

# Résumé Non Technique

## Etude de dangers du projet de parc éolien de Saint-Sulpice-les-Feuilles

Département : Haute-Vienne

Commune : Saint-Sulpice-les-Feuilles



### Maître d'ouvrage

SARL Parc éolien de Saint-Sulpice



16 Boulevard Montmartre  
75009 PARIS

### Contact

Yvonik GUEGAN  
12 rue Alain Barbe Torte  
44 200 Nantes, France  
Tél : 02 53 35 54 74

### Réalisation de l'étude

ENCIS Environnement



Bureau d'études en environnement  
énergies renouvelables et aménagement durable

**Tome n°5.2 :  
Etude de dangers  
RNT**

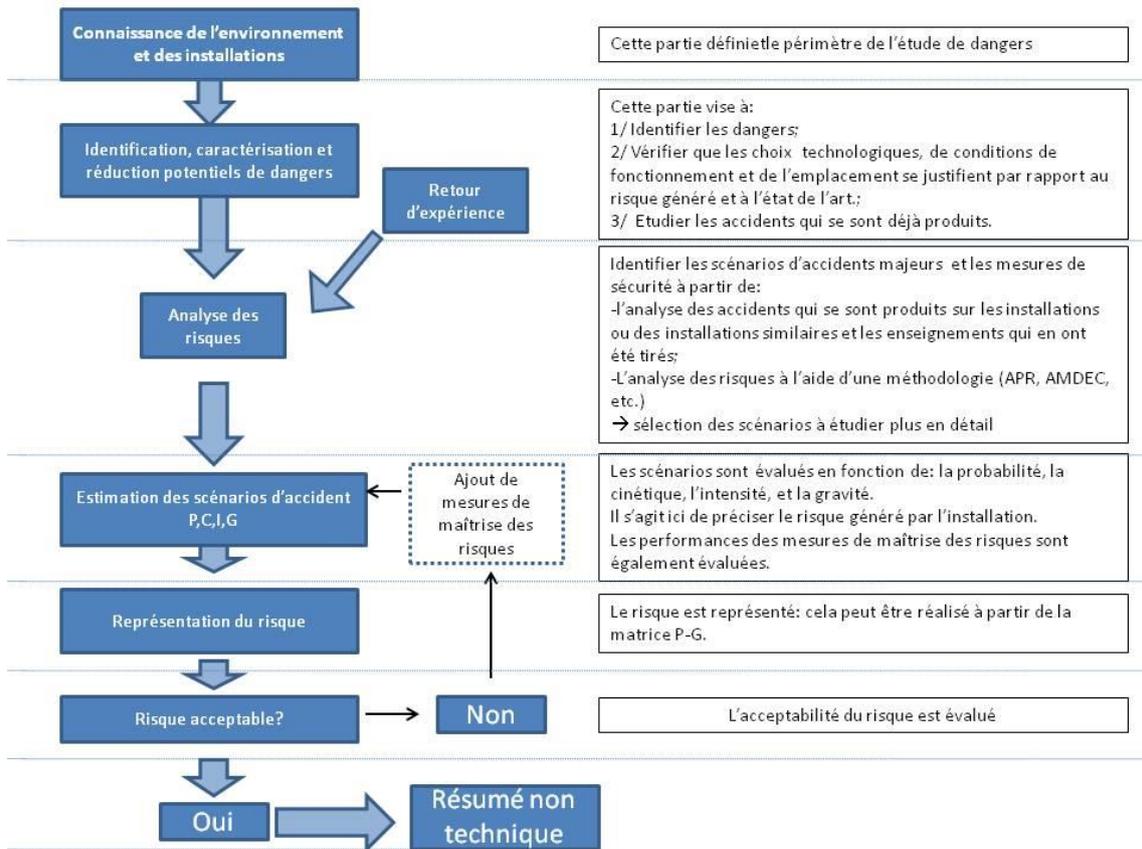


## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>ETAPES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS.....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION.....</b>	<b>4</b>
2.1.	Renseignements administratifs.....	4
	<i>Présentation du groupe ERG.....</i>	<i>4</i>
2.2.	Localisation du site.....	5
2.3.	Définition de l'aire d'étude.....	7
<b>3.</b>	<b>DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....</b>	<b>8</b>
3.1.	Environnement.....	8
3.2.	Cartographie de synthèse.....	10
<b>4.</b>	<b>DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....</b>	<b>14</b>
4.1.	Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	14
4.2.	Composition de l'installation.....	15
4.3.	Fonctionnement de l'installation.....	18
4.4.	Réduction des potentiels de dangers à la source.....	18
<b>5.</b>	<b>CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....</b>	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b>SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....</b>	<b>19</b>
6.1.	Prise en compte de l'éolienne « maximisante ».....	19
6.2.	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	21
	6.2.1. <i>Synthèse de l'acceptabilité des risques.....</i>	<i>22</i>
	6.2.2. <i>Cartographie des risques.....</i>	<i>22</i>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>28</b>
	<b>ANNEXES : DEFINITIONS.....</b>	<b>30</b>
	<i>Cinétique</i>	<i>30</i>
	<i>Intensité</i>	<i>30</i>
	<i>Gravité</i>	<i>31</i>
	<i>Probabilité.....</i>	<i>31</i>

## 1. ETAPES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS

Le graphique ci-dessous synthétise les différentes étapes et les objectifs de l'étude de dangers :



## 2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

### 2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Le porteur de projet du parc éolien de Saint-Sulpice-les-Feuilles est le groupe ERG.

L'activité principale d'ERG Développement France SAS est le développement de projets d'implantation de fermes éoliennes en France.

L'exploitant de ce parc est la société SARL Parc éolien de Saint Sulpice.

La réalisation de cette étude de dangers a été effectuée par Valérian CANTEGRIL et Matthieu DAILLAND, d'ENCIS Environnement.

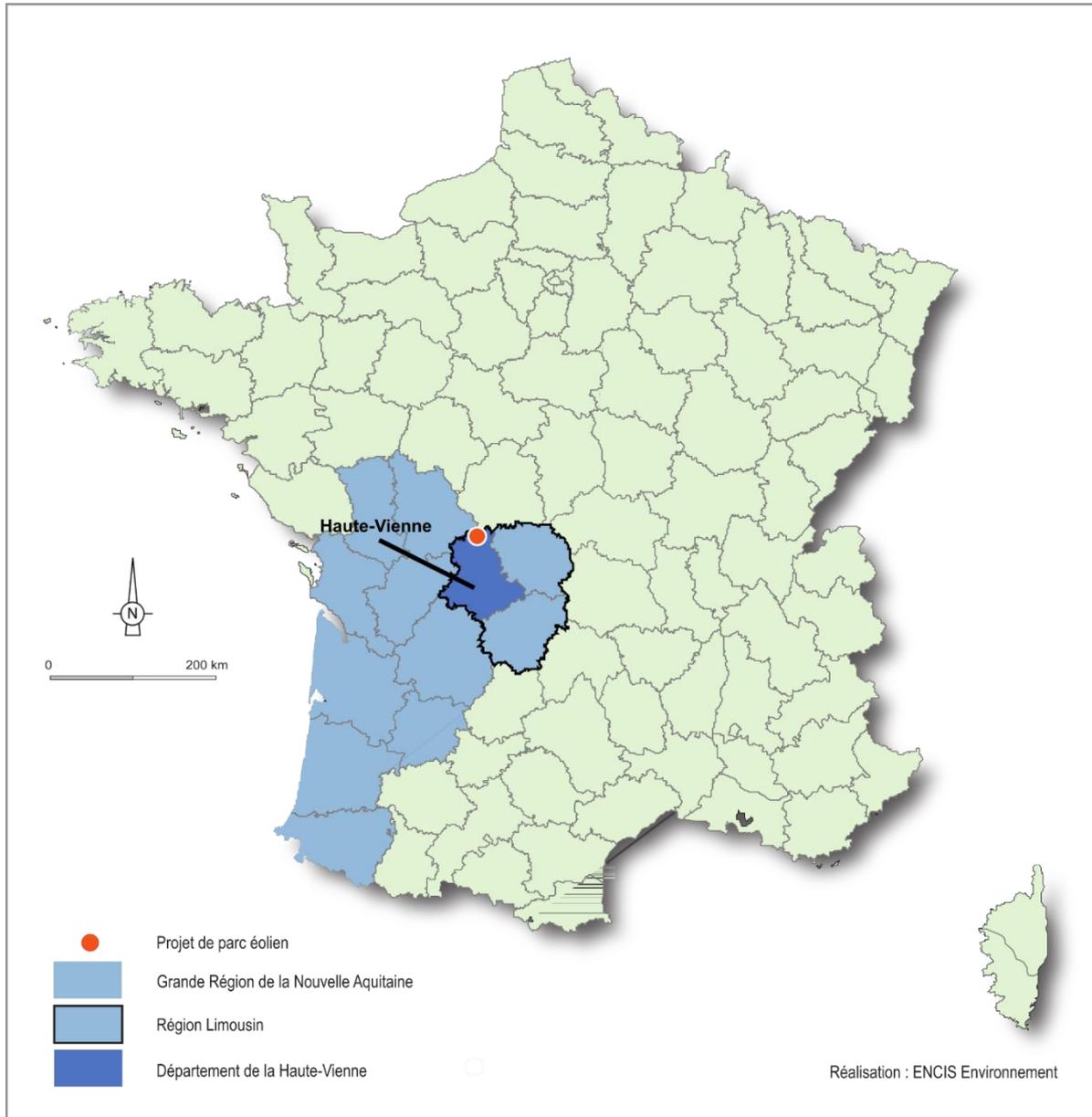
### PRESENTATION DU GROUPE ERG

Le Groupe ERG se positionne parmi les leaders européens dans la production d'électricité d'origine renouvelable, en exploitant près de 2 GW à travers sept pays. En France, le groupe développe, construit, finance et exploite des parcs éoliens et des postes HTB pour son compte et celui de ses clients. Au total, ce sont 389 MW qui sont gérés à travers trois agences dont les équipes qualifiées et expérimentées veillent à maximiser la production d'énergie propre et optimiser les coûts de fonctionnement tout en veillant au respect des exigences réglementaires. La maintenance de 101 MW est également internalisée et assurée par ERG via deux centres situés à Chartres (28) et Saleux (80).

