

Aménagement d'un parc éolien

Département de la Haute-Vienne
Commune de Saint-Sornin-Leulac

PIECE 4 - Etude de dangers

Réf : 2019-000143 Mai 2019

www.ectare.fr



SOMMAIRE

Sommaire	3
I. RESUME NON TECHNIQUE	5
1. Préambule	7
1.1. Objectif de l'étude de dangers	7
1.2. Contexte législatif et réglementaire	7
1.3. Nomenclature des installations classées	7
2. Informations générales concernant l'installation	7
2.1. Présentation du demandeur	7
2.2. Rédacteurs de l'étude de dangers	8
2.3. Localisation du site	8
2.4. Définition de l'aire d'étude	8
3. Synthèse de la description de l'environnement de l'installation	10
4. Description de l'installation	12
4.1. Caractéristiques et fonctionnement de l'installation	12
4.2. Fonctionnement des réseaux de l'installation	14
5. Identification des potentiels de dangers de l'installation	16
5.1. Potentiels de dangers liés aux produits	16
5.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	16
5.3. Réduction des potentiels de dangers à la source	16
6. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	16
6.1. Analyse de l'évolution des accidents en France	16
6.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents	17
6.3. Limites d'utilisation de l'accidentologie	17
7. Analyse préliminaire des risques	17
7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques	17
7.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	17
7.3. Recensement des agressions externes potentielles	18
7.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	18
7.5. Effets dominos	18
7.6. Mise en place des mesures de sécurité	18
7.7. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	18
8. Etude détaillée des risques	19
8.1. Rappel des définitions	19
8.2. Synthèse de l'étude détaillée des risques	20
8.3. Synthèse de l'acceptabilité des risques	20
9. Conclusion	24
II. ETUDE DE DANGERS	27
1. Préambule	29
1.1. Objectif de l'étude de dangers	30
1.2. Contexte législatif et réglementaire	30
1.3. Nomenclature des installations classées	31
2. Informations générales concernant l'installation	31
2.1. Renseignements administratifs	31
2.2. Localisation du site	32
2.3. Définition de l'aire d'étude	32
3. Description de l'environnement de l'installation	34
3.1. Environnement humain	34
3.2. Environnement naturel	42
3.3. Environnement matériel	44
3.5. Cartographie de synthèse	45
4. Description de l'installation	50
4.1. Caractéristiques de l'installation	50
4.2. Fonctionnement de l'installation	53
4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation	58
5. Identification des potentiels de dangers de l'installation	60
5.1. Potentiels de dangers liés aux produits	60
5.2. Potentiels de dangers liés aux phases de travaux	61
5.3. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	61
5.4. Réduction des potentiels de dangers à la source	63
6. Analyse des retours d'expérience	65
6.1. Inventaire des accidents et incidents en France	65
6.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international	66
6.3. Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant	67
6.4. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	67
6.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie	68
7. Analyse préliminaire des risques	68
7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques	68
7.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	68
7.3. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	69
7.4. Effets dominos	71
7.5. Mise en place des mesures de sécurité	71
7.6. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	77
8. Etude détaillée des risques	77
8.1. Rappel des définitions	77
8.2. Caractérisation des scénarios retenus	79
8.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques	88
9. Conclusion	93
III. ANNEXES	95
1. ANNEXE 1 – Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne	97
1.1. Terrains non bâtis	97
1.2. Voies de circulation	97



1.3. Logements _____	98
1.4. Etablissements recevant du public (ERP) _____	98
1.5. Zones d'activité _____	98
2. ANNEXE 2 – Tableau de l'accidentologie française _____	99
2.1. Accidentologie recensée par le groupe de travail SER/FEE entre 2000 et fin 2011 _____	99
2.2. Accidentologie recensée sur la base de données ARIA entre le 1er janvier 2012 et le 30 novembre 2016 _____	103
3. ANNEXE 3 – Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques _____	105
3.1. Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07) _____	105
3.2. Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02) _____	105
3.3. Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03) _____	106
3.4. Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06) _____	106
3.5. Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02) _____	106
3.6. Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10) _____	106
4. ANNEXE 4 – Probabilité d'atteinte et Risque individuel _____	107
5. ANNEXE 5 – Glossaire _____	107
6. ANNEXE 6 – Bibliographie et références utilisées _____	109

<i>Carte 10 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne SL01</i>	47
<i>Carte 11 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne SL02</i>	48
<i>Carte 12 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne SL03</i>	49
<i>Carte 13 : Présentation générale du projet La Longe</i>	52
<i>Carte 14 : Carte du réseau électrique de La longe</i>	59
<i>Carte 15 : Cartographie des risques pour SL01</i>	90
<i>Carte 16 : Cartographie des risques pour SL02</i>	91
<i>Carte 17 : Cartographie des risques pour SL03</i>	92

TABLE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Liste des communes concernées par le projet</i>	34
<i>Tableau 2 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison du projet La Longe</i>	51
<i>Tableau 3 : Exemples de normes et standards appliquées pour la construction des éoliennes</i>	54

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Illustration 1 : zonage sismique de la France (www.planseisme.fr)</i>	42
<i>Illustration 2 - Statistiques du foudroiement sur Saint-Sornin-Leulac (période d'analyse 2008 – 2017)</i>	43
<i>Illustration 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur</i>	50
<i>Illustration 4 - Phases de maintenance</i>	56
<i>Illustration 5 : Raccordement électrique des installations</i>	58
<i>Illustration 6 : Répartition des évènements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011.</i>	66
<i>Illustration 7 : Répartition des évènements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011</i>	66
<i>Illustration 8 : Répartition des causes premières d'effondrement</i>	67
<i>Illustration 9 : répartition des causes premières de rupture de pales</i>	67
<i>Illustration 10 : Répartition des causes premières d'incendie</i>	67
<i>Illustration 11 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées</i>	67

