randonnées ou de cyclotourisme.

Il s'agit de terrains non aménagés et très peu fréquentés : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude a été calculé de la manière suivante (le calcul pour 1 éolienne est donné en exemple) :

- Éolienne E01
  - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,08 pers [zone d'effet = 8,50 ha) et donc moins d'1 personne exposée ;
  - La zone d'étude,  $S = \pi \times (H+R)^2$ , H = 99 m ; R = 65,5 m, est traversée par un linéaire de 280 m de voirie secondaires (compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour, en ne comptant pas plus de 100 véhicules/j). Cela fait donc environ  $0,4 \times 0,28 = 0,112$  personnes ;
  - Soit au total  $0,08 + 0,112 = 0,2$  personnes (moins de 1 personne exposée).



#### 8.2.1.4. Probabilité

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

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

Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » selon l'arrêté du 29 septembre 2005.

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience<sup>15</sup>, soit une probabilité de  $4,47 \times 10^{-4}$  par éolienne et par an.

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

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

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

Ces mesures de sécurité sont notamment :

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

On note d'ailleurs, dans le retour d'expérience français, qu'aucun effondrement n'a eu lieu sur les éoliennes mises en service après 2005.

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité d'effondrement.

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

#### 8.2.1.5. Acceptabilité

Dans le cas d'implantation d'éoliennes équipées des technologies récentes, compte tenu de la classe de probabilité d'un effondrement (D), le risque d'effondrement pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'une gravité « modérée » qui correspond pour cet événement à un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 1.

Le tableau suivant rappelle, pour les aérogénérateurs du projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale = 165 m)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
Éolienne E01	Sérieuse	Acceptable
Éolienne E02	Sérieuse	Acceptable
Éolienne E03	Sérieuse	Acceptable
Éolienne E04	Sérieuse	Acceptable

**Ainsi, pour le projet éolien des Berges de Charente le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque très faible acceptable pour les personnes.**

### 8.2.2. Chute d'éléments de l'éolienne

#### 8.2.2.1. Zone d'effet

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

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor (en prenant l'éolienne la plus impactante pour le risque chute d'éléments de l'éolienne soit la Siemens Gamesa (SG 132) avec un diamètre de rotor de 132 mètres et 66 mètres de rayon).

#### 8.2.2.2. Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du projet éolien des Berges de Charente : d est le degré d'exposition, Z<sub>i</sub> la zone d'impact,

<sup>15</sup> Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.





$Z_E$  la zone d'effet, R la longueur de pale (R=66m), LB la largeur de la base de la pale (LB=4,5 m) et D le diamètre du rotor (D=132 m).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 (66 m) = zone de survol)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2$ = 66 x 4,5/2 = 148,5 m <sup>2</sup>	$Z_E = \pi \times D^2/4$ = $\pi \times 132^2/4$ = 13678 m <sup>2</sup>	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$ = (148,5 / 13678) x 100 = 1,09 %	Exposition forte Entre 1 et 5 %

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

### 8.2.2.3. Gravité

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

- Plus de 100 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important » ;
- Au plus 1 personne exposée → « Sérieux » ;
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré ».

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 (66 m) = zone de survol)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes les éoliennes	< 1 personne exposée (0,0137)	Sérieuse

Le nombre de personnes permanentes dans un rayon de 66 m autour de chaque éolienne a été calculé de la manière suivante :

Éolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (ha)	Voiries (m)	
E01	1,37	/	0,0137
E02	1,37	/	0,0137
E03	1,37	/	0,0137
E04	1,37	/	0,0137

Tableau 11 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne

Note sur les calculs :

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Dans le cadre d'une approche qui se veut être majorante, la présente étude de danger prend en compte les voiries secondaires, pour lesquels il sera compté 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (en ne comptant pas plus de 100 véhicules/jour sur ces voies et chemins). Dans le cas du calcul pour la chute d'éléments de l'éolienne, aucune voirie n'est concernée.

Concernant les chemins de randonnée, on comptera 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne ((en ne comptant pas plus de 100 promeneurs /jour sur ces chemins). Dans la présente zone d'étude de 66 m autour des éoliennes, il n'y a aucun chemin de randonnées ou de cyclotourisme.

Il s'agit de terrains non aménagés et très peu fréquentés : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude a été calculé de la manière suivante :

- Éolienne E01 (prise pour exemple) :
  - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,0137 pers [zone d'effet = 1,37 ha) et donc moins d'une personne exposée.

### 8.2.2.4. Probabilité

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

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4.47 x 10<sup>-4</sup> événement par éolienne et par an).

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

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

### 8.2.2.5. Acceptabilité

Avec une classe de probabilité « C », le risque de chute d'éléments pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'une gravité « sérieuse » qui correspond pour cet événement à un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) au plus égale à 1 dans la zone d'effet.



Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 (66 m) = zone de survol)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
Toutes les éoliennes	Sérieuse	Acceptable

**Ainsi, pour le projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, le phénomène de chute d'éléments d'éolienne constitue un risque faible acceptable pour les personnes.**

### 8.2.3. Chute de glace

#### 8.2.3.1. Considérations générales

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

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

Lors des périodes de dégel qui suivent les périodes de grand froid, des chutes de glace peuvent se produire depuis la structure de l'éolienne (nacelle, pales). Normalement, le givre qui se forme en fine pellicule sur les pales de l'éolienne fond avec le soleil.

En cas de vents forts, des morceaux de glace peuvent se détacher. Ils se désagrègent généralement avant d'arriver au sol. Ce type de chute de glace est similaire à ce qu'on observe sur d'autres bâtiments et infrastructures.

#### 8.2.3.2. Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, la zone d'effet a donc un rayon de 66 mètres en prenant l'éolienne la plus impactante pour le risque de chute de glace soit la Siemens Gamesa (SG 132). Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

#### 8.2.3.3. Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente.  $Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  est la zone d'effet,  $R$  est la longueur de pale ( $R=66$  m),  $SG$  est la surface du morceau de glace majorant ( $SG= 1$  m<sup>2</sup>). Dans le tableau ci-dessous, le degré d'exposition est calculé pour un morceau de glace d'une surface de 1 m<sup>2</sup> (de façon à majorer la zone d'impact et donc le degré d'exposition).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à ½ diamètre de rotor = zone de survol = 66 m)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$ 1 m <sup>2</sup>	$Z_E = \pi \times R^2$ $= \pi \times 66^2$ $= 13678$ m <sup>2</sup>	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$ $= 0,01\%$ ( $< 1\%$ )	Exposition modérée

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

#### 8.2.3.4. Gravité

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

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

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à ½ diamètre de rotor = zone de survol = 66 m)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes les éoliennes	< 1 personne exposée (0,0137)	Modérée

Tableau 12 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne

Éolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (ha)	Voiries (m)	
E01	1,37	/	0,0137
E02	1,37	/	0,0137
E03	1,37	/	0,0137
E04	1,37	/	0,0137





**Note sur les calculs :**

Les calculs sont exactement les mêmes que ceux pour le scénario décrit précédemment « chute d'éléments de l'éolienne ».

**8.2.3.5. Probabilité**

De façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A », c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10<sup>-2</sup>.

**8.2.3.6. Acceptabilité**

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

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 66 m = zone de survol)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
Toutes les éoliennes	Modérée	Acceptable

**Ainsi, pour le projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque faible acceptable pour les personnes.**

**8.2.4. Projection de pales ou de fragments de pales**

**8.2.4.1. Zone d'effet**

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

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne [3]. Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études [5] et [6].

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

**8.2.4.2. Intensité**

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (R = 500 m). Le tableau ci-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente. d est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale (R= 66) et LB la largeur de la base de la pale (LB= 4,5 m). Nous prendrons ici comme exemple l'éolienne Siemens Gamesa (SG 132) car c'est celle présentant la zone d'impact la plus grande.

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z <sub>I</sub> =R x LB/2 = 66 x 4,5/2 = 148,5 m <sup>2</sup>	Z <sub>E</sub> = π x R <sup>2</sup> = π x 500 <sup>2</sup> = 785 000 m <sup>2</sup>	d =(Z <sub>I</sub> /Z <sub>E</sub> ) x 100 = (148,5 / 785 000) x 100 = 0,02 %	Exposition modérée (< 1 %)

**8.2.4.3. Gravité**

En fonction de cette intensité (exposition modérée), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

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

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

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes les éoliennes	Moins de 10 personnes exposées	Sérieuse



Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude d'un rayon de 500 m a été calculé sur la base des éléments suivants :

Éolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Voiries (m)	
E01	78,50 ha	RD 27 : 745 m Routes locales : 1180 m	5,73
E02	78,50 ha	Routes locales : 2655 m	1,85
E03	78,50 ha	RD 27 : 965 m Routes locales : 1520 m	7,18
E04	78,50 ha	Routes locales : 2340 m	1,72

Tableau 13 : Tableau du nombre de personnes exposées par secteur par éolienne

Note sur les calculs :

Sur le site du conseil départemental de la Charente, il existe un comptage routier sur la route départementale RD27 au niveau de la zone d'étude de 500 m où il est mentionné une fourchette de 501 à 1500 véhicules par jour. Nous prendrons en compte la situation majorante dans ce secteur soit 1500 véhicules / jour.

Les routes locales du secteur ne sont pas susceptibles de connaître des embouteillages fréquemment pour d'autres causes qu'un accident de la route ou qu'un événement exceptionnel du même type. Il sera donc compté 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Concernant les chemins de randonnée, on comptera 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne (en ne comptant pas plus de 100 promeneurs /jour sur ces chemins). Dans la présente zone d'étude de 500 m autour des éoliennes, il n'y a pas de chemins de randonnées ou de cyclotourisme.

Il s'agit de terrains non aménagés et très peu fréquentés : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Le détail des calculs est ici donné pour 1 éolienne, prise à titre d'exemple.