La société ERG Développement France SAS, quant à elle, assure les missions liées au développement du projet et à la coordination de sa construction, dans le cadre de contrats de services de développement et de construction avec la société d'exploitation du « Parc éolien de Saint Sulpice ». En 2020, la société ERG Développement France SAS comprend 15 personnes réparties sur cinq sites : Paris, Nantes, Lille, Lyon et Strasbourg. L'expérience, l'expertise et la disponibilité de l'équipe garantissent un contact continu et des services de qualité, permettant de mener à bien ses projets tout en concertant avec les riverains et les élus (cf. en annexe 3 la liste des parcs éoliens raccordés par ERG Développement France).

## 2.2. LOCALISATION DU SITE

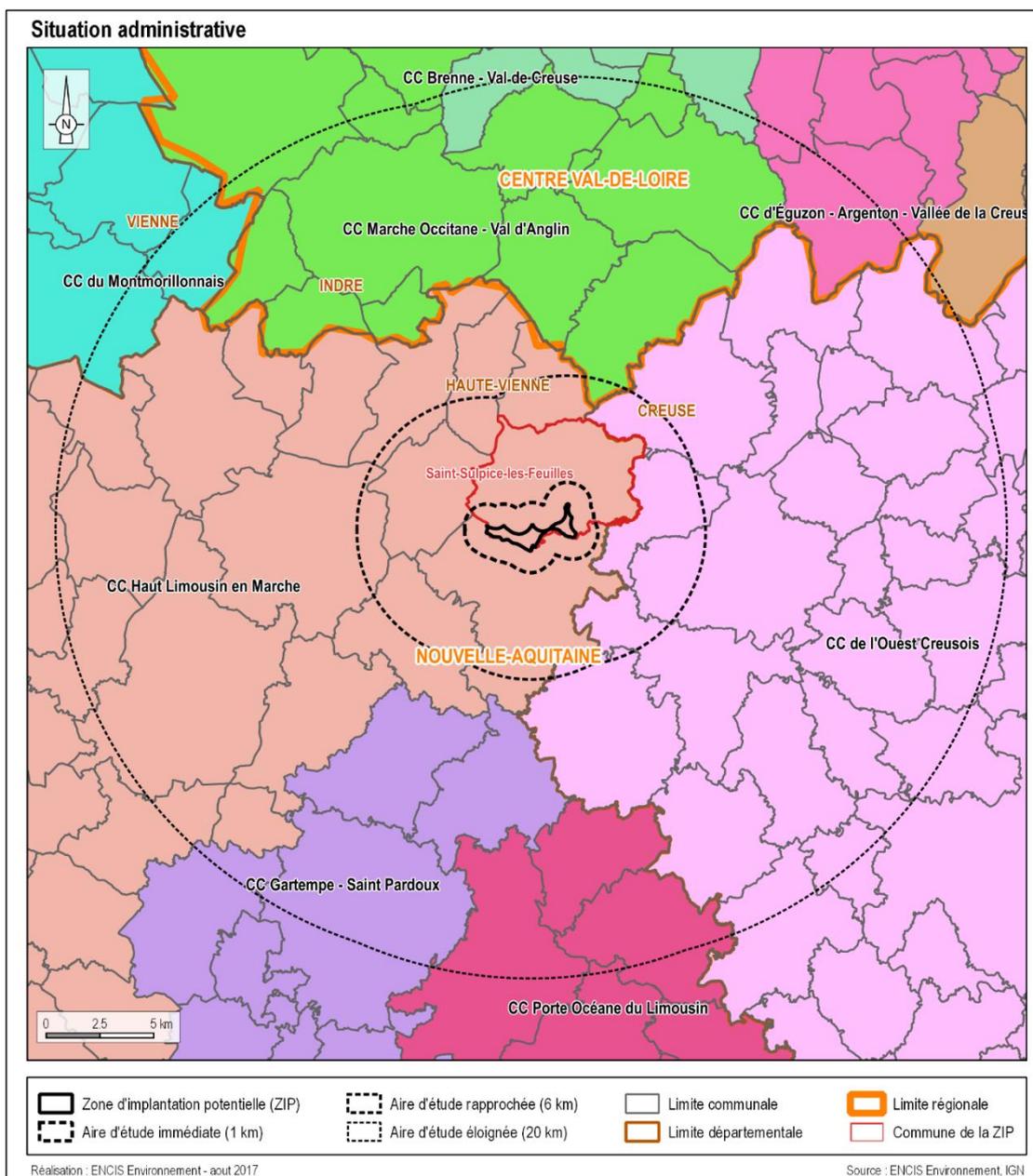
Le site d'implantation potentielle du parc éolien est localisé en région Nouvelle-Aquitaine, dans le département de la Haute-Vienne, sur la commune de Saint-Sulpice-les-Feuilles



Carte 1 : Localisation du site en France (Source : ENCIS Environnement)

Jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 2017, la zone d'implantation potentielle concernait la Communauté de Communes de Brame Benaize. Cette communauté de Communes regroupait 15 communes et comptait 7 726 habitants en 2013 (INSEE). La densité de population est très faible sur le territoire intercommunal (17,1 hab./km<sup>2</sup>), en comparaison avec la moyenne en France métropolitaine la même année (114 hab./km<sup>2</sup>). Du point de vue économique, la répartition des actifs par catégories socioprofessionnelles est celle d'un territoire rural. Le tertiaire reste le premier secteur d'activité avec 54,5 % des établissements. 25,7 % des établissements 876 actifs au 31 décembre 2014 étaient agricoles, contre 12,3 % pour la construction et 7,5 % pour l'industrie.

Au 1<sup>er</sup> janvier 2017, la Communauté de Communes Brame-Benaize a fusionné avec la Communauté de Communes de la Basse Marche et la Communauté de Communes du Haut-Limousin pour former la Communauté de Communes Haut-Limousin en Marche. Cette dernière regroupe 43 communes.



**Carte 2 : Situation administrative au 1<sup>er</sup> janvier (Source : ENCIS Environnement)**

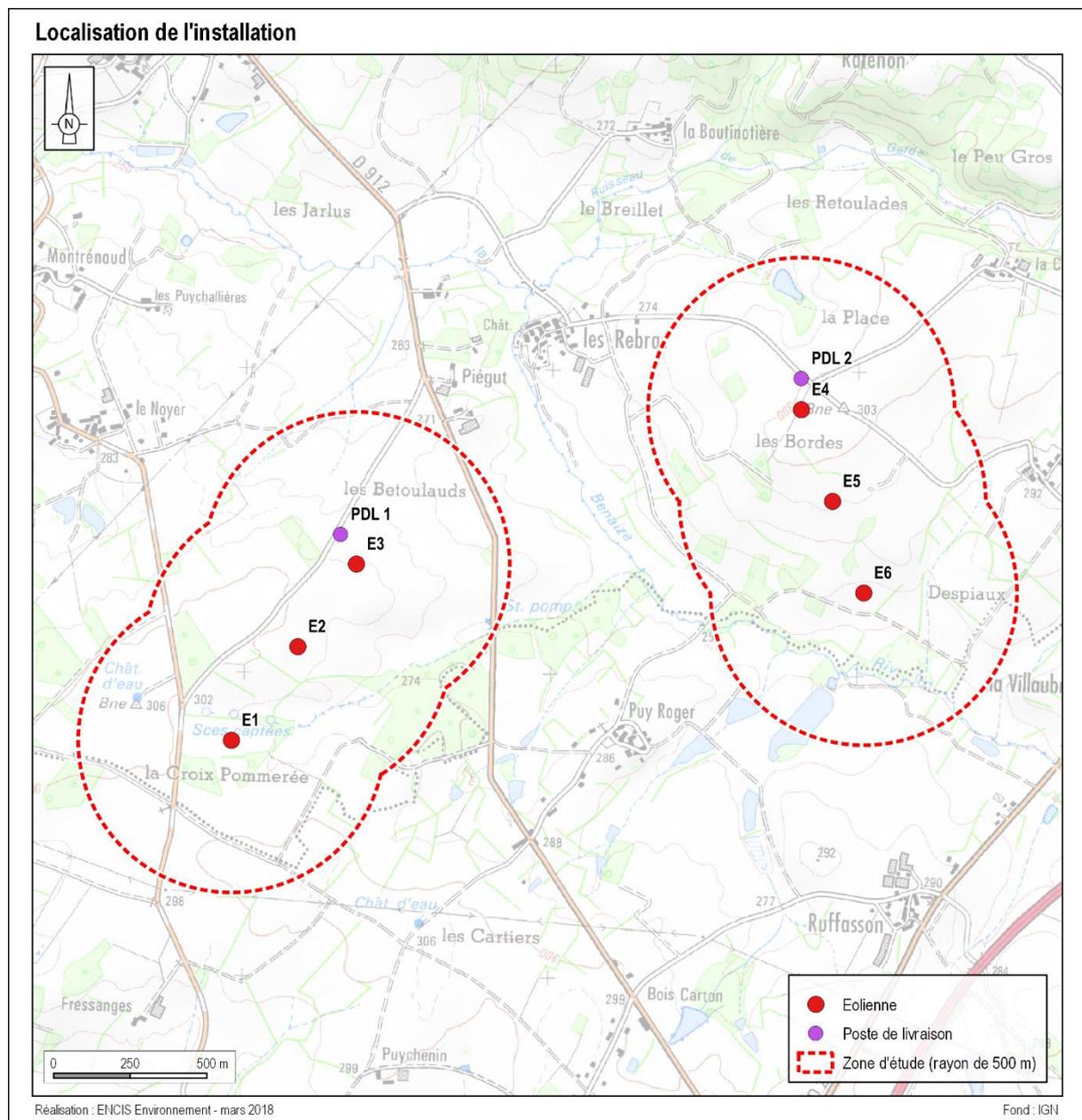
## 2.3. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

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 de l'étude de danger.