TABLE DES CARTES

<i>Carte 1 : « Zones d'étude » et implantation des éoliennes</i>	33
<i>Carte 2 : Communes inscrites dans le rayon d'affichage de 6 km autour des éoliennes</i>	35
<i>Carte 3 : Principaux bourgs autour du projet</i>	36
<i>Carte 4 : Voisinage autour des éoliennes</i>	38
<i>Carte 5 : Occupation agricole autour des éoliennes du projet La Longe</i>	39
<i>Carte 6 : Tourisme autour du projet d'implantation des éoliennes</i>	40
<i>Carte 7 : Implantation des éoliennes par rapport au contexte industriel</i>	41
<i>Carte 8 : Aléa retrait-gonflement des argiles au niveau du projet</i>	43
<i>Carte 9 : Infrastructures de transport autour du projet</i>	44



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 « La Longe ». 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 ;
- Par l'article R. 512-9 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.

1.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

Le projet éolien de La Longe comprend en tout 3 aérogénérateurs dont le mât aura une hauteur maximale de 95 m.

Conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2011-984 du 23 août 2011, cette installation est donc soumise à autorisation 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

Sources : *société.com* ; *Ostwind*

2.1. PRESENTATION DU DEMANDEUR

Pour chaque parc éolien français, Ostwind constitue une "société d'exploitation du parc éolien" (SEPE). Cette société porte les droits et autorisations du parc éolien. Elle est ainsi titulaire des autorisations de construire et d'exploiter, et également propriétaire du parc éolien. La société de projet est une société de droit français, détenue à 100% par Ostwind.

La demande d'autorisation d'exploiter le projet éolien La Longe est effectuée par la **Société d'Exploitation de Parc Eolien « La Longe »**.

Dénomination sociale	SEPE LA LONGE
Forme juridique	SARL unipersonnelle
Code SIRET	809 835 135 00017
Code APE	3511Z Production d'électricité
Nom du directeur	Fabien KAYSER
Coordonnées du siège social	03 90 22 73 40
Adresse du site	Espace Européen de l'Entreprise – 1 rue de Berne – 67300 SCHILTIGHEIM

OSTWIND

A ce jour, le groupe OSTWIND a planifié, construit et raccordé 540 éoliennes représentant une puissance de 920 mégawatts. Fort d'une équipe de près de 100 collaborateurs, OSTWIND couvre l'ensemble de la chaîne de valeur de l'éolien.

OSTWIND a développé et mis en service 127 éoliennes :

- Parcs éoliens du Canton de Fruges (62) – 70 éoliennes, 140 MW
- Parc éolien de Saint-Clément (07) – 2 éoliennes, 1,2 MW
- Parc éolien de Saint-Jacques de Néhou (50) – 5 éoliennes, 10 MW



- Parcs éoliens des Deux Rivières (54) – 19 éoliennes, 38 MW
- Parcs éoliens de l'Atrébatie (62) – 18 éoliennes, 54 MW
- Parc éolien d'Hucqueliers (62) – 6 éoliennes, 12 MW
- Parc éolien de Beaumetz-lès-Aire (62) - 2 éoliennes, 4,6 MW
- Parc éolien du Val d'Ay (07) - 5 éoliennes, 11,5 MW

OSTWIND construit actuellement ou s'apprête à construire prochainement les parcs éoliens suivants :

- Parcs éoliens du Pays-Haut-Val-d'Alzette (54/57) - 10 éoliennes, 20 MW
- Parc éolien de la Butte de Soigny (51) - 7 éoliennes, 14 MW
- Parcs éoliens de la Basse-Marche (87) - 24 éoliennes, 43,2 MW
- Parcs éoliens du Val de Nièvre (80) - 5 éoliennes, 10 MW

OSTWIND développe actuellement plusieurs projets dans toute la France. Les projets les plus avancés sont les suivants :

- Parc éolien de Delta Sèvre Argent (79) – 5 éoliennes, 15 MW
- Parcs éoliens du Val d'Origny (02) – 12 éoliennes, 39,6 MW
- Parc éolien de Oisemont (80) - 8 éoliennes, 24 MW
- Parcs éoliens d'Hallencourt (80) - 11 éoliennes, 36,3 MW
- Parcs éoliens de Fruges 2 (62) – 29 éoliennes, 79,3 MW
- Parc éolien de la Vallée de Kaysersberg (68) – 5 éoliennes, 11,5 MW

2.2. REDACTEURS DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a été réalisée par :

- Jérôme Segonds, directeur de projets « Territoires et biodiversité » au Cabinet ECTARE ;
- Céline Rigole, chargée d'affaires au Cabinet ECTARE ;
- Ingrid Rouvières, infographiste au Cabinet ECTARE.

2.3. LOCALISATION DU SITE

Le projet s'implante dans la région Nouvelle Aquitaine, au sein du département de la Haute-Vienne (87), à un peu plus d'1 km de Saint-Sornin-Leulac.

Il s'implante à environ 35 km au Nord de Limoges (Haute-Vienne), à environ 17 km au Sud-Ouest de la Souterraine (Creuse) et 17 km au Nord-Est de Bellac (Haute-Vienne).

La zone d'étude est inscrite dans la région naturelle de la « Basse Marche », qui occupe un vaste plateau d'une altitude moyenne de 250 m NGF, où se développent des reliefs en creux à la faveur des

rivières qui traversent le plateau d'Est en Ouest. Localement, le secteur d'étude est localisé sur une zone d'interfluve entre les bassins versants de la Brame au Nord et de la Semme au Sud, deux affluents rive droite de la Gartempe.