- Éolienne E01 :
  - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,785 pers [zone d'effet = 78,5 ha) et donc moins de 1 personne exposée ;
  - La zone d'étude  $S = \pi \times R^2$  ( $R = 500$  m) est traversée par un linéaire de 745 m de route départementale principale (RD127), pour laquelle on compte 1500 véhicules/jour). En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour, cela fait donc :  $0,4 \times 0,745 \times 1500 / 100 = 4,47$  personnes ;
  - La zone d'étude  $S = \pi \times R^2$  ( $R = 500$  m) est traversée par un linéaire de 1180 m de voie secondaire. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (en ne comptant pas plus de 100 véh/jour sur ces voies), cela fait donc :  $0,4 \times 1,180 = 0,472$  personne ;

- Soit au total  $0,785 + 4,47 + 0,472 = 5,727$  personnes (moins de 10 personnes exposées).

#### 8.2.4.4. Probabilité

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

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

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

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

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

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

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur.

Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place notamment :

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

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité de projection.

**Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D » : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctrices réduisant significativement la probabilité ».**





### 8.2.4.5. Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de « D », le risque de projection de tout ou partie de pale pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'une gravité « sérieuse » qui correspond pour cet événement à un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 10 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
Toutes les éoliennes	Sérieuse	Acceptable

**Ainsi, pour le projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque très faible acceptable pour les personnes.**

## 8.2.5. Projection de glace

### 8.2.5.1. Zone d'effet

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

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

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

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

### 8.2.5.2. Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m<sup>2</sup>) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du projet éolien des Berges de Charente : d est le degré d'exposition, Z<sub>i</sub> la zone d'impact, Z<sub>E</sub> la zone d'effet, R la longueur de pale (R = 65,5 m), H la hauteur au moyeu (H= 99 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace en prenant l'éolienne la plus impactante pour le risque de projection de glace soit la Nordex (N131).

Projection de morceaux de glace : rayon de R <sub>PG</sub> = 1,5 x (H+2R) = 345 m autour de l'éolienne			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z <sub>i</sub> = SG = 1 m <sup>2</sup>	ZE = π x (1,5*(H+2R)) <sup>2</sup> = π x (1,5 x (99+131)) <sup>2</sup> = 373739 m <sup>2</sup> soit 37,37 ha	d=(Z <sub>i</sub> /Z <sub>E</sub> ) x100 = (1 / 373739) x100 = 0,0003(< 1 %)	Exposition modérée

### 8.2.5.3. Gravité

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

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

Il a été observé dans la littérature disponible [17] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de R <sub>PG</sub> = 1,5 x (H+2R) = 345 m autour de l'éolienne)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Éolienne E01 et E03	<10 personnes exposées (2,29 et 4,29)	Sérieuse
Éolienne E02 et E04	<1 personne exposées (0,87 et 0,75)	Modérée

Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude d'un rayon = 1,5 x (H+2R) = 345 m autour de chaque éolienne a été calculé de la manière suivante :

Éolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Voiries (m)	
E01	37,37 ha	RD 27 : 285 m Routes locales : 505 m	2,29
E02	37,37 ha	Routes locales : 1240 m	0,87
E03	37,37 ha	RD 27 : 610 m Routes locales : 630 m	4,29

Éolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Voiries (m)	
E04	37,37 ha	Routes locales : 935 m	0,75

Note sur les calculs :

Sur le site du conseil départemental de la Charente, Il existe un comptage routier sur la route départementale RD27 au niveau de la zone d'étude de 500m où il est mentionné une fourchette de 501 à 1500 véhicules par jour. Nous prendrons en compte la situation majorante dans ce secteur soit 1500 véhicules / jour.

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Dans le cadre d'une approche qui se veut être majorante, la présente étude de danger prend en compte les voiries locales, pour lesquels il sera compté 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (en ne comptant pas plus de 100 véhicules/jour sur ces voies).

Concernant les chemins de randonnée, on comptera 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne ((en ne comptant pas plus de 100 promeneurs /jour sur ces chemins). Dans la présente zone d'effet, il n'y a aucun chemin de randonnées ou de cyclotourisme.

Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Le détail des calculs est ici donné pour 1 éolienne, prise à titre d'exemple.

- Éolienne E01
  - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,374 pers [zone d'effet = 37,37 ha) et donc moins de 1 personne exposée.
  - La zone d'étude  $S = \pi \times R^2$  (R = 345 m) est traversée par un linéaire de 285 m de route départementale principale (RD27, pour laquelle on compte 1500 véhicules/jour). En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour, cela fait donc :  $0,4 \times 0,285 \times (1500/100) = 1,71$  personnes ;
  - La zone d'étude  $S = \pi \times R^2$  (R = 345 m) est traversée par un linéaire de 505 m de route secondaire. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (en ne comptant pas plus de 100 véh/jour sur ces voies), cela fait donc :  $0,4 \times 0,505 = 0,202$  personne ;
  - **Soit au total 0,374 + 1,71 + 0,202 = 2,29 personnes (moins de 10 personnes exposées).**

**8.2.5.4. Probabilité**

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

- Les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 modifié ;

- Le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace.

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

**8.2.5.5. Acceptabilité**

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

Il est aussi évalué comme acceptable dans le cas d'une gravité « modérée » qui correspond pour cet événement à un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 1 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de morceaux de glace : rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+D) = 345$ m autour de l'éolienne		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
Éolienne E01 et E03	Sérieuse	Acceptable
Éolienne E02 et E04	Modérée	Acceptable

**Ainsi, pour le projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, le phénomène de projection de glace constitue un risque faible à très faible acceptable pour les personnes.**

**8.3. SYNTHÈSE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES**

**8.3.1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés**

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

Il est important de noter que l'agrégation des éoliennes au sein d'un même profil de risque ne débouche pas sur une agrégation de leur niveau de probabilité ni du nombre de personnes exposées car les zones d'effet sont différentes.

SYNTHÈSE DES SCENARIOS ETUDIÉS					
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale soit 8,55 ha	Rapide	Exposition forte	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieuse





SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES					
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol des pâles soit 1,37 ha	Rapide	Exposition forte	C	Sérieuse
Chute de glace	Zone de survol des pâles soit 1,37 ha	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée
Projection de pales	500 m autour de l'éolienne : 78,5 ha	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieuse
Projection de glace	R=1,5*(H+D) soit 37,37 ha	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieuse pour les éoliennes E01 et E03
					Modérée pour les éoliennes E02 et E04

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

Signification des abréviations :

- E = effondrement de l'éolienne
- CE = chute d'élément
- PP = projection de pales ou de fragments de pales
- CG = chute de glace
- PG = projection de glace

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée qu'aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice. Les différents scénarios étudiés représentent un risque très faible à faible et acceptable.

**Pour conclure, sachant que le risque associé à chaque événement redouté central étudié est acceptable, le risque généré par le projet éolien des Berges de Charente est acceptable.**

### 8.3.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

#### Matrice de criticité du projet éolien des Berges de Charente :

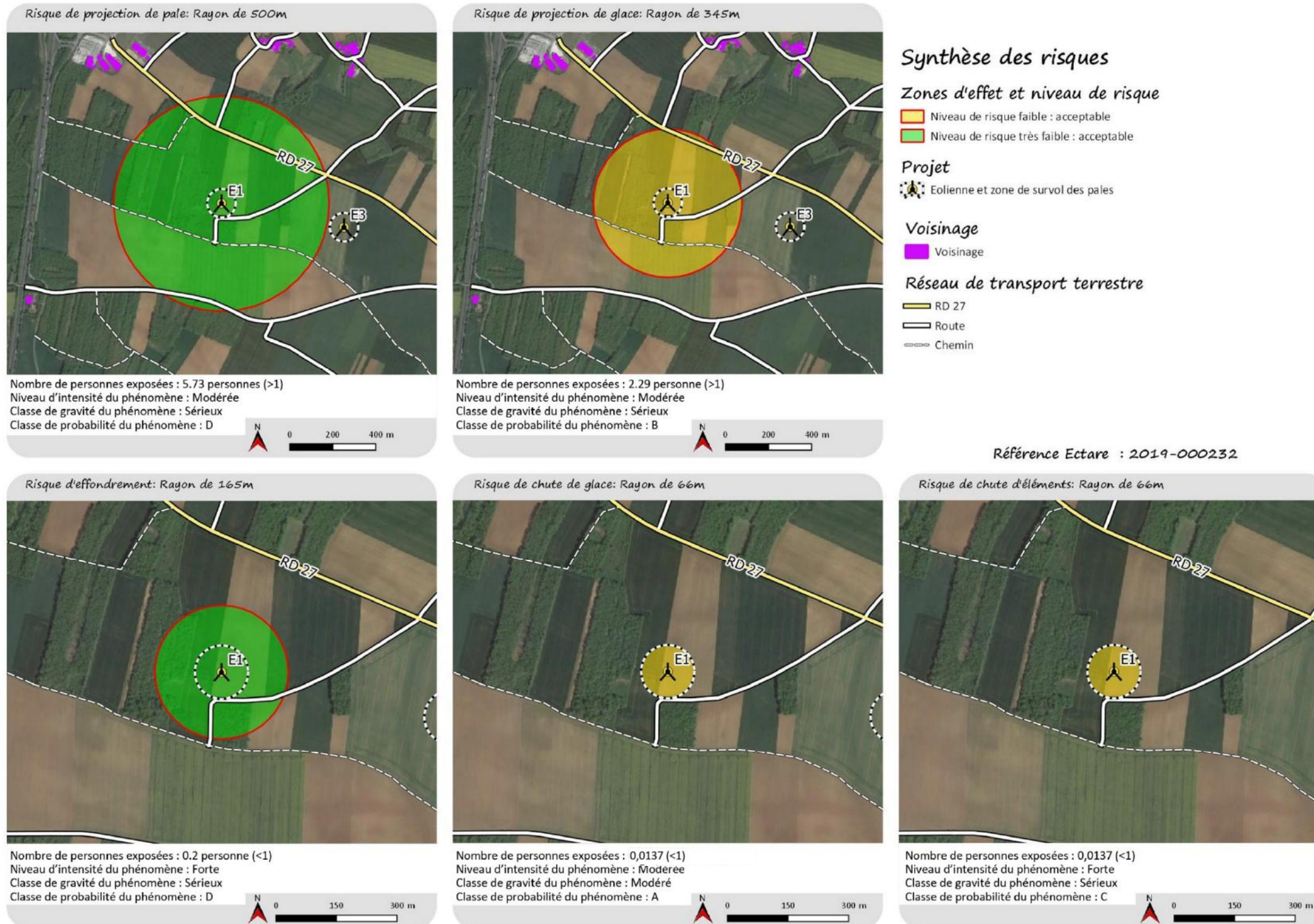
GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		PP (pour toutes les éoliennes) E (pour toutes les éoliennes)	CE (pour toutes les éoliennes)	PG (E01 et E03)	
Modéré				PG (E02 et E04)	CG (pour toutes les éoliennes)