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

Seront appelées dans la suite du document « zone d'étude » les aires d'étude des éoliennes, définies par un cercle de rayon inférieur ou égal à 500 m.



Carte 3 : Carte de situation de l'installation (Source : ENCIS Environnement)

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

#### 3.1. ENVIRONNEMENT

- Environnement humain :
  - Aucune habitation n'est présente dans la zone d'étude. Plusieurs hameaux sont toutefois situés de part et d'autre de cette zone. Les habitations les plus proches du projet sont localisées à 599 mètres (distance entre l'éolienne E4 et le lieu-dit des Rebras).
  - Concernant les zones urbanisables, la commune de Saint-Sulpice-les-Feuilles ne dispose pas de document d'urbanisme. La commune voisine d'Arnac-la-Poste est dotée d'une Carte Communale. Les zones urbanisables les plus proches du site correspondent au lieu-dit de la Villaubrun, à 792 mètres de l'éolienne E6.
  - Aucun Etablissement Recevant du Public (ERP) n'est présent dans les limites de la zone d'étude.
  - Il n'y a aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) au sein de la zone d'étude. L'ICPE la plus proche est située à 7,2 km à l'est sud-est de l'éolienne E6.
  - Il n'y a pas d'installation nucléaire dans la zone d'étude ou à proximité, la plus proche se localise à Civaux, à environ 140 km du site.
  - Des bâtiments agricoles sont référencés autour de la zone d'étude mais aucun ne se situe dans les 500 m autour des éoliennes.
  - Un château d'eau est localisé à 349 m à l'ouest de l'éolienne E1.
  - Une station de pompage se trouve à 474 m au sud-est de l'éolienne E3, le long de la D912, mais elle est abandonnée.
  - Deux postes de transformation HTA/BT se trouvent au sein de la zone d'étude, à 276 m au sud-ouest de l'éolienne E1 et à 473 m au sud-est de l'éolienne E3.
  - Une cabane est localisée au bord de l'étang situé au nord de l'éolienne E4. Elle se trouve à 448 m de cette dernière.
  - Des chemins de randonnées sont recensés au sein de la zone d'étude. Les chemins les plus proches passent à 283 m au sud-ouest de l'éolienne E1 et à 69 m au sud de l'éolienne E6.
- Environnement naturel :
  - ✓ Contexte climatique :
    - A la station de Limoges Bellegarde, la température moyenne annuelle est de 11,4°C. L'amplitude thermique reste modérée, de l'ordre de 15 °C. D'après cette même station, en moyenne sur la période 1981 - 2010, il y a eu 40 jours de gel par an (jour avec des températures inférieures à 0°C), principalement entre les mois de novembre à avril.
    - Les précipitations enregistrées à la station de Limoges Bellegarde sont de 1 023,5 mm/an.
    - D'après l'analyse de la rose des vents de cette station, les vents dominants suivent principalement un axe sud-ouest / nord-est.
  - ✓ Risques naturels :
    - D'après les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255, le site d'étude est en zone de sismicité 2 soit une probabilité d'occurrence des séismes faible.
    - D'après la base de données du BRGM qui recense tous les mouvements de terrain, le risque de mouvement de terrain existe en Haute-Vienne. Les bases de données ne démontrent pas de mouvement de terrain connus sur le secteur, néanmoins, les études géotechniques préalables à la construction du projet permettront de statuer précisément sur ce risque et de dimensionner les fondations en fonction.
    - Des cavités souterraines sont recensées à Saint-Sulpice-les-Feuilles. La plus proche est un ouvrage civil localisé à 930 m au nord-est de l'éolienne E4, ainsi elle n'est pas incluse dans l'aire d'étude de 500 m. Les études géotechniques préalables à la construction du projet permettront de statuer précisément sur ce risque et de dimensionner les fondations en fonction.
    - Les éoliennes du projet de Saint-Sulpice-les-Feuilles se trouvent sur une zone où l'aléa retrait/gonflement des argiles est a priori nul (source : georisques.gouv.fr). Des sondages géotechniques permettront, en amont de la construction, de préciser la nature argileuse des sols et le risque associé et devront être pris en compte pour le dimensionnement des fondations.

- Le nombre moyen d'impacts de foudre au sol par km<sup>2</sup> et par an est de 0,98 pour la zone d'étude. La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France, est de 1,53 arcs/km<sup>2</sup>/an.
- La station de Limoges-Bellegarde a enregistré des vitesses de vent maximales de 41 m/s en décembre 1999.
- Aucun massif forestier présentant un risque de feux de forêt ne se trouve sur la commune de Saint-Sulpice-les-Feuilles. La zone d'étude n'est par conséquent pas soumise au risque feu de forêt. Néanmoins, il est nécessaire de respecter les préconisations exprimées par le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) de la Haute-Vienne.
- Le site se trouve au plus proche à 183 m des zones inondables. Les zones à risque se situent dans les fonds de vallée de la rivière de la Benaize. Le site se trouve à une altitude minimale de 270 m alors que les zones inondables quant à elles, se situent à une hauteur comprise entre 250 et 260 m. Le site de Saint-Sulpice-les-Feuilles n'est donc pas exposé au risque inondation.
- D'après le BRGM, le niveau de risque de remontée de nappe dans le socle est fort pour l'ensemble des éoliennes du projet de Saint-Sulpice-les-Feuilles. L'étude géotechnique prévue en amont des travaux précisera ces données.
- Environnement matériel :
  - Le principal axe routier présent dans le secteur est l'autoroute A20, située au plus proche à 1 km à l'est de l'éolienne E6.
  - Les routes départementales les plus proches sont les routes D220, D912 et D84. La D220 est à 846 m à l'est de l'éolienne E6. Les routes D912 et D84 sont localisées dans la zone d'étude, respectivement à 450 m à l'est de l'éolienne E3 et à 168 m à l'ouest de l'éolienne E1. En plus des routes locales, des chemins agricoles et sentiers sont présents dans la zone d'étude.
  - Le site n'est pas concerné par une servitude ferroviaire, la voie ferrée la plus proche se trouve à 5,8 km à l'est de l'éolienne E6.
  - Aucun cours d'eau navigable, aucun canal et écluse ne sont présents sur la zone d'étude.
  - Le projet éolien est en dehors des servitudes aéronautiques de dégagements et de couloirs aériens militaires. Le projet éolien n'est pas concerné par une servitude ou une contrainte aéronautique civile rédhitoire.
  - Les éoliennes se situent en dehors de zone de protection de radar.
  - Aucune zone de vol privée ne se situe dans un périmètre de 2 km autour du site.
  - Une ligne THT orientée est / ouest passe en bordure de la zone d'étude, à 498 m au sud de l'éolienne E1.
  - Trois faisceaux hertziens traversent la zone d'étude. Le faisceau le plus proche est exploité par Orange et passe entre les éoliennes E4 et E5. Il se trouve au plus proche à 77 m au nord-ouest de E5.
  - Aucune canalisation de transport de gaz, d'hydrocarbures liquides ou de produits toxiques n'est incluse dans la zone d'étude.
  - Aucune station d'épuration n'est présente sur et aux alentours de la zone d'étude.
  - Deux captages d'alimentation en eau potable abandonnés sont recensés au sein de la zone d'étude et font l'objet de périmètres de protection immédiate et rapprochée. L'éolienne E1 se trouve au sein d'un périmètre de protection rapprochée. Les périmètres de protection de ces captages, couverts par une DUP, ont fait l'objet d'une demande d'abrogation (décision prise par le Conseil Municipal d'Arnac-la-Poste, propriétaire de ces captages, le 16/10/2018). Les arrêtés d'abrogation ont été signés le 26/03/2019. Ces captages seront toutefois utilisés à des fins agricoles (d'après le compte rendu du Conseil Municipal). Toujours d'après la Mairie d'Arnac-la-Poste, des opérations d'entretien des alentours des captages seront réalisées. Ces opérations auront lieu au printemps et en automne.
  - Plusieurs canalisations traversent la zone d'étude, entre la RD 912 et la RD 84. Ces canalisations passent au plus proche à 70 m au nord de l'éolienne E4.
  - Aucun autre ouvrage public n'est situé dans la zone d'étude.

### 3.2. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE

En conclusion de ce chapitre de l'étude de dangers, la cartographie suivante permet d'identifier **dans la zone d'étude globale (500 m) puis dans les autres zones d'études<sup>1</sup>** les enjeux humains exposés ainsi que la localisation des biens, infrastructures et autres établissements.

#### **Biens, infrastructures et autres établissements**

Dans la zone d'étude, nous avons recensé en tant qu'infrastructures :

- Les chemins d'exploitation et plateformes des éoliennes ;
- Les chemins agricoles ;
- Les chemins de randonnée passant au sud des éoliennes E1 et E6 ;
- Les deux captages destinés à un usage agricole, à proximité de l'éolienne E1 ;
- Le château d'eau situé à l'ouest de l'éolienne E1 ;
- La station de pompage située au sud-est de l'éolienne E3 ;
- Les postes électriques situés au nord-ouest de l'éolienne E1 et au sud-est de l'éolienne E3 ;
- Les routes communales reliant les lieux-dits environnants ;
- Les routes départementales D912 et D84.