Les principales voiries permettant de desservir la zone d'implantation des éoliennes sont les suivantes :

- L'A20,
- la RN145,
- des voiries locales.

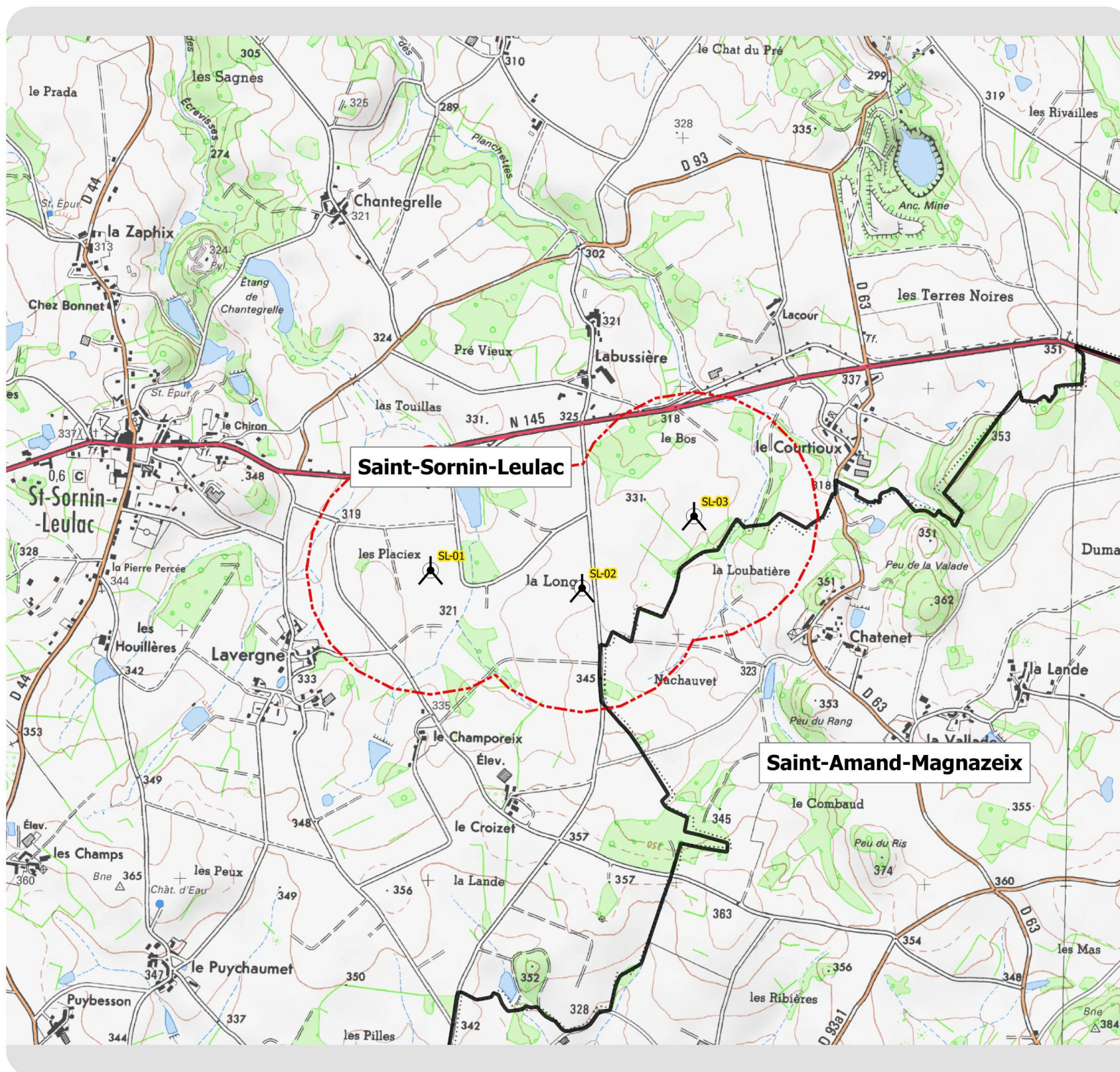
2.4. DEFINITION DE L'AIRES D'ETUDE

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.

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



Aires d'études et emplacement des éoliennes



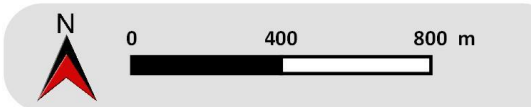
Projet

Rayon de 500m autour des éoliennes

Implantation des éoliennes

Limites administratives

Commune



Date de réalisation : Mars 2019
 Logiciel utilisé : QGIS 2.18.28
 Sources : © IGN scan 25
 Geofla