Légende de la matrice :



### 8.3.3. Cartographie des risques

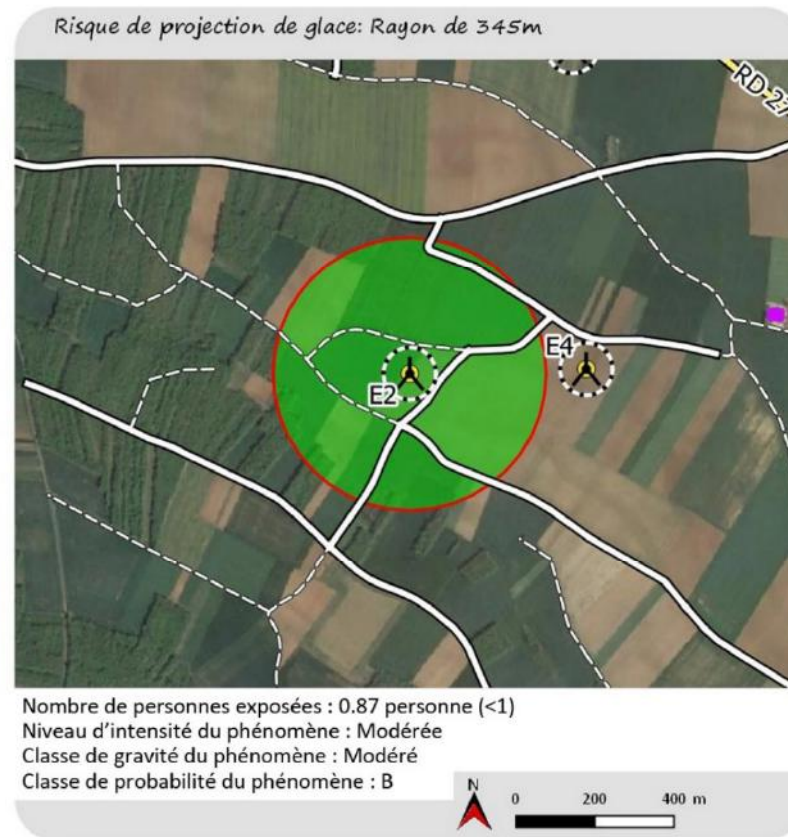
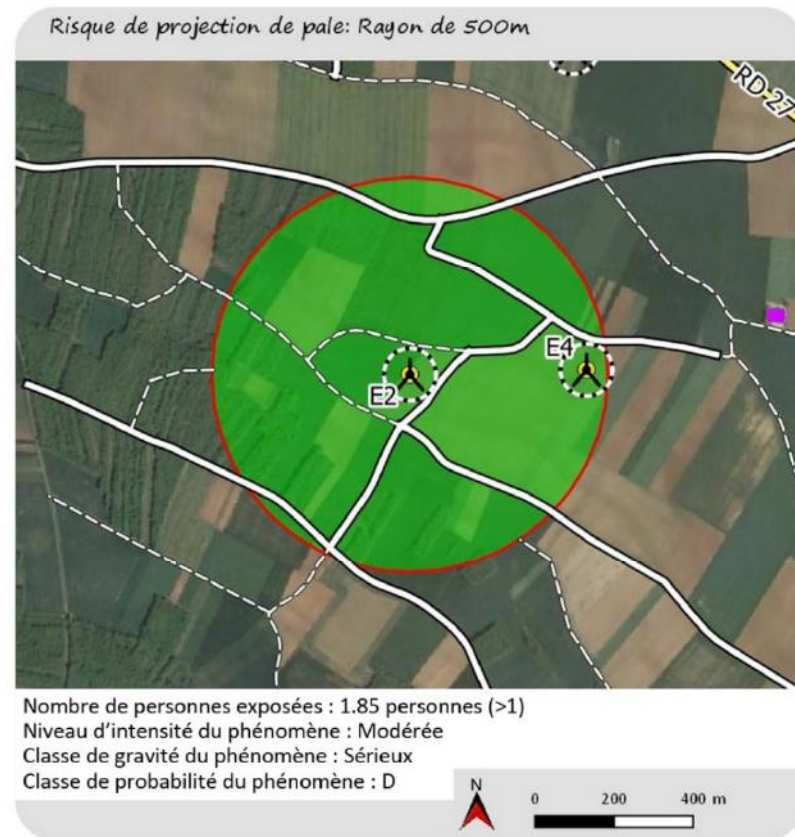
Carte 12 : cartographie des risques pour E01







Carte 13 : cartographie des risques pour E02



### Synthèse des risques

#### Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : acceptable
- Niveau de risque très faible : acceptable

#### Projet

- Eolienne et zone de survol des pales

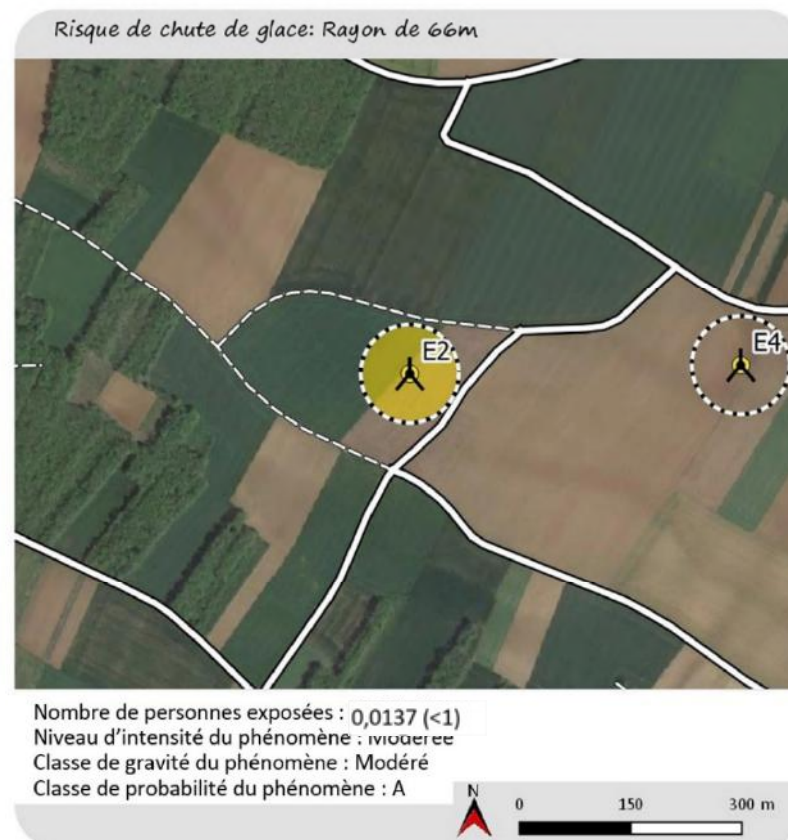
#### Voisinage

- Voisinage

#### Réseau de transport terrestre

- RD 27
- Route
- Chemin

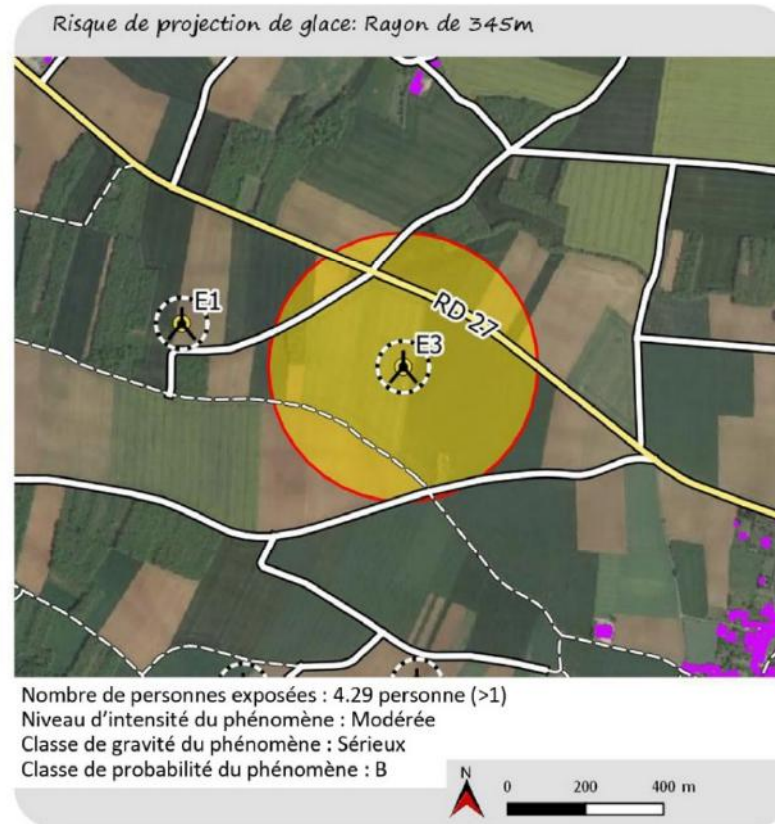
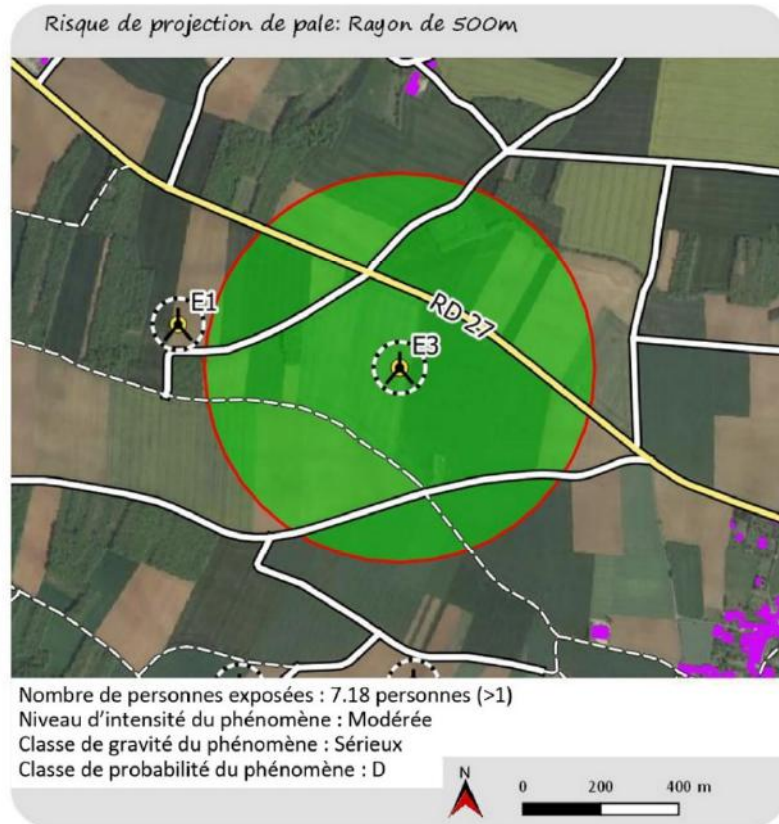
Référence Ectare : 2019-000232