#### **Enjeux humains**

La méthode de comptage des enjeux humains est basée sur la fiche n°1 de la Circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Elle permet d'estimer le nombre de personnes susceptibles d'être rencontrées suivants les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) présents dans la zone d'étude. Elle permettra ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques.

Les enjeux pris en compte pour les routes départementales D912 et D84 traversant la zone d'étude ont été estimés en fonction des données transmises par le pôle déplacement et aménagement du Conseil Départemental de la Haute-Vienne. La fréquentation de ces routes est de respectivement 1 848 et 155 véhicules/jour. Ces routes sont donc considérées comme non structurantes (fréquentation < à 2 000 / jour).

La fiche n°1 de la Circulaire du 10 mai 2010 précise que les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicule/jour) sont comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

Dans la zone d'étude, nous recensons des terrains non bâtis de deux types :

- terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, bois), où l'on comptera 1 personne exposée par tranche de 100 ha,
- terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes telles que les routes communales, la D912 et la D84, chemins agricoles, ...), où l'on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.

D'après la Mairie d'Arnac-la-Poste, propriétaire des deux captages présents à proximité de l'éolienne E1, l'entretien des alentours des captages sera réalisé par une équipe de 2 à 3 personnes (pour chaque captage), au printemps et à l'automne. Les enjeux humains sont donc estimés à 3 personnes au maximum.

Les enjeux humains pour le château d'eau ont été estimés à 2 personnes pour la maintenance (passage hebdomadaire du personnel) et à 3 personnes pour le lavage du réservoir, une fois par an.

---

<sup>1</sup> Voir parties 7 et 8 de l'étude de dangers pour la définition des scénarios et des zones d'étude

« 3 » sera donc le maximum pris<sup>2</sup>. Ces interventions, ponctuelles, peuvent durer en moyenne 10 minutes en moyenne et le lavage du réservoir prend en moyenne 4h.

D'après la Mairie de Saint-Sulpice-les-Feuilles, la station de pompage est aujourd'hui abandonnée. Aucun enjeu humain n'y est donc associé.

Les enjeux humains liés aux deux postes électriques sont estimés à 2 personnes pour chacun des postes<sup>3</sup>.

Les enjeux humains pour la cabane de loisirs sont estimés à 10 personnes<sup>4</sup>. Ces personnes seraient présentes de manière ponctuelle, en période estivale.

Pour les chemins de promenade de randonnée, nous compterons 2 personnes pour 1 km, en considérant que ces chemins sont peu fréquentés (moins de 100 promeneurs/jour en moyenne).

Les surfaces ont été calculées en utilisant un logiciel de SIG<sup>5</sup>, tout en s'appuyant sur la cartographie au 1 : 25 000, le site géoportail pour les photos aériennes et le plan de masse fourni par le client. Ces données ont permis de calculer à un instant t les différentes répartitions des terrains non bâtis (dont les chemins empruntés par les véhicules agricoles). Des évolutions dans le futur peuvent avoir lieu et ne sont donc pas prises en compte.

---

<sup>2</sup> Sans réponse de la part de l'opérateur consulté, les enjeux humains ont été estimés à 3 personnes d'après notre expérience.

<sup>3</sup> D'après ENEDIS.

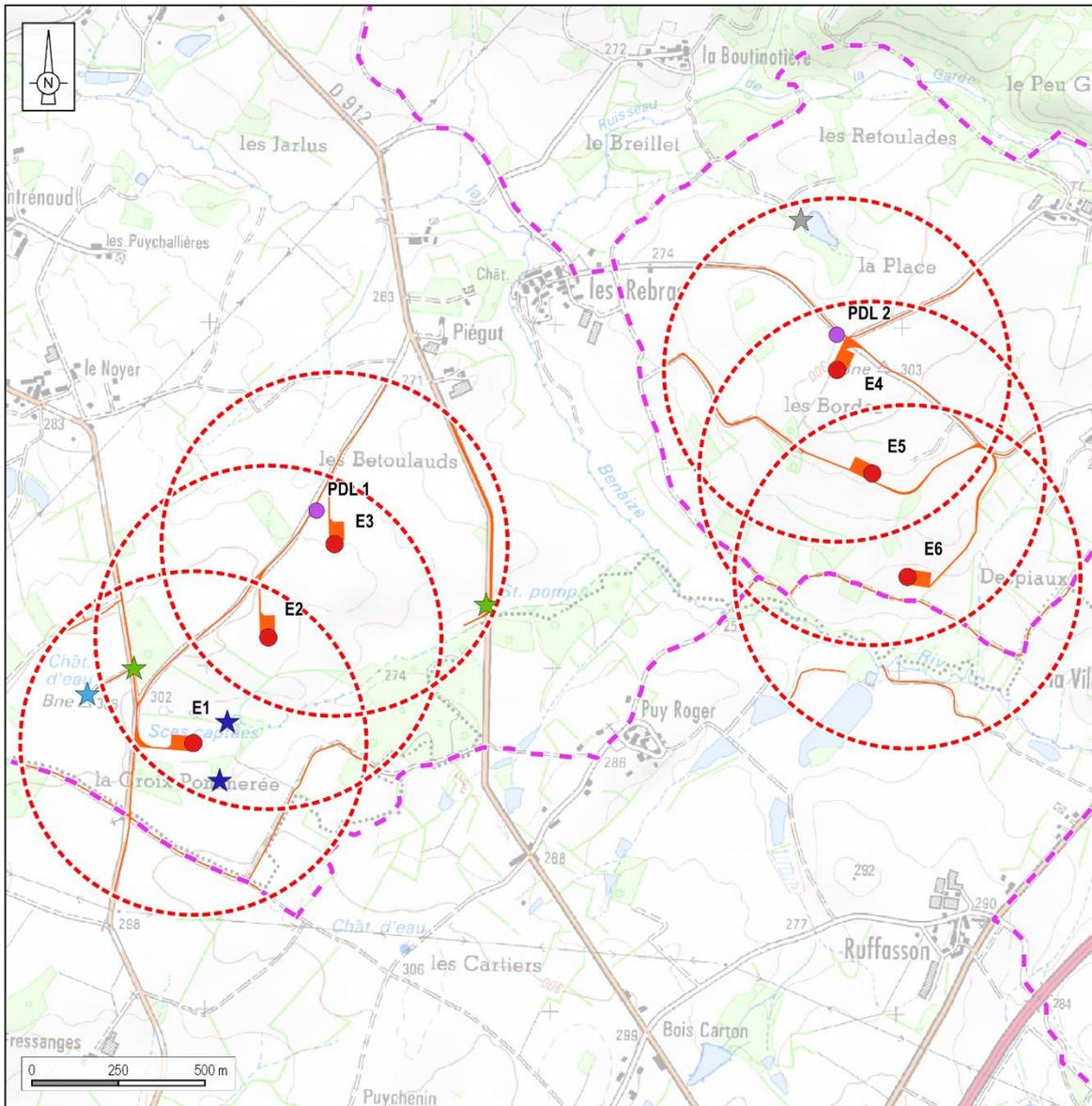
<sup>4</sup> Sans réponse de la part du propriétaire, les enjeux humains ont été estimés à 10 personnes maximum. La Mairie de Saint-Sulpice-les-Feuilles précise que cette cabane est rarement fréquentée, uniquement en période estivale et pour des activités familiales.

<sup>5</sup> SIG : Système d'Information Géographique / logiciel utilisé : Qgis

<i>Eolienne</i>	<i>Ensemble homogène</i>	<i>Surface (ha) ou Linéaire (km)</i>	<i>Règle de calcul</i>	<i>Enjeux humains (EH)</i>	<i>Enjeux humains totaux</i>
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,573	1 pers/100 ha	0,76573	13,60443
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,967	1 pers/10 ha	0,1967	
	Captage	-	Nombre de personnes max	6	
	Château d'eau	-	Nombre de personnes max	3	
	Chemin de randonnée	0,821	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	1,642	
	Poste électrique	-	Nombre de personnes max	2	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,704	1 pers/100 ha	0,76704	8,95064
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,836	1 pers/10 ha	0,1836	
	Captage	-	Nombre de personnes max	6	
	Poste électrique	-	Nombre de personnes max	2	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,973	1 pers/100 ha	0,76973	2,92643
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,567	1 pers/10 ha	0,1567	
	Poste électrique	-	Nombre de personnes max	2	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,744	1 pers/100 ha	0,76744	10,94704
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,796	1 pers/10 ha	0,1796	
	Cabane de pêche	-	Nombre de personnes max	10	
E5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,568	1 pers/100 ha	0,76568	2,73888
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,972	1 pers/10 ha	0,1972	
	Chemin de randonnée	0,888	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	1,776	
E6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,329	1 pers/100 ha	0,76329	3,71439
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,211	1 pers/10 ha	0,2211	
	Chemin de randonnée	1,365	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	2,73	

Tableau 1 : Enjeux humains par éolienne

**Cartographie des risques : scenario projection de pales ou de fragments**



<b>Projet</b>	Zone d'effet : projection de pales ou de fragments	Château d'eau	Chemin de randonnée
Eolienne	<b>Enjeux</b>	Poste électrique	Terrain aménagé mais peu fréquenté
Poste de livraison	Captage	Cabane	

Réalisation : ENCIS Environnement - octobre 2019

Source : IGN

**Carte 4 : Synthèse des enjeux à protéger (Source : ENCIS Environnement)**

## 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 5), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrite précédemment.

### 4.1. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

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 (plateformes, raccordement électrique inter-éolienne, poste de livraison et chemins d'accès).

#### ❖ Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton 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.
- **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 aérienne.