Référence : 2019-000143



3. SYNTHÈSE DE LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

	Thème	Commentaires										
Environnement Humain	Zones urbanisées	- Zone d'étude rurale faiblement peuplée et densité de population faible. Population inégalement répartie avec des communes plus peuplées et dynamiques d'un point de vue démographique (La Souterraine, Saint-Michel-de-la-Souterraine et Saint-Pardoux). - Aucune zone urbanisée sur la zone d'étude. - Aucune zone à urbaniser sur la zone d'étude.										
	ERP	Aucun ERP sur la zone d'étude.										
	ICPE et INB	Aucune ICPE ni INB ne sont présentes dans les limites de la zone d'étude.										
	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 des postes de livraison.										
Environnement Naturel	Contexte climatique	Le climat de la zone d'étude peut être apprécié à partir de la station de Limoges localisée à plus 35 km au Sud de l'AEI. Les données utilisées sont issues de moyennes calculées sur la période 1981-2010. <table border="1" data-bbox="587 1003 1406 1234"> <thead> <tr> <th>Températures minimales</th> <th>Températures maximales</th> <th>Hauteur de précipitations</th> <th>Nombres de jours avec précipitations</th> <th>Nombre de jours avec un bon ensoleillement</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7,7°C</td> <td>15,2°C</td> <td>1023,5 mm</td> <td>134,9 jours</td> <td>83,01 jours</td> </tr> </tbody> </table> <p>Le projet de parc éolien se situe sur une zone de plateau. On peut ainsi s'attendre à un vent moyen autour de 8 m/s, à 50 mètres de hauteur.</p>	Températures minimales	Températures maximales	Hauteur de précipitations	Nombres de jours avec précipitations	Nombre de jours avec un bon ensoleillement	7,7°C	15,2°C	1023,5 mm	134,9 jours	83,01 jours
	Températures minimales	Températures maximales	Hauteur de précipitations	Nombres de jours avec précipitations	Nombre de jours avec un bon ensoleillement							
	7,7°C	15,2°C	1023,5 mm	134,9 jours	83,01 jours							
	Risques Naturels	Sismicité	Les éoliennes se trouvent en zone de sismicité 2, faible. Cette zone correspond à une zone dans laquelle il existe des prescriptions parasismiques particulières applicables à certains types de nouveaux bâtiments. Trois épencentres ont été recensés sur la commune du projet et plusieurs séismes y ont été ressentis. Dans le cadre du projet, au regard du type d'infrastructure envisagée (éolienne) aucune règle de protection particulière n'est à appliquer dans les constructions.									
		Mouvements de terrain et tempêtes	Aucun facteur d'instabilité n'a été identifié sur les terrains du projet. Toutefois le risque de mouvement de terrain lié à de fortes précipitations ne peut être totalement écarté sans études complémentaires.									
Cavités souterraines		Aucune cavité souterraine n'est localisée au niveau des plateformes ou à proximité des éoliennes.										
Aléa retrait-gonflement		L'aléa retrait-gonflement des argiles est nul à faible au droit du projet.										

	Thème	Commentaires
	Activité Orageuse	Le secteur est bien en-dessous de la moyenne nationale en termes de densité d'arc (foudroiement). Le secteur est ainsi soumis à des phénomènes orageux d'une intensité relativement peu importante.
	Incendies	La zone d'implantation du projet n'est pas considérée comme un secteur particulièrement exposé au risque d'incendie de forêt.
	Inondations	La zone d'étude n'est pas concernée par le risque d'inondation.
Environnement matériel	Voies de communication	Aucun transport ferroviaire, fluvial ou aérien n'est présent dans les limites de la zone d'étude. L'aire d'étude est sillonnée d'une route nationale, de deux routes départementales ainsi que de voiries communales et de chemins ruraux.
	Réseaux publics et privés	Aucun captage pour l'alimentation en eau potable n'est recensé dans la zone d'étude. Aucun réseau engendrant une servitude ne concerne la zone d'étude autour des éoliennes.
	Autres ouvrages publics ou privés	Aucun autre ouvrage ne se situe dans le rayon de 500 m autour des éoliennes.