Carte 14 : cartographie des risques pour E03



### Synthèse des risques

#### Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : acceptable
- Niveau de risque très faible : acceptable

#### Projet

- Eolienne et zone de survol des pales

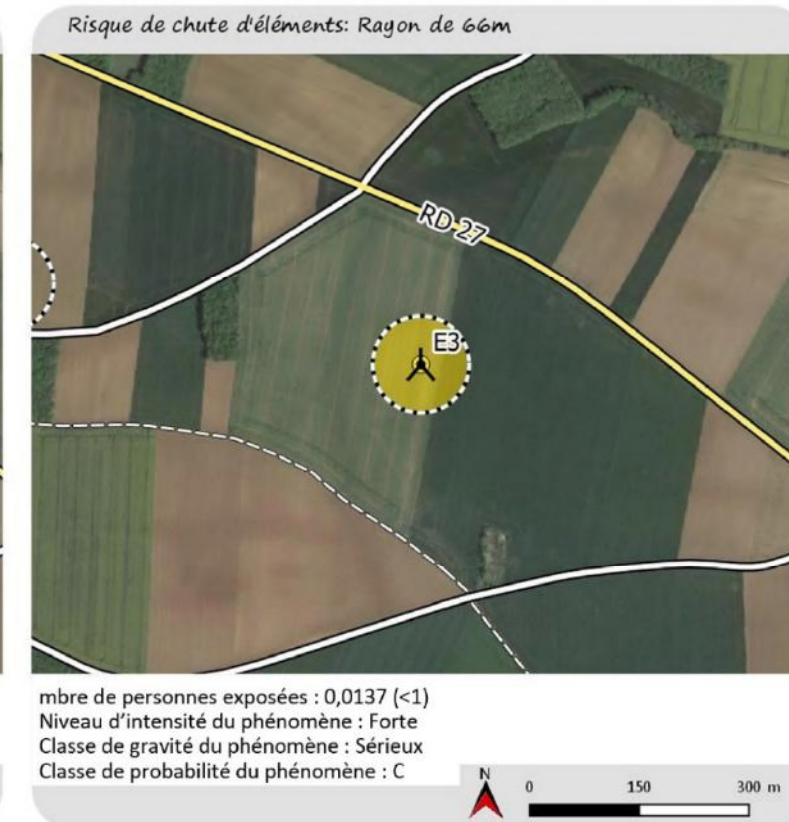
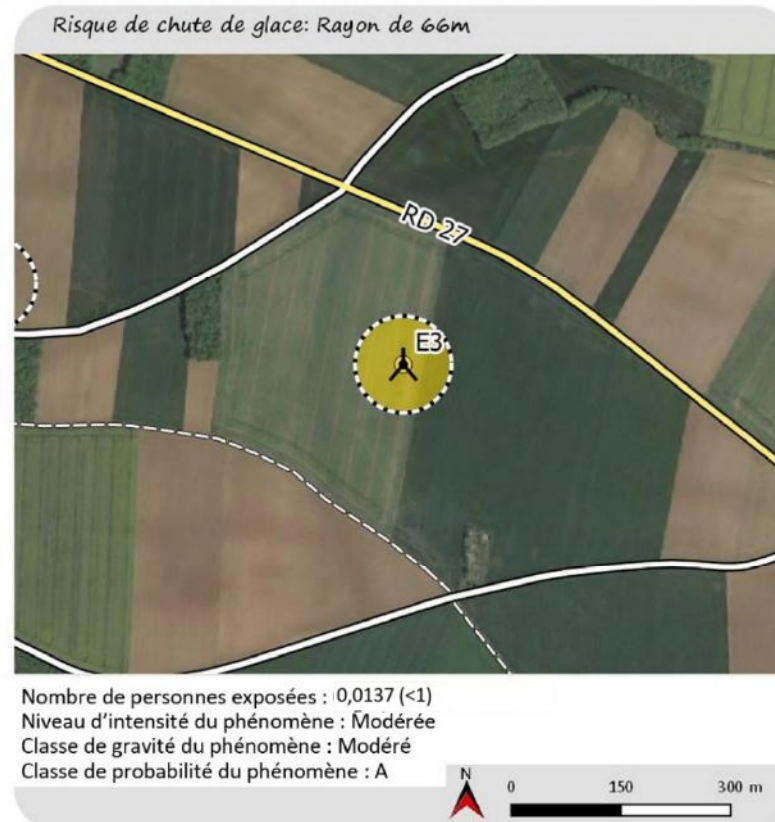
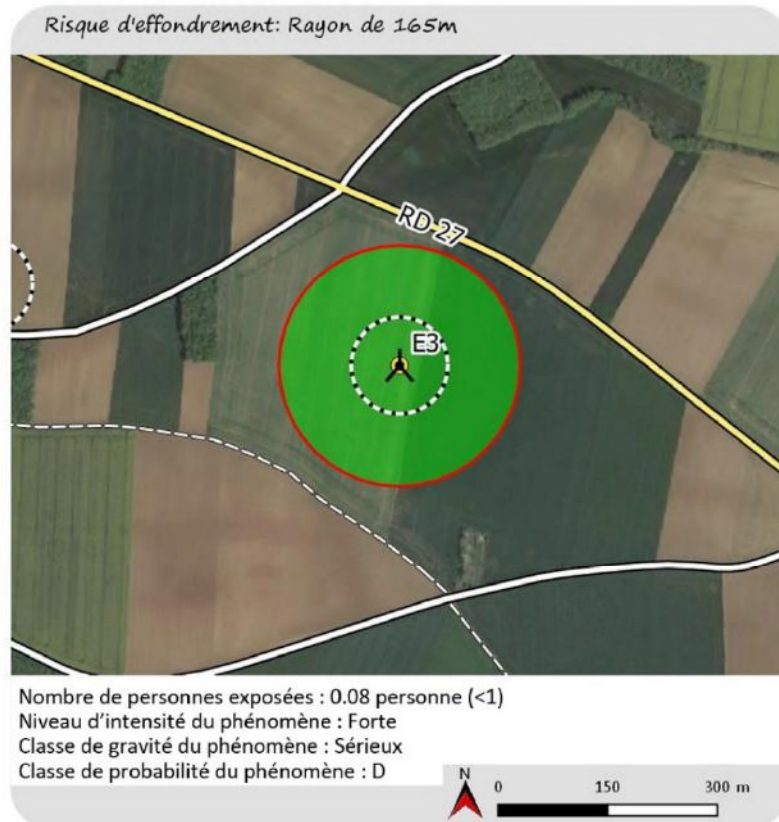
#### Voisinage