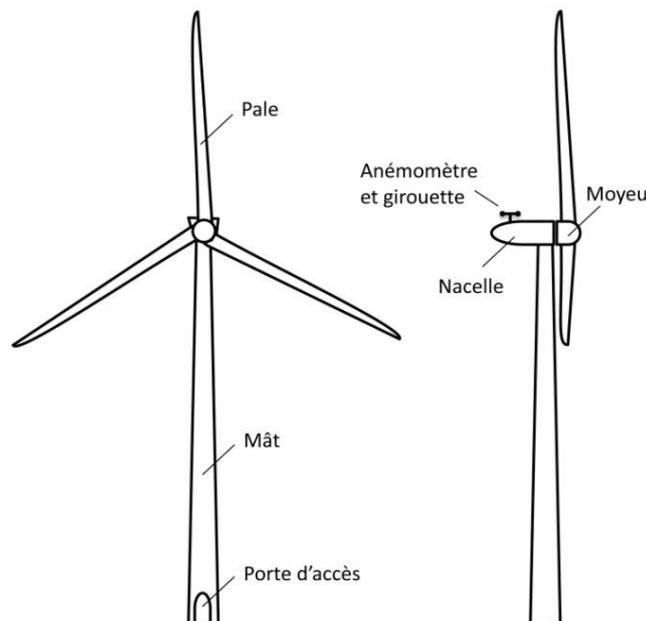
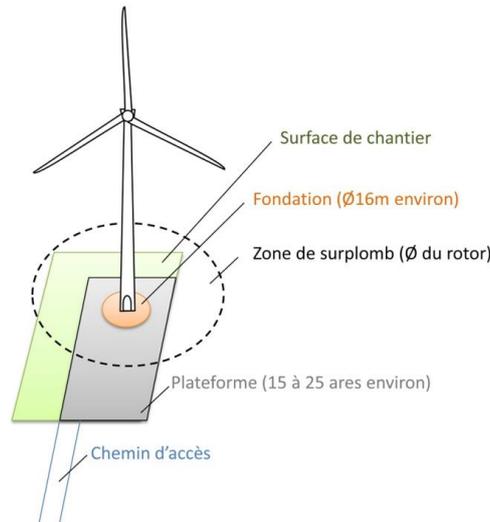


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur



**Figure 2 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne**

(Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale)

❖ 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 constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

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

#### 4.2. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien est composé de 6 aérogénérateurs et de deux postes de livraison.

Cinq aérogénérateurs différents sont envisagés pour le projet : des N131 de 3 MW ou 3,6 MW du fabricant NORDEX ; des GE120 de 2,75 MW du fabricant Général Electric, des M120 et M126 d'une puissance de 2,3 MW du fabricant Senvion, des V120 de 2,2 MW ou des V138 de 3 MW du fabricant Vestas.

La hauteur totale est de 150 à 165 m suivant les aérogénérateurs. En effet, le type des éoliennes peut être l'un de ceux décrits ci-après :

- GE120 de 2,75 MW du fabricant Général Electric,
- V120 de 2,2 MW du fabricant Vestas,
- V138 de 3 MW du fabricant Vestas,
- M120 de 2,3 MW du fabricant Senvion,
- M126 de 2,3 MW du fabricant Senvion,
- N131 de 3 MW ou 3,6 MW du fabricant NORDEX.

Caractéristiques	GE 120 - 2,75 MW	Vestas V120 - 2,2 MW	Vestas V138 - 3 MW	Senvion M120 - 2,3 MW	Senvion M126 - 2,3 MW	Nordex N131 - 3 MW / 3,6 MW
Hauteur de moyeu	98,3 m	92 m	96 m	90 m	87 m	99 m
Diamètre du rotor	120 m	120 m	138 m	120 m	126 m	131 m
Hauteur en bout de pale	158,3 m	152 m	165 m	150 m	150 m	164,5 m

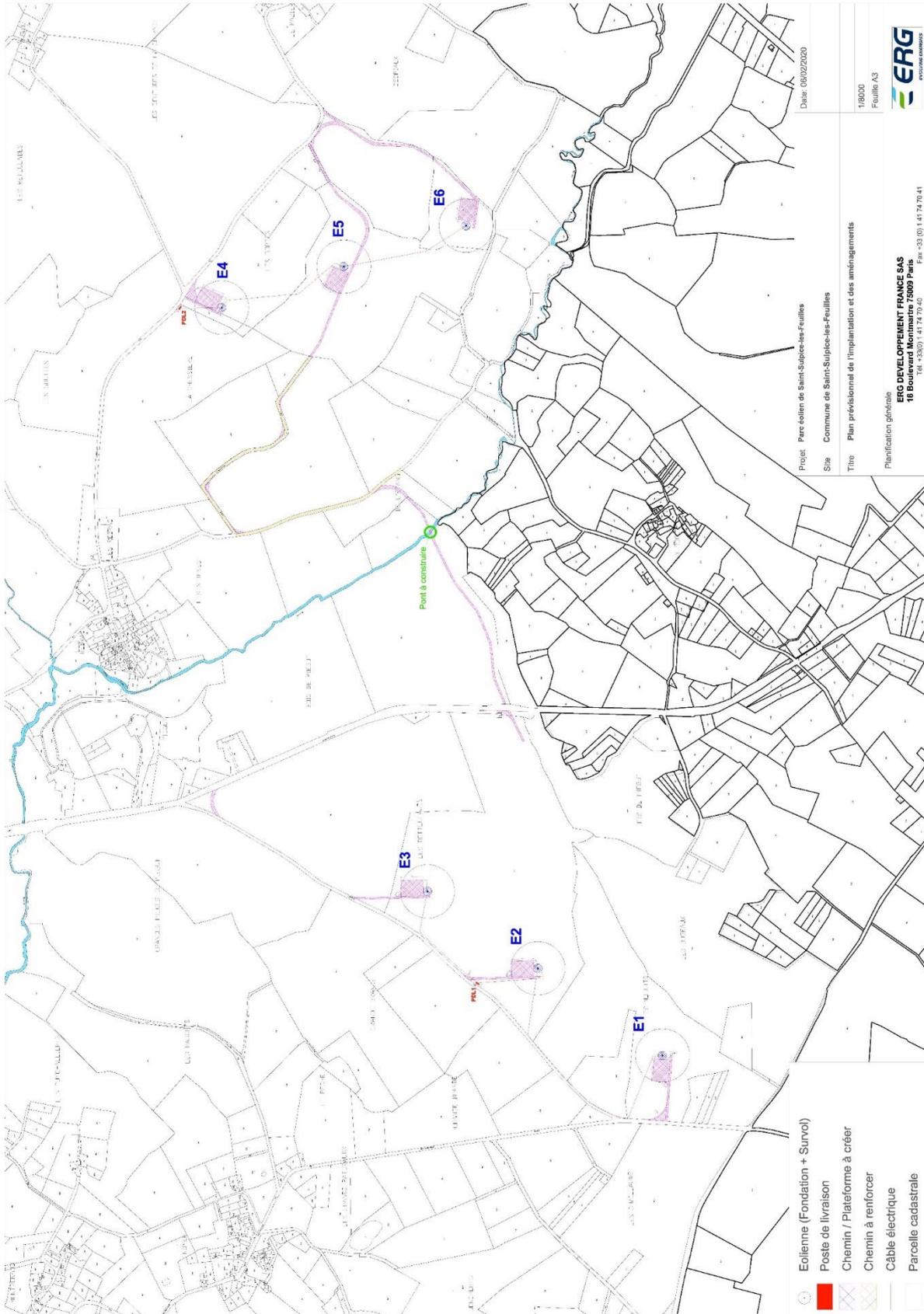
**Tableau 2 : Caractéristiques des éoliennes envisagées**

Le projet est un parc d'une puissance totale comprise entre 13,2 MW et 21,6 MW.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs, des postes de livraison et du mât d'exploitation :

EOLIENNE	Type	Commune	Section	N° parcelle	Altitude au sol	Hauteur	Altitude NGF en bout de pale	Lambert 93	
								X	Y
E1	N131/GE120 M120/M126/V120/V138	Saint-Sulpice les-Feuilles	Z	594	295 m	150 à 165 m	445 à 460 m	574954	6577964
E2	N131/GE120 M120/M126/V120/V138	Saint-Sulpice les-Feuilles	X	499	296 m	150 à 165 m	446 à 461 m	575170	6578271
E3	N131/GE120 M120/M126/V120/V138	Saint-Sulpice les-Feuilles	X	499	291 m	150 à 165 m	441 à 456 m	575362	6578543
E4	N131/GE120 M120/M126/V120/V138	Saint-Sulpice les-Feuilles	Y	332	304 m	150 à 165 m	454 à 469 m	576813	6579050
E5	N131/GE120 M120/M126/V120/V138	Saint-Sulpice les-Feuilles	X	480	292 m	150 à 165 m	442 à 457 m	576915	6578749
E6	N131/GE120 M120/M126/V120/V138	Saint-Sulpice les-Feuilles	Y	306	267 m	150 à 165 m	417 à 432 m	577017	6578448
PDL 1	-	Saint-Sulpice les-Feuilles	X	499	287 m	2,67 m	289,67	575310	6578640
PDL 2	-	Saint-Sulpice les-Feuilles	X	469	299 m	2,67 m	301,67	576813	6579152
Mat d'exploitation	-	Saint-Sulpice les-Feuilles	X	499	-	-	-	575199	6578415

**Tableau 3 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison**



Carte 5 : Plan détaillé du parc éolien de Saint-Sulpice (Source : ERG)

### 4.3. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par la girouette qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent donnée (environ 2 m/s), et c'est seulement à partir de la vitesse de couplage au réseau que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne, comme son nom l'indique, plus rapidement. 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 la vitesse minimale nécessaire à la production maximale, on parle de production nominale.