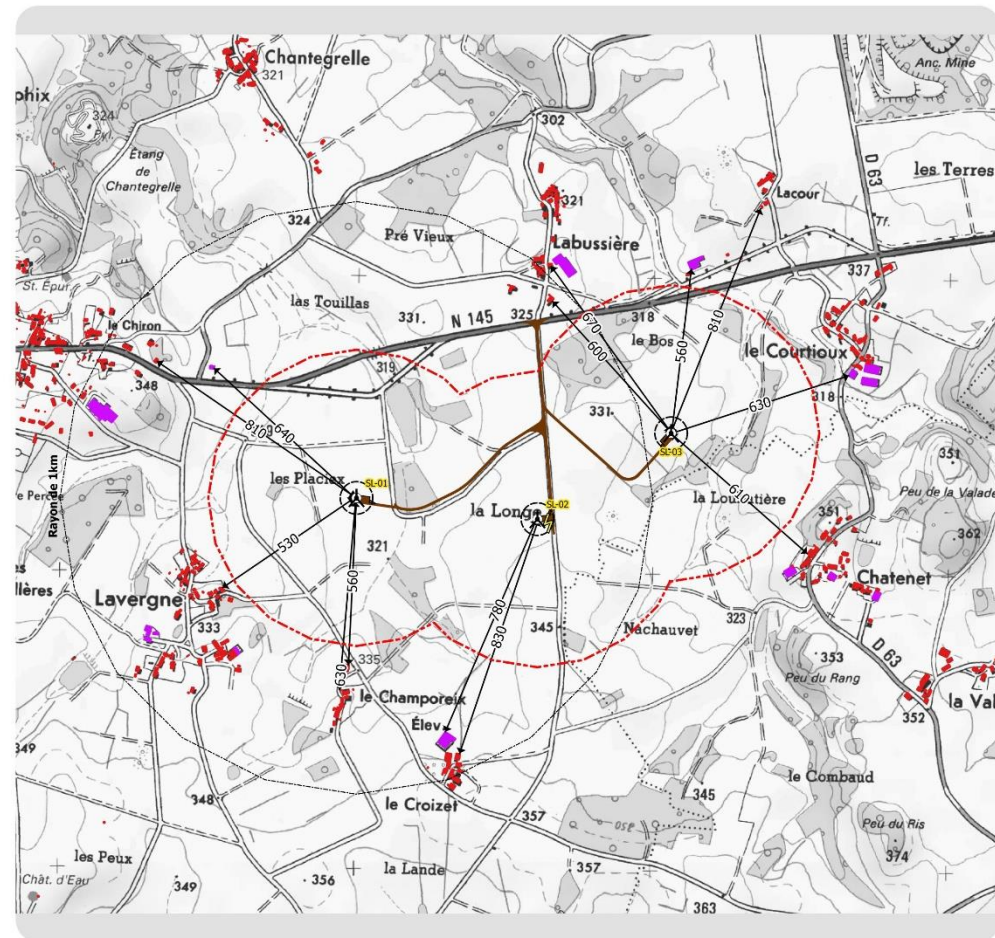
ERP : Etablissement Recevant du Public

ICPE : Installations Classées pour la protection de l'Environnement

INB : Installations Nucléaires de Base

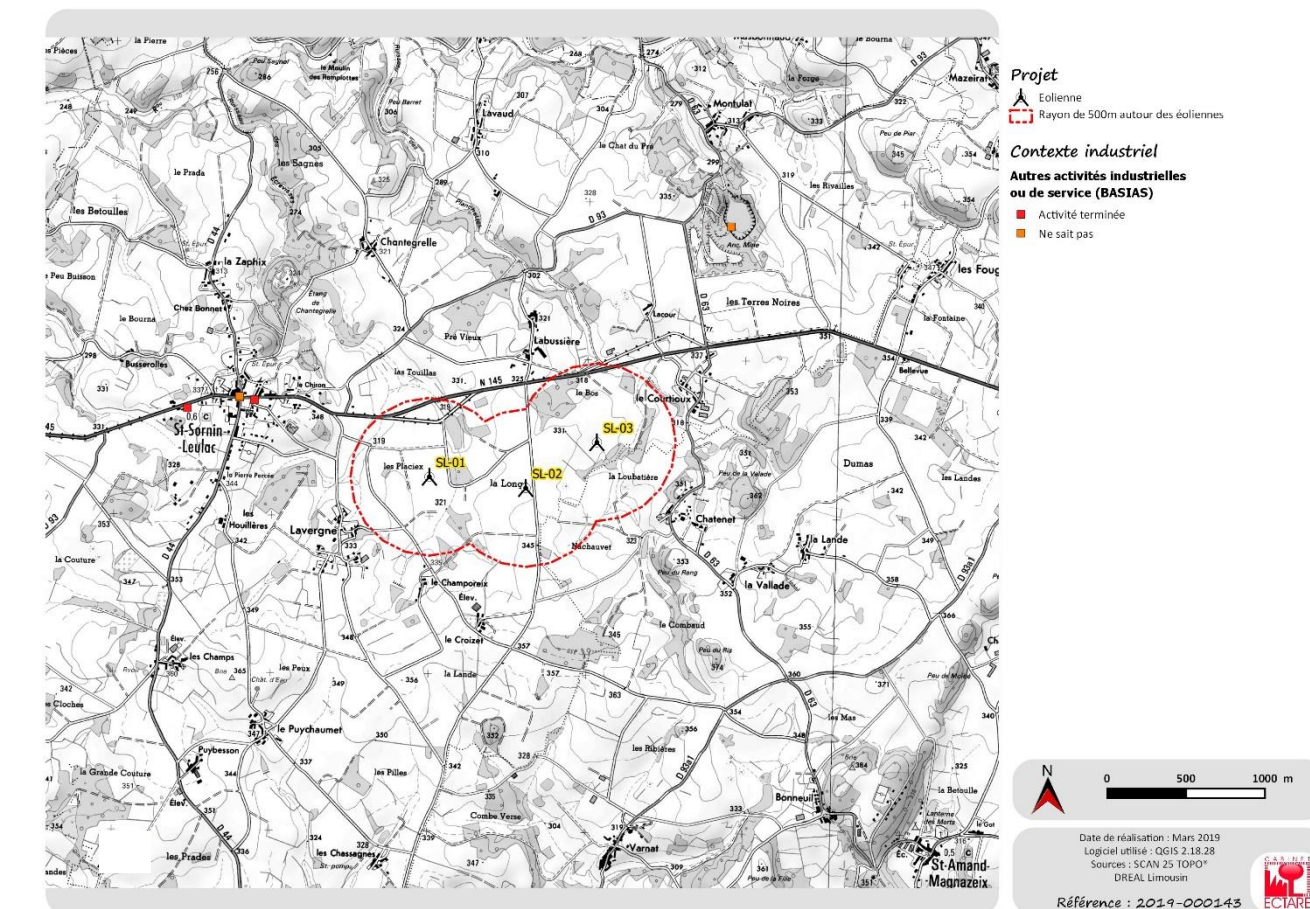
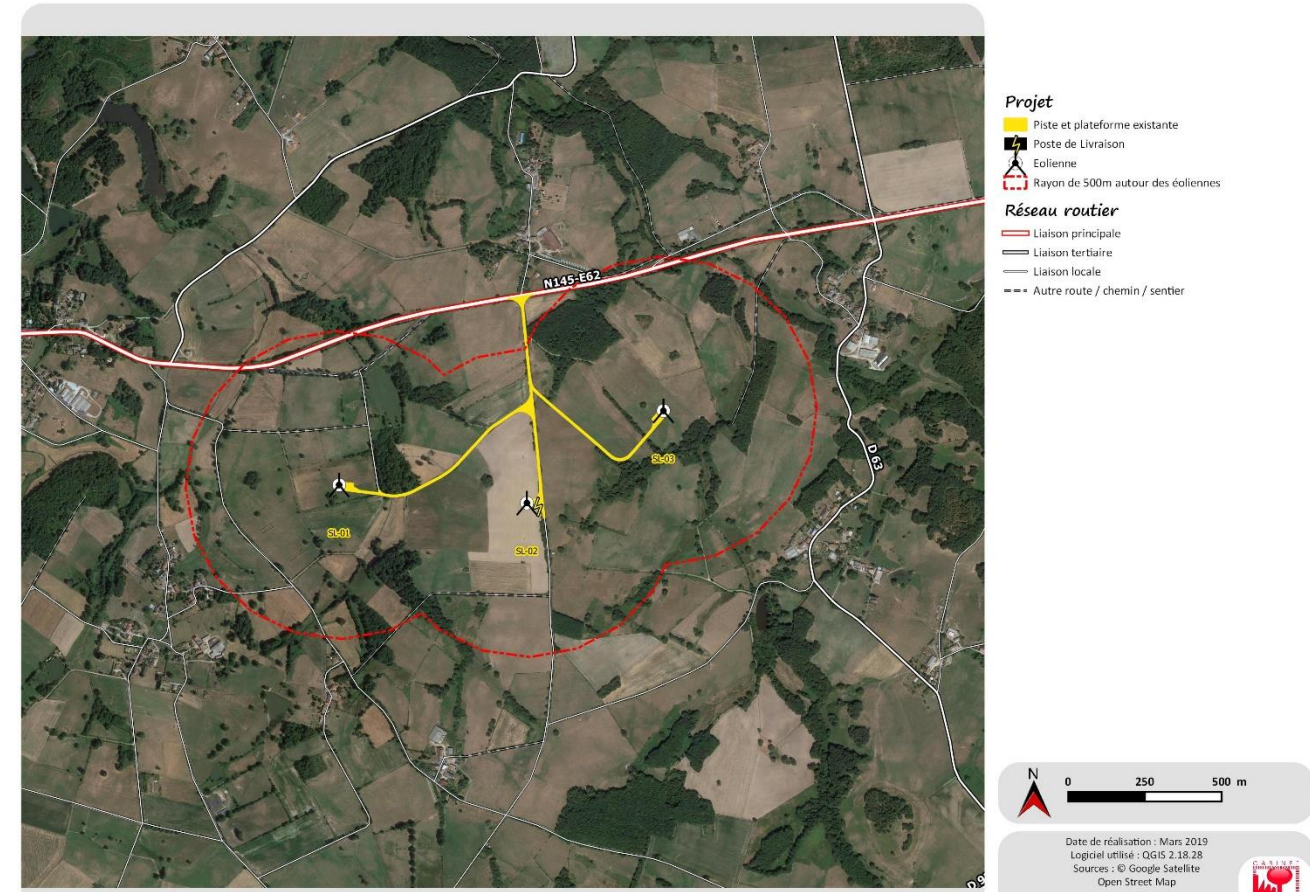