- Voisinage

#### Réseau de transport terrestre

- RD 27
- Route
- Chemin

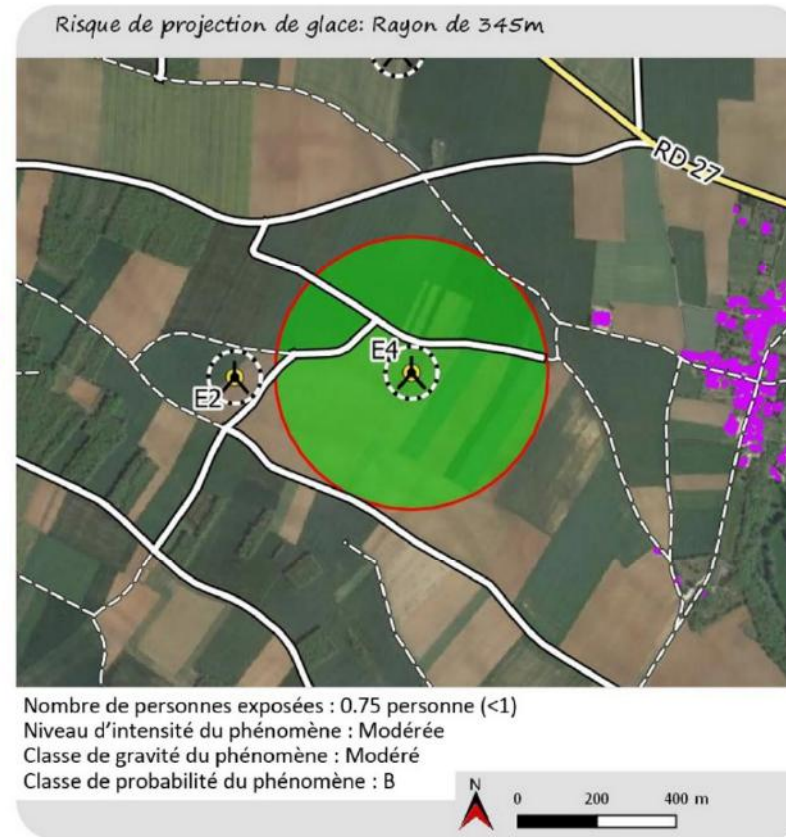
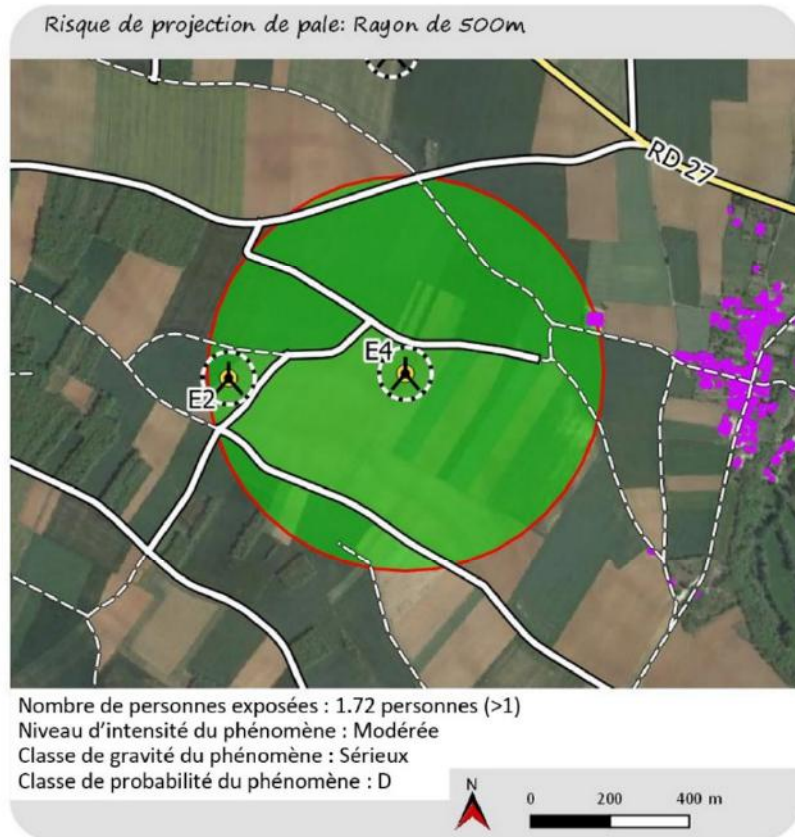
Référence Ectare : 2019-000232







Carte 15 : cartographie des risques pour E04



### Synthèse des risques

#### Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : acceptable
- Niveau de risque très faible : acceptable

#### Projet

- Eolienne et zone de survol des pales

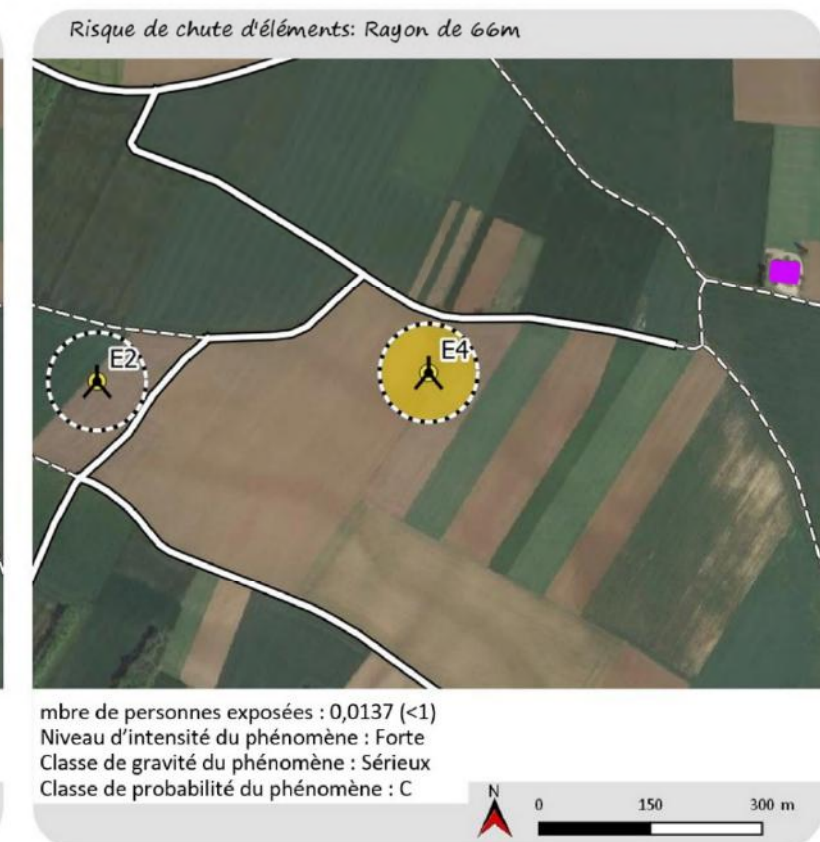
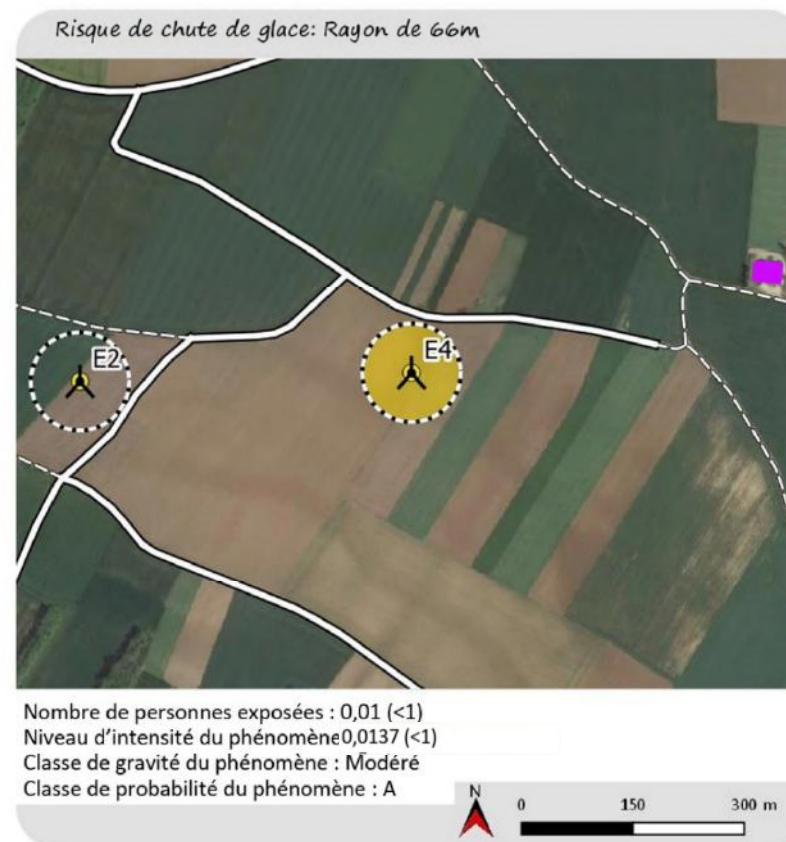
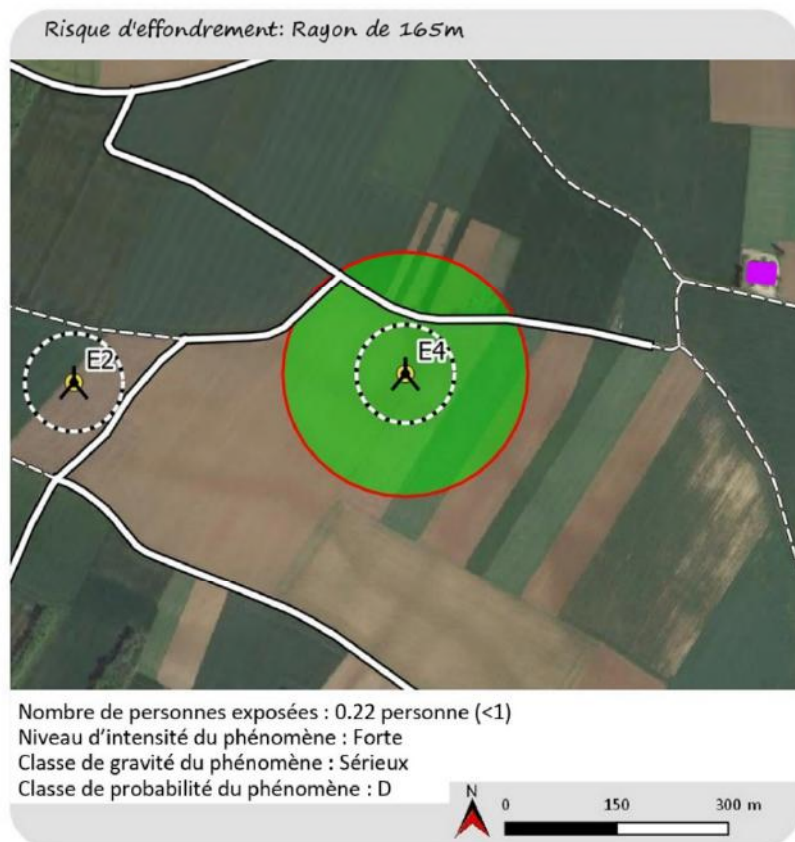
#### Voisinage

- Voisinage

#### Réseau de transport terrestre

- RD 27
- Route
- Chemin

Référence Ectare : 2019-000232





## 9. CONCLUSION

**Réalisée dans le respect de l'environnement et de la réglementation en vigueur, l'exploitation du projet éolien des Berges de Charente présente un niveau de risque acceptable.**

Les mesures de prévention, les équipements de lutte contre les dangers et nuisances éventuelles ainsi que les moyens et consignes d'intervention en cas de sinistre, mis en place par l'exploitant, permettent d'atteindre un niveau de risque aussi bas que possible.