L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, dépasse la vitesse maximale de fonctionnement, l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

**Pour le projet de Saint-Sulpice-les-Feuilles, les caractéristiques maximales sont de l'ordre de :**

- Vitesse de couplage au réseau : 3 m/s ;
- Vitesse minimale nécessaire à la production maximale : 11 m/s ;
- Vitesse de mise en drapeau : jusqu'à 24 m/s

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

Le porteur de projet a effectué plusieurs choix techniques au cours de la conception du projet afin de réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Il a été choisi par le porteur de projet de respecter un éloignement d'au minimum 500 m autour des habitations, par rapport aux exigences issues de la Loi Grenelle II ; de plus, l'analyse des servitudes qui grèvent le terrain et les réponses transmises par les différents services administratifs consultés ont participé au choix de localisation, de définition de l'aire d'étude et de l'implantation des éoliennes.

Le contexte essentiellement agricole de l'environnement du projet et l'absence d'autres sources de dangers à proximité (ICPE SEVESO, ...) réduit les possibilités de mise en œuvre d'autres actions préventives.

En outre, les mesures générales de prévention limitant les risques d'accident sur le parc éolien de Saint-Sulpice-les-Feuilles sont les suivantes :

- les fournisseurs des éoliennes et assurant leur maintenance, disposent d'un système de management HSE respecté par tous leurs salariés.
- le respect des règles de conduite et la limitation de la vitesse de circulation des engins et véhicules seront imposés. Un plan de circulation sera établi pour l'accès depuis les routes les plus proches.
- les interventions se font par du personnel possédant l'habilitation électrique et la législation du travail dans les installations en hauteur, après visite de conformité par un organisme de contrôle agréé. Les techniciens sont formés, entraînés et autorisés. Ils sont équipés de leurs EPI.

- des procédures d'installation et de maintenance claires et détaillées seront disponibles pour chacun des équipements.
- le design et l'assemblage des équipements respectent les normes en vigueur et normes constructeur.

Pour ce projet, la réduction des potentiels de danger à la source est donc principalement intervenue par le choix d'aérogénérateurs fiables, disposant de systèmes de sécurité performants et conformes à la réglementation en vigueur.

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

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

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

### 6.1. PRISE EN COMPTE DE L'ÉOLIENNE « MAXIMISANTE »

Afin de caractériser les différents scénarios retenus, nous utiliserons les données suivantes :

Élément		Sigle	Dimensions de la GE 120 - 2,75 (m)	Dimensions de la Vestas V120 (m)	Dimensions de la Vestas V138 (m)	Dimensions de la Senvion M120 (m)	Dimensions de la Senvion M126 (m)	Dimensions de la Nordex N131 (m)
Mât	Hauteur de moyeu	H	98,3	92	96	90	99	99
	Base	L	4,3	4,3	4,3	4,3	4,25	4,25
Pale	Longueur	R	58,7	60	67,9	58,7	64,7	64,7
	Largeur la plus importante	LB	3,98	3,9	4	3,4	3,935	3,935
Rotor	Diamètre	D	120	120	138	120	131	131

Tableau 4 : Caractéristiques des éoliennes (Source : GE, Vestas, Senvion, Nordex)

Considérant ces dimensions, le calcul des zones d'effets par modèle d'éolienne est le suivant :

Zone d'effet	Effondrement (m)	Chute de glace (m)	Chute d'éléments (m)	Projection éléments (m)	Projection de glace (m)
GE 120	158,3	60	60	500	327,5
Vestas V120	152	60	60	500	318
Vestas V138	165	69	69	500	351
Senvion M120	150	60	60	500	315
Senvion M126	150	63	63	500	319,5
Nordex N131 3	164,5	65,5	65,5	500	345

Tableau 5 : Calcul des zones d'effet en fonction des caractéristiques des éoliennes

Le calcul du degré d'exposition et de l'intensité par modèle est le suivant :

Modèle		Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection éléments	Projection de glace
GE 120	Degré d'exposition	0,98	0,01	1,03	0,01	0,00030
	Intensité	modérée	modérée	forte	modérée	modérée
Vestas V120	Degré d'exposition	1,03	0,01	1,03	0,01	0,00031
	Intensité	forte	modérée	forte	modérée	modérée
Vestas V138	Degré d'exposition	0,96	0,01	0,91	0,02	0,00026
	Intensité	modérée	modérée	modérée	modérée	modérée
Senvion M120	Degré d'exposition	0,97	0,01	0,88	0,01	0,00032
	Intensité	modérée	modérée	modérée	modérée	modérée
Senvion M126	Degré d'exposition	0,97	0,01	0,84	0,01	0,00031
	Intensité	modérée	modérée	modérée	modérée	modérée
Nordex N131	Degré d'exposition	0,94	0,01	0,94	0,02	0,00027
	Intensité	modérée	modérée	modérée	modérée	modérée

Tableau 6 : Calcul des zones d'effet en fonction des caractéristiques des éoliennes

Le porteur de projet a choisi d'analyser les scénarii en prenant en compte les zones d'effet les plus étendues et les intensités majorantes. Conformément aux tableaux ci-dessus, l'étendue maximale des zones d'effet et les niveaux d'intensité majorants sont :

Scenario	Zone d'effet (V138)	Intensité (V120)
Effondrement	165 m	forte
Chute de glace	69 m	modérée
Chute d'éléments de l'éolienne	69 m	forte
Projection de pales ou de fragments de pales	500 m	modérée
Projection de glace	351 m	modérée

Tableau 7 : Caractéristiques retenues pour l'analyse des scénarii

Ainsi, les zones d'effet et les enjeux humains sont réalisés à partir des caractéristiques de la V138 et les calculs d'intensité prennent en compte les caractéristiques de la V120.

## 6.2. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS

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

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de l'éolienne en bout de pale 164,5 m	Rapide	Exposition forte	D	Sérieux pour E2 à E6 Important pour E1
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol 65,5 m	Rapide	Exposition forte	C	Sérieux
Chute de glace	Zone de survol 65,5 m	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré
Projection de pale ou de morceau de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieux pour E2, E3, E5 et E6 Important pour E1 et E4
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne 345 m	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée pour E2, E3, E4 et E5 Sérieux pour E1 <sup>6</sup> et E6

Tableau 8 : Paramètres de risques

<sup>6</sup> Total prenant en compte le fait que l'entretien des captages proches de E1 sont réalisés au printemps et à l'automne, lorsqu'il n'y a pas de gel.

### 6.2.1. 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.

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Projection de pale ou de fragment de pale pour E1 et E4 Effondrement de l'éolienne pour E1			
Sérieux		Projection de pale ou de fragment de pale pour E2, E3, E5 et E6 Effondrement de l'éolienne pour E2, E3, E4, E5 et E6	Chute d'élément de l'éolienne	Projection de glace pour E1 et E6	
Modéré				Projection de glace pour E2, E3, E4 et E5	Chute de glace

Légende de la matrice :

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

Tableau 9 : Matrice de criticité

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

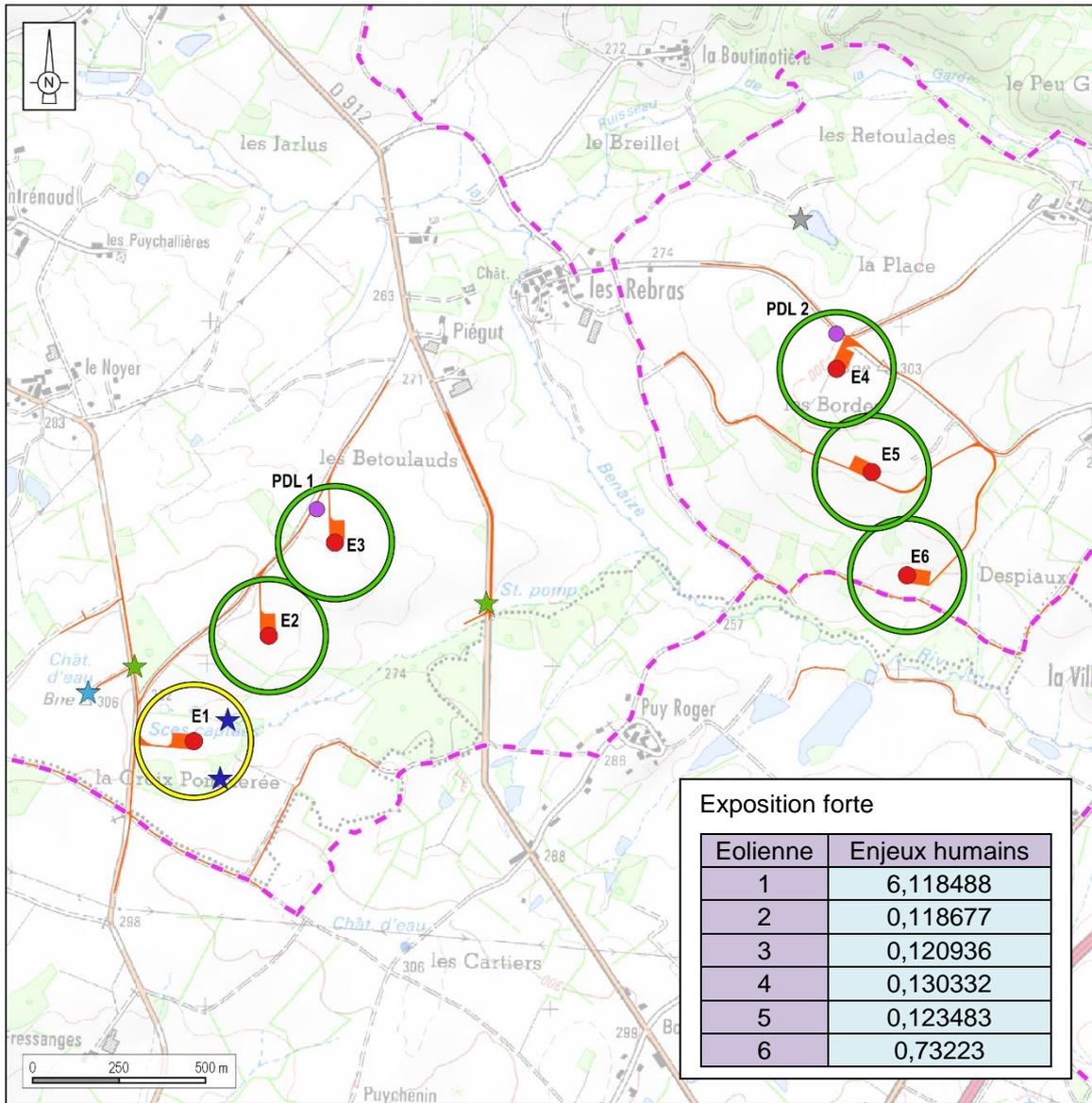
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- cinq types d'accident (chute de glace, chute d'élément, effondrement pour E1, projection de glace pour E1 et E6 et projection de pale pour E1 et E4) figurent en case jaune. Il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 sont mises en place.