Situation des éoliennes vis-à-vis des voiries



Situation des éoliennes vis-à-vis du voisinage

Situation des éoliennes vis-à-vis des des autres activités industrielles du secteur





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.

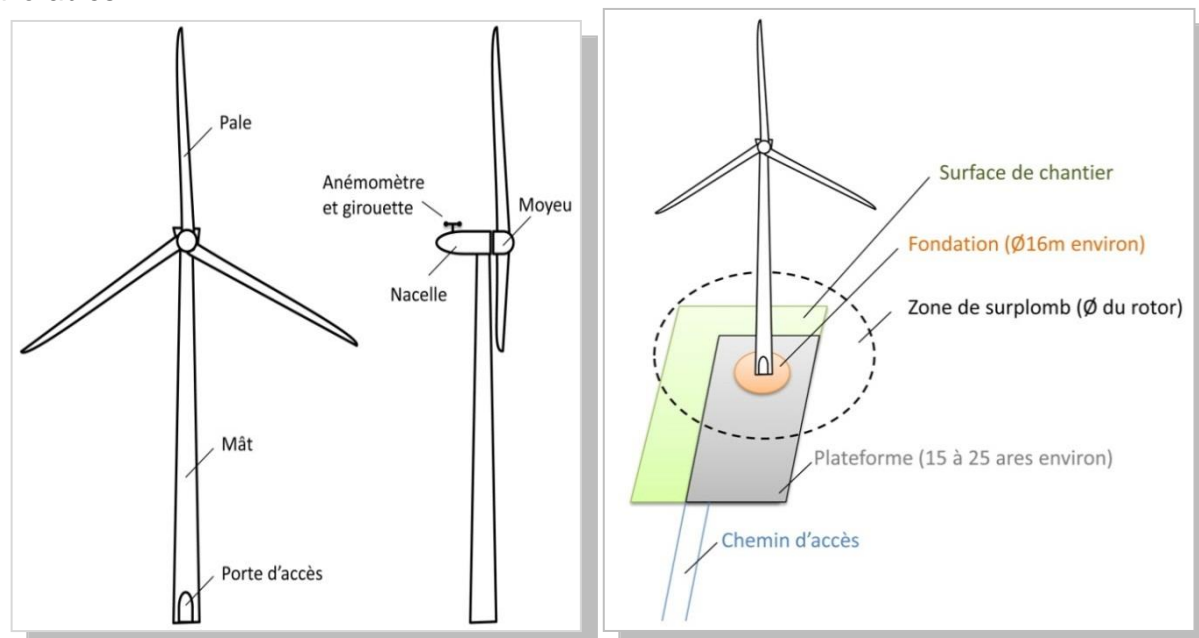
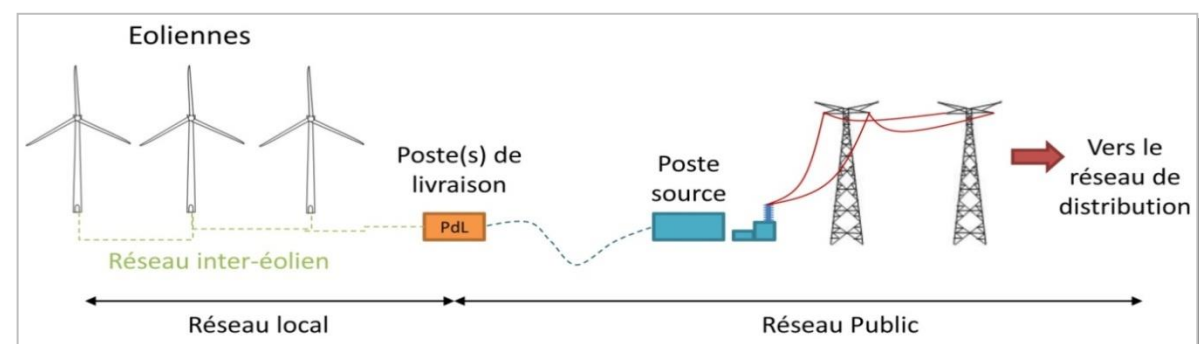