Le projet éolien sur les communes de Chenon, Moutonneau et Aunac-sur-Charente, composé de 4 éoliennes de hauteur totale maximale de 165 m en bout de pale présente donc des risques très faibles (pour les scénarios d'effondrement, de projection de pale pour toutes les éoliennes, et de projection de glace pour les éoliennes E02, et E04) à faibles (pour les scénarios de chute d'éléments de l'éolienne et de chute de glace pour toutes les éoliennes, et de projection de glace pour les éoliennes E01 et E03) et acceptables, maîtrisés pour l'environnement et les personnes des communes concernées par le projet, ainsi que pour les autres communes à moins de 6 km.

Le tableau ci-dessous synthétise

- les principaux accidents majeurs identifiés,
- la probabilité et la gravité de ces accidents,
- les principales mesures de maîtrise des risques mises en place pour prévenir ou limiter les conséquences de ces accidents majeurs,
- l'acceptabilité des accidents majeurs les plus significatifs en termes de risque.





Accidents majeurs	Mesures de prévention	DANGERS RESIDUELS			ACCEPTABILITE
		Probabilité associée	Valeur et classe de probabilité	Gravité	
<b>Projection de pale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect d'une distance minimale de 684 m par rapport aux habitations les plus proches</li> <li>- Respect d'une distance minimale par rapport à la RD27 d'environ 190 m depuis l'éolienne E03,                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe d'éolienne adaptée</li> </ul> </li> <li>- Détection de survitesse du générateur et système de freinage.</li> <li>- Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre.</li> <li>- Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement</li> <li>- Contrôle réguliers des assemblages de structure.</li> <li>- Détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de contrôle</li> <li>- Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel</li> </ul>	Rare	D	Sérieuse	<b>Acceptable</b>
<b>Effondrement de l'éolienne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect d'une distance minimale de 684 m par rapport aux habitations les plus proches</li> <li>- Respect d'une distance minimale par rapport à la RD27 d'environ 190 m depuis l'éolienne E03,                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Détection de survitesse du générateur et système de freinage.</li> </ul> </li> <li>- Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre.</li> <li>- Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement</li> <li>- Machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle.</li> <li>- Détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite.</li> <li>- Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages.</li> <li>- Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Actions de prévention dans le cadre du plan de prévention</li> <li>- Prévention de la dégradation de l'état des équipements</li> </ul> </li> </ul>	Rare	D	Sérieuse	<b>Acceptable</b>
<b>Chute d'éléments de l'éolienne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect d'une distance minimale de 684 m par rapport aux habitations les plus proches</li> <li>- Respect d'une distance minimale par rapport à la RD27 d'environ 190 m depuis l'éolienne E03,                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Détection de survitesse du générateur et système de freinage.</li> </ul> </li> <li>- Détecteur d'arc avec coupure électrique (salle transformateur et armoires électriques).</li> <li>- Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre.</li> <li>- Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement</li> <li>- Machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle.</li> <li>- Contrôles réguliers des assemblages de structure</li> <li>- Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Procédures et contrôle qualité</li> <li>- Procédure maintenance</li> </ul> </li> </ul>	Improbable	C	Sérieuse	<b>Acceptable</b>
<b>Chute de glace</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect d'une distance minimale de 684 m par rapport aux habitations les plus proches</li> <li>- Respect d'une distance minimale par rapport à la RD27 d'environ 190 m depuis l'éolienne E03,                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation d'un panneautage aux abords du parc éolien.</li> </ul> </li> </ul>	Courant	A	Modéré	<b>Acceptable</b>
<b>Projection de glace</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect d'une distance minimale de 684 m par rapport aux habitations les plus proches</li> <li>- Respect d'une distance minimale par rapport à la RD27 d'environ 190 m depuis l'éolienne E03,                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation d'un panneautage aux abords du parc éolien.</li> </ul> </li> <li>- Système de détection de glace</li> </ul>	Probable	B	Sérieuse pour E01 et E03	<b>Acceptable</b>
				Modérée pour E02 et E04	<b>Acceptable</b>



## ANNEXE 1 – METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées dans chacune des zones d'effet des phénomènes dangereux identifiés.

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (partie III.4), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

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

### TERRAINS NON BATIS

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

Terrains aménagés mais peu fréquentés (jardins et zones horticoles, vignes, zones de pêche, gares de triage...) : environ 1 personne par tranche de 10 hectares.

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

### VOIES DE CIRCULATION

Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes qui ne sont pas déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installations (en tant qu'habitation, commerce, etc.) situées dans la même zone d'effets, les temps de séjours en zone exposée étant généralement très supérieurs aux temps de trajets. Il en est de même des commerces de proximité, écoles (1), mairies... majoritairement fréquentées par des personnes habitant la zone considérée.

(1) *maternelles et primaires*

L'étude de dangers doit toutefois au moins lister toutes ces voies de circulation.

### 9.1.1. Voies de circulation automobiles

Option 1 : si l'axe de circulation concerné est susceptible de connaître des embouteillages fréquemment pour d'autres causes qu'un accident de la route ou qu'un événement exceptionnel du même type, compter 300 personnes permanentes par voie de circulation et par kilomètre exposé. (exemple : autoroute à 2 fois 3 voies : compter 1800 personnes permanentes par kilomètre).

Sinon compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

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

Option 2 : Une autre méthode de comptage pourrait être utilisée par l'industriel, sous réserve d'une justification (par exemple sur la base de la vitesse limite autorisée sur la voie considérée...).

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

### 9.1.2. Voies ferroviaires

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

### 9.1.3. Voies navigables

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





## Chemins et voies piétonnes

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Pour les chemins de promenade, de randonnée : compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

## LOGEMENTS

---

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

## ÉTABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

---

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du code de la construction et de l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès (cf. paragraphe sur les voies de circulation automobile).

Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante :

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

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

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

## ZONES D'ACTIVITE

---

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



## ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

## I. ACCIDENTOLOGIE RECENSEE PAR LE GROUPE DE TRAVAIL SER/FEE ENTRE 2000 ET FIN 2011

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et fin 2011. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de la trame type de l'étude de dangers.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour poser un carter la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (WindpowerMonthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-





Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micros pieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-



Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)





Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-



## II. ACCIDENTOLOGIE RECENSEE SUR LA BASE DE DONNEES ARIA ENTRE LE 1<sup>ER</sup> JANVIER 2012 ET LE 9 FEVRIER 2022

Ce tableau est issu d'une recherche sur la base de données ARIA, à l'échelle nationale, d'accidents liés à des parcs éoliens intervenus entre le 1<sup>er</sup> janvier 2012 (fin du travail de recensement par le groupe de travail SER/FEE) et le 9 février 2022.

La base de données ARIA, exploitée par le ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages, ... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif et ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs.

Numéro ARIA	Accident	Date	Département	Commune	Type évènement	Causes profondes	Causes premières	Conséquences
41628	Électrisation lors de la maintenance d'une éolienne	06/02/2012	2	LEHAUCOURT	Autre	Gestion des risques	Panne	Blessés employés, blessés grave employés, blesses graves, blesses légers, blesses totaux, blessés totaux employés, conséquences humaines
43841	Chute d'une pale d'éolienne	11/04/2012	11	SIGEAN			Foudre, Rupture	Conséquences économiques, dommages matériels internes
42919	Chute d'une pale d'éolienne	18/05/2012	28	FRESNAY-L'EVEQUE		Organisation du travail et encadrement, Organisation des contrôles,	Rupture	Conséquences économiques, dommages matériels internes, pertes d'exploitation internes
43110	Chute d'éolienne	30/05/2012	11	PORT-LA-NOUVELLE			Rupture	Conséquences économiques, dommages matériels internes
43120	Chute d'un élément d'une pale d'éolienne	01/11/2012	15	VIEILLESPESE		Gestion des risques	Rupture	
43228	Feu d'éolienne	05/11/2012	11	SIGEAN	Incendie	Gestion des risques	Panne	Atteinte à la flore sauvage, conséquences économiques, conséquences environnementales, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité
43576	Rupture d'une panne d'éolienne	06/03/2013	11	CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE			Rupture	Conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité
43630	Feu d'éolienne	17/03/2013	51	EUVY	Incendie, Rejet prolongé		Panne	Air, conséquences économiques, conséquences environnementales, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité, type d'atteinte au milieu
45016	Eolienne touchée par la foudre	20/06/2013	7	LABASTIDE-SUR-BESORGUES	Autre		Foudre	Conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité
44150	Incident sur un accumulateur dans une éolienne.	01/07/2013	34	CAMBON-ET-SALVERGUES	Rejet de matière non-dangereuse	Formation et qualification des personnels, Procédures et consignes, Choix des équipements et procédés	Danger latent, Action non requise (réalisée), Mal effectuée	Blessés grave employés, blesses graves, blesses totaux, blessés totaux employés, conséquences économiques, conséquences humaines, dommages matériels internes
44197	Déversement d'huile hydraulique dans un parc éolien	03/08/2013	56	MOREAC	Rejet prolongé	Gestion des risques	Perte de confinement, étanchéité (sans rupture)	Conséquences environnementales ,sol, type d'atteinte au milieu
44831	Feu d'éolienne	09/01/2014	8	ANTHENY	Incendie		Danger latent, Autre	Conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité
44870	Arrêt automatique d'éolienne et chute de pale.	20/01/2014	11	SIGEAN	Autre	Choix des équipements et procédés	Vent, Rupture	Autres conséquences, conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité
45960	Chute d'une pale d'éolienne.	14/11/2014	7	SAINT-CIRGUES-EN-MONTAGNE	Autre		Foudre	Conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, interruption de la circulation, périmètre de sécurité
46030	Chute d'une pale d'éolienne	05/12/2014	11	FITOU	Autre		Rupture	Conséquences économiques, dommages matériels internes