**Le niveau de risque pour chaque scénario et pour chaque éolienne est jugé comme acceptable.**

### 6.2.2. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

Les cartographies pages suivantes présentent pour chaque scénario et chaque éolienne la zone d'effet, les enjeux identifiés, l'intensité des phénomènes dangereux et le nombre de personnes exposées.

**Cartographie des risques : scenario effondrement**



**Exposition forte**

Eolienne	Enjeux humains
1	6,118488
2	0,118677
3	0,120936
4	0,130332
5	0,123483
6	0,73223

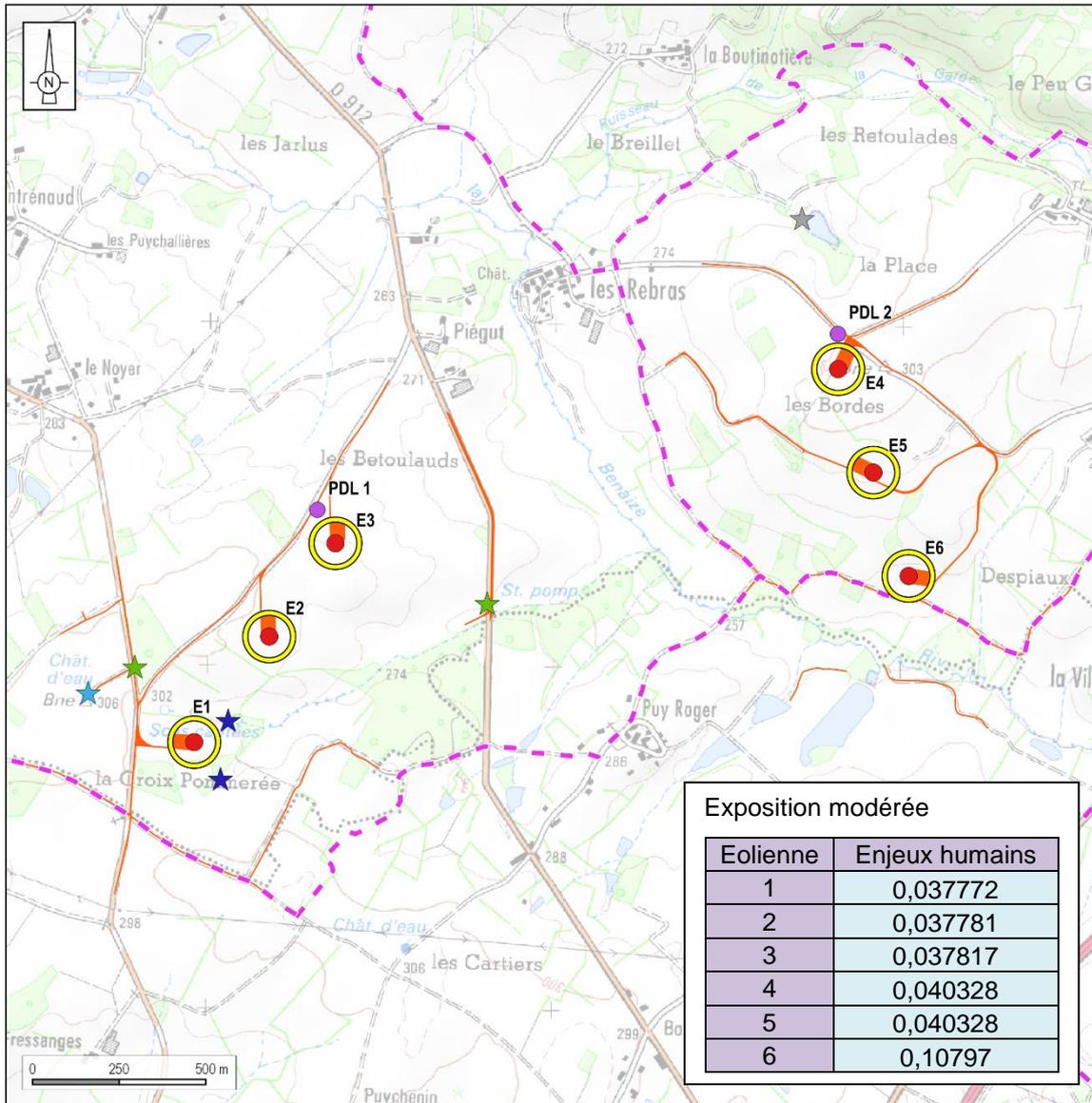
<b>Projet</b>	Périètre de risque : risque très faible	<b>Enjeux humains</b>	Poste électrique	Terrain aménagé mais peu fréquenté
Eolienne	Périètre de risque : risque faible	Captage	Cabane	
Poste de livraison		Château d'eau	Chemin de randonnée	

Réalisation : ENCIS Environnement - octobre 2019

Source : IGN

**Carte 6 : Cartographie des risques – scenario : effondrement (Source : ENCIS Environnement)**

**Cartographie des risques : scenario chute de glace**



Exposition modérée

Eolienne	Enjeux humains
1	0,037772
2	0,037781
3	0,037817
4	0,040328
5	0,040328
6	0,10797

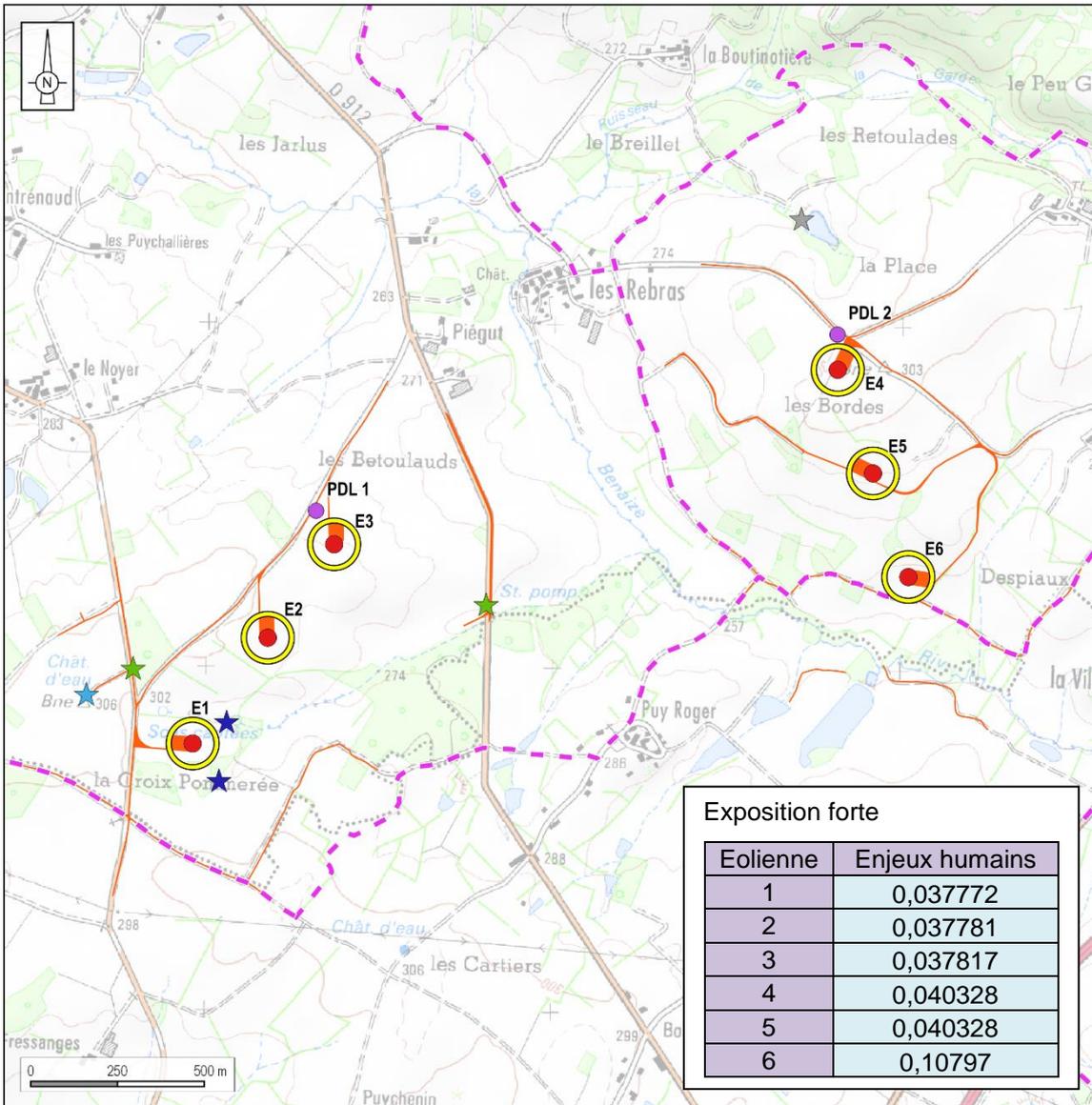
<b>Projet</b>	Périètre de risque : risque faible	Château d'eau	Chemin de randonnée
Eolienne	<b>Enjeux humains</b>	Poste électrique	Terrain aménagé mais peu fréquenté
Poste de livraison	Captage	Cabane	