Schéma d'un aérogénérateur et emprise au sol d'une éolienne



Raccordement électrique des installations

Le projet éolien La Longe est composé de 3 aérogénérateurs et de 1 poste de livraison.

A ce stade la demande d'autorisation d'exploiter est établie avec le choix d'une technologie proposée par le constructeur Vestas pour des éoliennes de 2,2 MW, de 150 m de hauteur en bout de pôle.

La Vestas V110 est une éolienne d'une puissance nominale de 2200 kW, dotée d'un rotor à trois pales, d'un système actif de réglage des pales et fonctionnant à vitesse variable. Elle exploite la force des vents dominants sur chaque site, grâce à un rotor de 110 m de diamètre et d'une hauteur de moyeu de 95 m, pour produire un maximum d'énergie électrique.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison :

S.E.P.E.	Numéro	Type de Machine	N.G.F.
			Z T.N. initial
La Longe	SL-01	V110-95m-2,2MW	325,94
	SL-02	V110-95m-2,2MW	338,44
	SL-03	V110-95m-2,2MW	322,57
	Poste de livraison		338,79

Coordonnées CC46		W.G.S. 84		N.G.F.	
X Projet	Y Projet	Nord Projet	Est Projet	Z Projet	Z Bout de Pâle Projet
1 569 799,228	5 223 026,012	46°11'41,2"	1°18'46,8"	326,33	476,33
1 570 410,069	5 222 954,483	46°11'39,3"	1°19'15,4"	339,45	489,45
1 570 861,330	5 223 244,609	46°11'49,0"	1°19'36,1"	323,34	473,34
1 570 444,323	5 222 945,638	46°11'39,0"	1°19'17,0"	338,77	

Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison de La Longe



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

Eolienne Vestas V110 – 2,2 MW	
Rotor / pâles	
Type	Rotor 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	110 m
Nombre de pales	3
Longueur des pales	54 m
Poids d'une pale	8300 kg
Surface couverte	9503 m ²
Matériau des pales	Fibre de verre renforcée avec époxy et fibre de carbone
Vitesse de rotation	Variable, 13,7 tours/min
Mât	
Fonction	Supporter la nacelle et le rotor
Type de mât	Tour tubulaire en acier (3 à 5 sections)
Hauteur maximale (au moyeu)	95 m
Fondation	
Fonction	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol
Diamètre des fondations (m)	19 à 23 m
Diamètre du mat au pied (m)	3,95 m
Transmission et générateur :	
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
Générateur	Génératrice asynchrone à double alimentation
Transformateur	Tension de 20 kV à la sortie
Système de freinage	
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 : Orientation individuelle des pales par activation électromécanique avec alimentation de secours Frein auxiliaire mécanique : Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre de transmission
Blocage du rotor	Rotor libre à l'arrêt, frein mécanique pour les opérations de maintenance
Contrôle d'orientation	
Fonction :	Orienter l'éolienne de manière optimale par rapport au vent
	Système de palier lisse
Surveillance à distance	
Fonction	Communiquer en continu les données mesurées sur l'éolienne
	Télésurveillance et système SCADA

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 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 ;
- À 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

Par ailleurs, l'installation sera conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation :

- Toutes les fonctions pertinentes pour la sécurité sont surveillées par un système électronique et, en plus, 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.
- Avant la mise en service industrielle du projet éolien, puis suivant une périodicité annuelle, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement normal de l'ensemble des équipements. Ces contrôles feront l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspecteur des installations classées.
- Les installations électriques extérieure et intérieure 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.



4.1.4. 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 de La Longe.

4.2. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

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". Il est ensuite transporté via un raccordement souterrain jusqu'à un poste source (poste source pressenti de La Souterraine, à environ 20 km du projet via le réseau routier) La tension est ici élevée à 63 000 volts.