Numéro ARIA	Accident	Date	Département	Commune	Type évènement	Causes profondes	Causes premières	Conséquences
46304	Feu d'éolienne.	29/01/2015	2	REMIGNY	Incendie	Choix des équipements et procédés	Panne	Conséquences économiques, dommages matériels internes
46237	Feu d'éolienne.	06/02/2015	79	LUSSERAY	Incendie			Conséquences économiques, dommages matériels internes
47062	Feu d'éolienne	24/08/2015	28	SANTILLY	Incendie		Panne	Conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité
47377	Chute des pales et du rotor d'une éolienne	10/11/2015	55	MENIL-LA-HORGNE	Autre, Rejet prolongé,	Choix des équipements et procédés	Rupture	Conséquences économiques, dommages matériels internes
47675	Rupture de l'aérofrein d'une pale d'éolienne	07/02/2016	11	CONILHAC-CORBIERES	Autre		Panne	Conséquences économiques, dommages matériels internes pertes d'exploitation internes,
47680	Le vent endommage une éolienne	08/02/2016	29	DINEAULT	Autre		Vent	Conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité
47763	Chute d'une pale d'éolienne	07/03/2016	22	CALANHEL	Presque accident		Panne totale (HS),Rupture	Conséquences économiques, conséquences environnementales, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité, pertes d'exploitation internes, sol, type d'atteinte au milieu
48264	Fuite d'huile dans une éolienne	28/05/2016	28	JANVILLE	Rejet prolongé		Perte de confinement, étanchéité (sans rupture)	
48426	Feu dans une éolienne	10/08/2016	80	HESCAMPS	Incendie		Mode dégradé	Blessés employés, blessés légers, blessés totaux, blessés totaux employés, conséquences économiques, conséquences humaines, dommages matériels internes
48471	Feu dans une éolienne	18/08/2016	60	DARGIES	Incendie		Panne totale (HS)	Conséquences économiques, dommages matériels internes
48588	Électrisation d'un employé dans une éolienne	14/09/2016	10	LES GRANDES-CHAPELLES	Autre		Action requise	Blessés employés, blessés légers, blessés totaux, blessés totaux employés, conséquences humaines
48471	Rupture des pales d'une éolienne	12/01/2017	11	TUCHAN	Autre		Panne totale (HS)	Conséquences économiques, dommages matériels internes
48588	Chute d'une pale d'une éolienne	18/01/2017	80	NURLU	Autre		Action requise	Blessés employés, blessés légers, blessés totaux, blessés totaux employés conséquences humaines
48426	Rupture d'une pale d'éolienne	27/02/2017	55	LAVALLEE	Autre		Mode dégradé	Blessés employés, blessés légers, blessés totaux, blessés totaux employés, conséquences économiques, conséquences humaines, dommages matériels internes
46237	Chute d'un élément d'une pale d'éolienne	27/02/2017	79	TRAYES	Autre			Conséquences économiques, dommages matériels internes
49746	Feu dans la nacelle d'une éolienne	06/06/2017	28	ALLONNES	Incendie		Mode dégradé	Conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, interruption de la circulation, , périmètre de sécurité
50291	Chute d'un aérofrein d'une éolienne	17/07/2017	76	FECAMP	Autre phénomène	Organisation du travail et encadrement, Choix des équipements et procédés	Mode dégradé	Conséquences économiques, dommages matériels internes
50898	Fuite d'huile sur une éolienne	24/07/2017	56	MAURON	Rejet prolongé		Perte de confinement , étanchéité (sans rupture)	Conséquences environnementales, type d'atteinte au milieu
49104	Rupture des pales d'une éolienne	12/01/2017	11	TUCHAN	Autre		Vent, Rupture	Conséquences économiques, dommages matériels internes
49359	Rupture d'une pale d'éolienne	27/02/2017	55	LAVALLEE	Autre		Vent, Rupture	Conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité
51122	Chute de l'aérofrein d'une pale d'éolienne	06/02/2018	11	CONILHAC-CORBIERES	Autre		Rupture	Conséquences économiques, dommages matériels internes



Numéro ARIA	Accident	Date	Département	Commune	Type évènement	Causes profondes	Causes premières	Conséquences
49768	Chute de pale d'éolienne due à la foudre	08/06/2017	16	AUSSAC-VADALLE	Presque accident	Choix des équipements et procédés	Foudre	Conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité
49151	Chute d'une pale d'une éolienne	18/01/2017	80	NURLU	Autre		Vent, Rupture	Conséquences économiques, dommages matériels internes
50148	Bris d'une pale d'éolienne	05/08/2017	2	PRIEZ	Autre		Rupture	Conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité
49413	Fissure sur une pale d'éolienne	11/01/2017	59	LE QUESNOY	Autre		Défauts matériels	Conséquences économiques, dommages matériels internes
49902	Chute d'une pale d'éolienne	24/06/2017	62	CONCHY-SUR-CANCHE	Autre		Rupture	Conséquences économiques, dommages matériels internes
50913	Chute d'une éolienne lors d'une tempête	01/01/2018	85	BOUIN	Presque accident,		Vent, Rupture	Conséquences économiques, conséquences sociales, dommages matériels internes, périmètre de sécurité
50905	Chute d'une pale d'éolienne	04/01/2018	55	NIXEVILLE-BLERCOURT	Autre		Vent, Défauts matériels	
51122	Chute de l'aérofrein d'une pale d'éolienne	06/02/2018	11	CONILHAC-CORBIERES			Rupture	CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES, Dommages matériels internes
53153	Défaillance mécanique d'une éolienne	08/03/2018	25	VILLERS-GRELOT	Presque accident	Vice de fabrication, changement de spécifications substance fournisseur	Défauts matériels	CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes
51675	Incendies criminels dans un parc éolien	01/06/2018	26	MARSANNE	Incendie		Acte de malveillance	CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES, Dommages matériels internes
51681	Incendie d'éolienne	05/06/2018	34	AUMELAS	Incendie		Panne	CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSÉQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
51853	Chute des extrémités de 2 pales d'une éolienne	04/07/2018	11	PORT-LA-NOUVELLE			Rupture	CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSÉQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
52641	Incendie d'éolienne propagé à la végétation	28/09/2018	81	SAUVETERRE	Incendie		Défauts matériels	CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Atteinte à la flore sauvage
52498	Fuite d'huile hydraulique sur une éolienne	17/10/2018	80	FLERS-SUR-NOYE	Rejet prolongé		Non effectuée, Mal effectuée	CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, sol
52558	Effondrement d'une éolienne	06/11/2018	45	GUIGNEVILLE		Phénomène exclu de l'analyse de risques, Procédures et consignes, EX insuffisant, Organisation du travail et encadrement, Formation et qualification des personnels, Choix des équipements et procédés, Identification des risques, Organisation des contrôles identification	Panne, Autre	CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES, Dommages matériels internes





Numéro ARIA	Accident	Date	Département	Commune	Type évènement	Causes profondes	Causes premières	Conséquences
52653	Chute de 3 aérofreins dans un parc éolien	18/11/2018	11	CONILHAC-CORBIERES			Rupture	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes
52638	Chute d'une pale d'éolienne	19/11/2018	2	OLLEZY		Identification des risques, Choix des équipements et procédés, Formation et qualification des personnels	Danger latent, Déformation, affaiblissement (sans fuite)	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
52838	Incendie sur une éolienne	03/01/2019	44	LA LIMOUZINIERE	Incendie, Rejet instantané		Mal effectuée, Rupture	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité, CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, sol
52967	Chute d'un bout de pale d'éolienne	17/01/2019	57	BAMBIDERSTROFF		Choix des équipements et procédés, Organisation des contrôles, Procédures et consignes	Perte de confinement, étanchéité (sans rupture), Rupture	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes
52993	Incendies criminels dans un parc éolien	20/01/2019	26	ROUSSAS	Incendie		Acte de malveillance	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes
53010	Rupture du mât d'une éolienne	23/01/2019	60	BOUTAVENT		Organisation des contrôles, Formation et qualification des personnels, Identification des risques, Culture de sécurité insuffisante, EX insuffisant	Autre, Mode dégradé, Mal effectuée, Panne totale (HS), Perte d'utilité externe	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Nuisance sonore, Périmètre de sécurité, CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, sol
53139	Chute d'une pale d'éolienne	30/01/2019	11	ROQUETAILLADE-ET-CONILHAC		Procédures et consignes, Culture de sécurité insuffisante, EX insuffisant, Organisation des contrôles	Rupture	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
53562	Fissurations sur des roulements de pales d'éoliennes	12/02/2019	25	AUTECHAUX	Autre	Choix des équipements et procédés	Défauts matériels	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes
53464	Fuite d'huile sur une éolienne	23/03/2019	79	ARGENTONNAY	Rejet prolongé		Rupture	CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, sol
53429	Eolienne touchée par la foudre	02/04/2019	80	EQUANCOURT	Autre		Foudre	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
53479	Électrification lors de la maintenance d'une éolienne	15/04/2019	21	CHAILLY-SUR-ARMANCON	Autre		Interventions humaines	CONSÉQUENCES HUMAINES, BLESSES LEGERS, Blessés employés, BLESSES TOTAUX, Blessés totaux employés
53715	Feu de transformateur sur un réseau de transport électrique	02/06/2019	91	VILLEJUST	Incendie	Gestion des risques	Perte de confinement, étanchéité (sans rupture)	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSÉQUENCES SOCIALES, Population confinée, Périmètre de sécurité, Interruption de la circulation
53857	Incendie sur une éolienne	18/06/2019	80	QUESNOY-SUR-AIRAINES	Incendie		Autre	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, air
53860	Feu de moteur d'éolienne	25/06/2019	56	AMBON	Incendie	Formation et qualification des personnels, Procédures et consignes	Mal effectuée, Action requise	CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité, CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, air, sol
53894	Chute d'un bout de pale d'une éolienne	27/06/2019	2	CHARLY-SUR-MARNE		Vice de fabrication, changement de	Chaleur intense, Défauts matériels	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSÉQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité



Numéro ARIA	Accident	Date	Département	Commune	Type évènement	Causes profondes	Causes premières	Conséquences
						spécifications substance fournisseur, Organisation des contrôles		
53955	Impact de foudre sur une pale d'éolienne	03/07/2019	11	SIGEAN		Choix des équipements et procédés	Rupture, Foudre	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
54407	Chute d'aérofreins en bout de pale d'une éolienne	04/09/2019	11	ESCALES			Mode dégradé, Rupture	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
55824	Mortalité d'espèce menacée sur un parc éolien	27/09/2019	21	CHAZEUIL	Autre	Identification des risques	Interventions humaines, Agression technologique	CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Atteinte à la faune sauvage
55778	Mortalité d'espèce menacée sur un parc éolien	23/10/2019	21	SACQUENAY	Autre	Identification des risques	Interventions humaines, Agression technologique	CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Atteinte à la faune sauvage
55823	Mortalité d'espèce menacée sur un parc éolien	29/10/2019	21	CHAZEUIL	Autre	Identification des risques	Interventions humaines, Agression technologique	CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Atteinte à la faune sauvage
54898	Perte de contrôle d'une éolienne lors d'une mise en service	06/12/2019	21	AVELANGES	Presque accident	Facteur personnel (négligence, distraction, maladresse, oubli...), Organisation des contrôles	Mal effectuée, Vent, Pertes de contrôle de procédé	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité, Interruption de la circulation
54810	Chute d'une partie de la pale d'une éolienne	09/12/2019	16	LA FORET-DE-TESE			Rupture	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité, CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, sol
54985	Fumée blanche au niveau d'une éolienne	16/12/2019	28	POINVILLE	Rejet prolongé, Incendie		Décomposition de produits, réaction parasite	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité, CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, air
54820	Incendie sur une éolienne	17/12/2019	52	AMBONVILLE	Incendie		Défauts matériels	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, air
55331	Chute d'un joint de pale d'une éolienne	22/01/2020	21	SAINT-SEINE-L'ABBAYE		Organisation des contrôles, Organisation du travail et encadrement, Choix des équipements et procédés	Vent, Mal effectuée, Non effectuée, Déformation, affaiblissement (sans fuite)	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes
55055	Rupture d'une pale d'éolienne lors du passage d'une tempête	09/02/2020	2	BEAUREVOIR			Vent	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
55227	Endommagement d'une nacelle d'éolienne lors d'une tempête	09/02/2020	62	WANCOURT	Atteinte à l'intégrité d'une capacité sans rejet		Phénomène météo	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
55311	Rupture d'une pale sur une éolienne	26/02/2020	16	THEIL-RABIER			Rupture	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
55133	Incendie sur une éolienne	29/02/2020	80	BOISBERGUES	Incendie		Perte de confinement, étanchéité (sans rupture)	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes





Numéro ARIA	Accident	Date	Département	Commune	Type évènement	Causes profondes	Causes premières	Conséquences
55294	Incendie d'une nacelle d'une éolienne	24/03/2020	12	FLAVIN	Incendie			CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité, Interruption de la circulation, CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, air
55461	Arrêt d'éoliennes à la suite de décès d'oiseaux	30/03/2020	21	POISEUL-LA-VILLE-ET-LAPERRIERE	Autre		Autre agression naturelle	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Pertes d'exploitation internes, CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Atteinte à la faune sauvage
55584	Dégradation aggravée de la structure d'une éolienne	31/03/2020	2	LEHAUCOURT	Atteinte à l'intégrité d'une capacité sans rejet	Organisation des contrôles, Vice de fabrication, changement de spécifications substance fournisseur	Non effectuée, Autre, Phénomène météo	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes
55360	Ecoulement d'huile hydraulique le long d'une éolienne	10/04/2020	56	RUFFIAC	Rejet prolongé		Défauts matériels	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes
55456	Incendie d'une éolienne au sol pour démantèlement	20/04/2020	972	LE VAUCLIN	Incendie		Autre, Autre	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Atteinte à la flore sauvage
55641	Pliure d'une éolienne	30/04/2020	29	PLOUARZEL		Choix des équipements et procédés	Mal effectuée, Danger latent, Vent, Foudre, Rupture	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
56437	Fuite d'huile hydraulique sur une éolienne	07/06/2020	2	LEHAUCOURT	Rejet prolongé	Vice de fabrication, changement de spécifications substance fournisseur	Rupture	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes
55650	Chute au sol d'une pale complète d'éolienne	27/06/2020	22	PLEMET		Identification des risques	Autre, Rupture, Vent, Mal effectuée	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes, CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Atteinte aux espèces cultivées ou exploitées
56309	Fuite d'huile sur une éolienne	01/09/2020	51	BOUCHY-SAINT-GENEST	Rejet prolongé	Formation et qualification des personnels	Perte de confinement, étanchéité (sans rupture)	CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, sol
56492	Fuite d'huile sur une éolienne	11/12/2020	45	CHARMONT-EN-BEAUCE	Rejet prolongé		Action non requise (réalisée)	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Pertes d'exploitation internes, CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, sol
56597	Rupture d'une pale d'éolienne	12/01/2021	36	SAINT-GEORGES-SUR-ARNON	Rejet de matière non-dangereuse	Choix des équipements et procédés	Autre, Décomposition de produits, réaction parasite, Panne totale (HS), Mode dégradé	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
56613	Pollution à la suite de l'explosion d'un transformateur électrique	15/01/2021	59	VIEUX-BERQUIN	Rejet prolongé, Explosion			CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Privation d'usages - électricité, CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES, Type d'atteinte au milieu, sol
56765	Casse d'une pale d'une éolienne	12/02/2021	2	PRIEZ			Action requise, Rupture	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes, CONSEQUENCES SOCIALES, Périmètre de sécurité
56753	Chute d'une pale d'éolienne	13/02/2021	45	PATAY		Organisation des contrôles	Rupture	CONSÉQUENCES ECONOMIQUES, Dommages matériels internes, Pertes d'exploitation internes



## ANNEXE 3 – SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

### SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07)

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

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

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

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

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

- Concernant le défaut de conception et fabrication : Contrôle qualité
- Concernant le non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant, Contrôle qualité (inspections)
- Concernant les causes externes dues à l'environnement : Mise en place de solutions techniques visant à réduire l'impact. Suivant les constructeurs, certains dispositifs sont de série ou en option. Le choix des options est effectué par l'exploitant en fonction des caractéristiques du site.

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

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

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

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

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

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

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

Les solutions aux pertes d'utilités étant diverses, les porteurs de projets pourront apporter dans leur étude de danger une description des protocoles qui seront mis en place en cas de pertes d'utilités.

### SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE FUITES (F01 A F02)

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

#### Scénario F01

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

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

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

Deux événements peuvent être aggravants :

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





### **Scénario F02**

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

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

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

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

## **SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE CHUTE D'ELEMENTS (C01 A C03)**

Les scénarii de chutes concernent les éléments d'assemblage des aérogénérateurs : ces chutes sont déclenchées par la dégradation d'éléments (corrosion, fissures, ...) ou des défauts de maintenance (erreur humaine).

Les chutes sont limitées à un périmètre correspondant à l'aire de survol.

## **SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (P01 A P06)**

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

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

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

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

### **Scénario P01**

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

### **Scénario P02**

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

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

### **Scénarios P03**

Un mauvais serrage de base ou le desserrage avec le temps des goujons des pales pourrait amener au décrochage total.

## **SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A LA GLACE (G01 ET G02)**

### **Scénario G01**

En cas de formation de glace, les systèmes de préventions intégrés stopperont le rotor. La chute de ces éléments interviendra donc dans l'aire surplombée par le rotor, le déport induit par le vent étant négligeable.

Plusieurs procédures/systèmes permettront de détecter la formation de glace :

- Système de détection de glace
- Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor
- Arrêt préventif en cas de givrage de l'anémomètre.

### **Scénario G02**

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d'éventuels redémarrage de la machine encore « glacée », ou en cas de formation de glace sur le rotor en mouvement simultanément à une défaillance des systèmes de détection de givre et de balourd.

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

## **SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'EFFONDREMENT DES EOLIENNES (E01 A E10)**

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

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



## ANNEXE 4 – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

Le risque individuel encouru par un nouvel arrivant dans la zone d'effet d'un phénomène de projection ou de chute est appréhendé en utilisant la probabilité de l'atteinte par l'élément chutant ou projeté de la zone fréquentée par le nouvel arrivant. Cette probabilité est appelée probabilité d'accident.

Cette probabilité d'accident est le produit de plusieurs probabilités :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## ANNEXE 6 – GLOSSAIRE

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

**Accident** : Evénement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

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

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

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

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

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

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





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

La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés.

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

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

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

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

**Phénomène dangereux** : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages »

**Potentiel de danger (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger »)** : Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

**Prévention** : Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

**Protection** : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.

**Probabilité d'occurrence** : Au sens de l'article L. 512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;
2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

**Réduction du risque** : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

- Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité
- Réduction de l'intensité :
  - par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
  - réduction des dangers: la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation

La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».

- Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence).

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

**Scénario d'accident (majeur)** : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

**Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques)** : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à



autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

**Aérogénérateur** : Dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur

**Survitesse** : Vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent guide sont listés et explicités ci-dessous :

**ICPE** : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

**SER** : Syndicat des Energies Renouvelables

**FEE** : France Energie Éolienne

**INERIS** : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

**EDD** : Étude de dangers

**APR** : Analyse Préliminaire des Risques

**ERP** : Établissement Recevant du Public

## ANNEXE 6 – BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES

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