Réalisation : ENCIS Environnement - octobre 2019

Source : IGN

**Carte 7 : Cartographie des risques – scenario : chute de glace (Source : ENCIS Environnement)**

Cartographie des risques : scénario chute d'éléments d'éolienne



Exposition forte

Eolienne	Enjeux humains
1	0,037772
2	0,037781
3	0,037817
4	0,040328
5	0,040328
6	0,10797

**Projet**

- Eolienne
- Poste de livraison

**Enjeux humains**

- Périmètre de risque : risque faible
- ★ Captage

**Autres symboles**

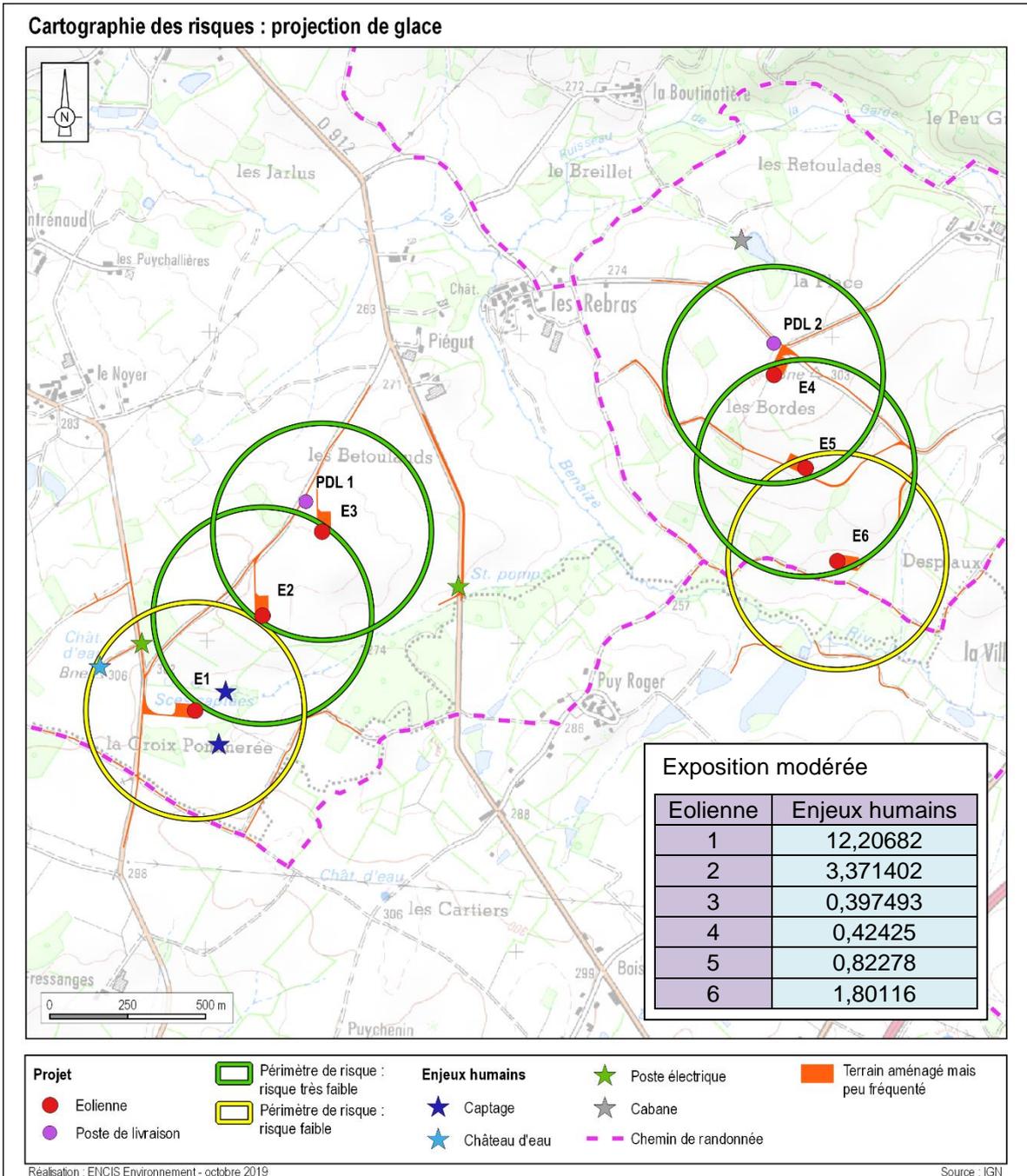
- ★ Château d'eau
- ★ Poste électrique
- ★ Cabane
- - - Chemin de randonnée
- - - Terrain aménagé mais peu fréquenté

Réalisation : ENCIS Environnement - octobre 2019

Source : IGN

Carte 8 : Cartographie des risques – scénario : chute d'élément (Source : ENCIS Environnement)





**Carte 10 : Cartographie des risques – scénario : projection de glace (Source : ENCIS Environnement)**

## 7. CONCLUSION

Suite à l'analyse menée dans cette étude de dangers, il ressort cinq accidents majeurs identifiés :

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

Pour chaque scénario, une probabilité a été calculée et une gravité donnée. Il en ressort que les risques sont très faibles (effondrement de l'éolienne pour les éoliennes E2, E3, E4, E5 et E6, projection de pale ou de morceau de pale pour E2, E3, E5, E6, projection de glace pour E2, E3, E4 et E5) et faibles (chute de glace, chute d'élément, effondrement pour E1, projection de pale ou de morceau de pale pour E1 et E4, projection de glace pour E1<sup>7</sup> et E6), mais dans tous les cas acceptables.

<b>Scénario</b>	<b>Probabilité</b>	<b>Gravité</b>	<b>Acceptabilité</b>
Effondrement de l'éolienne	D	Sérieux pour E2, E3, E4, E5 et E6 Important pour E1	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	C	Sérieux	Acceptable
Chute de glace	A	Modéré	Acceptable
Projection d'éléments	D	Sérieux pour E2, E3, E5 et E6 Important pour E1 et E4	Acceptable
Projection de glace	B	Modérée pour E2, E3, E4 et E5 Sérieux pour E1 <sup>8</sup> et E6	Acceptable

**Tableau 10 : Synthèse des scénarios et des risques**

L'exploitant, de par sa démarche en amont, a réussi à limiter les risques. En effet, il a choisi de s'éloigner des habitations et les distances aux différentes infrastructures (ERP, routes) sont suffisantes pour avoir un risque acceptable.

De plus, son installation est conforme à la réglementation en vigueur (arrêté du 26/08/2011 relatif aux ICPE) et aux normes de construction.

Afin de garantir un risque acceptable sur l'installation, l'exploitant a mis en place des mesures de sécurité (voir tableau suivant) et a organisé une maintenance périodique (trois mois après le début de l'exploitation, puis tous les six mois).

<sup>7</sup> En considérant que l'entretien des captages est réalisé à une au printemps et à l'automne, à une période où il n'y a pas de formation de gel.

<sup>8</sup> Total prenant en compte la période d'entretien des captages, hors période de formation de gel.

<b>Numéro de la fonction de sécurité</b>	<b>Fonction de sécurité</b>	<b>Mesures de sécurité</b>
1	<b>Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace</b>	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.
2	<b>Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace</b>	Panneautage en pied d'éolienne Eloignement des zones habitées et fréquentées
3	<b>Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques</b>	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice
4	<b>Prévenir la survitesse</b>	Détection de survitesse et système de freinage Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2) et EN 954-1
5	<b>Prévenir les courts-circuits</b>	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.
6	<b>Prévenir les effets de la foudre</b>	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur
7	<b>Protection et intervention incendie</b>	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de l'éolienne Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours
8	<b>Prévention et rétention des fuites</b>	Détecteurs de niveau d'huiles Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération Procédure d'urgence Kit antipollution
9	<b>Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)</b>	Surveillance des vibrations Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
10	<b>Prévenir les erreurs de maintenance</b>	Procédure maintenance
11	<b>Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort</b>	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite
12	<b>Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau</b>	Détection des défaillances du réseau électrique Batteries pour chaque système pitch Système d'alimentation sans coupure (UPS)
13	<b>Prévenir les risques liés aux opérations de chantier</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
14	<b>Prévenir la dégradation de l'état des équipements</b>	Inspection des équipements lors des maintenances planifiées Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes

Tableau 11 : Mesure de sécurité

## ANNEXES : DEFINITIONS

### CINETIQUE

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.

### INTENSITE

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 glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 [13] caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

Dans le cas de 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, chute de glace, effondrement et projection), deux valeurs de référence ont été retenues :

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

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

<b>Intensité</b>	<b>Degré d'exposition</b>
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.

**GRAVITE**

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.

<i>Intensité</i> <b>Gravité</b>	<b>Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte</b>	<b>Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte</b>	<b>Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée</b>
« <b>Désastreux</b> »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« <b>Catastrophique</b> »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« <b>Important</b> »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« <b>Sérieux</b> »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« <b>Modéré</b> »	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 »

**PROBABILITE**

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 :

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

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.