Réseaux	Fonction	Caractéristiques propres au projet éolien
Réseau inter-éolien	Relie les transformateurs aux postes de livraison.	<ul style="list-style-type: none"> - Câbles électriques en aluminium de section 240 mm² + cuivre 50 mm² + Fibre Optique 8 brins - Câbles enfouis à une profondeur minimale de 80 cm (1 m en bord de voie et 1,2 m dans les champs) - Le courant électrique entre la nacelle et le transformateur à la base de la machine est de 660 volts. A sa sortie, il est converti en 20 000 volts. - 1350 ml de câble pour la SEPE La Longe
Postes de livraison	Nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau électrique qui les relie au poste source.	<ul style="list-style-type: none"> - 1 bâtiment électrique, pour une emprise au sol de 33 m² - Le courant entre et sort en 20 000 volts - Emplacement section ZO parcelle n°46 sur la commune de Saint-Sornin-Leulac pour le projet La Longe
Réseau électrique	Relie les postes de livraison au poste source.	<ul style="list-style-type: none"> - Raccordement pressenti sur le poste de La Souterraine - Raccordement par voie souterraine, entre 0,80 et 1,20 m de profondeur - environ 20 km de câbles électriques.
Poste source	Nœud de raccordement avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public.	<p>Le courant électrique entre la nacelle et le transformateur de l'éolienne est de 660 Volts. A sa sortie, il est converti en 20 000 volts pour être acheminé par les câbles souterrains jusqu'aux postes de livraison. Il est ensuite transporté via un raccordement souterrain jusqu'au poste source (pressenti) de La Souterraine. La tension est ici élevée à 63 000 volts.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La limite avec le réseau public se situe au niveau du portique d'évacuation du poste.
Autres	Eau, assainissement, gaz	L'installation n'est équipée d'aucun autre réseau

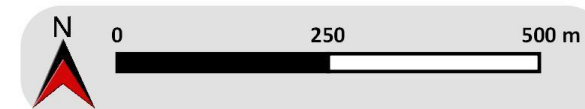


Carte de Présentation générale du projet de La Longe



Projet

- Accès Machine
- Aire de Grutage
- Chemins à créer
- Chemins existants
- Autodéchargement
- Poste de Livraison
- Implantation des éoliennes et zone de survol des pales
- Aire de montage de flèche
- Aire du Super-lift
- Aire de Stockage
- Zone de stockage des pales
- Câblage Interne
- Rayon de 500m autour des éoliennes



Date de réalisation : Juillet 2018
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.20
Sources : © Google satellite

Référence : 94879





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 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 dans le cadre du projet éolien de La Longe (graisses, huiles, solvants, nettoyants...) sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien.

5.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du projet éolien 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
- Echauffement de pièces mécaniques
- Courts-circuits électriques (aérogénérateur ou postes de livraison).

5.3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

Par ailleurs, le Maître d'Ouvrage installera sur le site, des éoliennes de dernière technologie limitant ainsi le risque d'incident. Elles 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.

La réalisation du parc sera également effectuée en accord et dans le respect des recommandations émises par le SDIS concernant le risque d'incendie.

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.

Les installations éoliennes, ne consommant pas de matières premières et ne rejetant aucune émission dans l'atmosphère, ne sont pas soumises à la directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution.

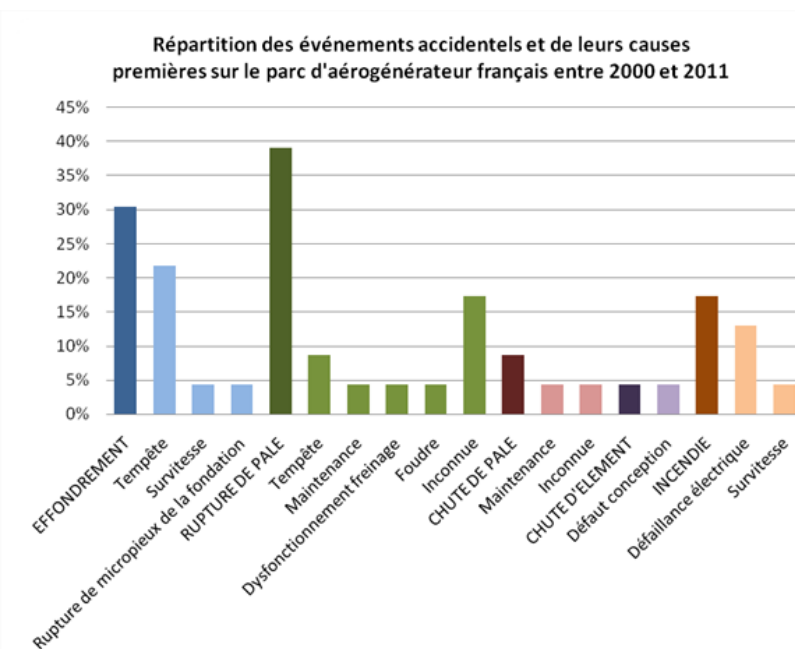
6. SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

6.1. ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

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.

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



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

Il est important de noter que depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais que 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.

Remarque : Aucun incident ou accident n'est survenu sur les parcs éoliens d'Ostwind en France.

6.2. ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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. 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.

Ainsi, le retour d'expérience de la filière éolienne française et internationale permet d'identifier les principaux événements redoutés :

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

6.3. 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 et 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.

D'autre part, 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. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

7.3.1. Aggressions externes liées aux activités humaines

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

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât 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	SL01 à 100 m d'une VC SL02 à 55 m d'une VC
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
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Aucun
Autre ICPE	Activités de production diverses	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Hors périmètre

7.3.2. Aggressions externes liées aux phénomènes naturels

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

Aggression externe	Intensité
Sismicité	Les terrains étudiés se situent en zone de sismicité faible. Dans le cadre du projet, au regard du type d'infrastructure envisagée (éolienne) aucune règle de protection particulière n'est à appliquer dans les constructions.
Vents et tempête	Une seule tempête, en 1982, a fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle sur Saint-Sornin-Leulac. La zone d'implantation n'est pas concernée par les phénomènes météorologiques des zones tropicales.
Foudre	Le secteur est soumis à des phénomènes orageux d'une intensité relativement peu importante. 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 internationale IEC 61400-24.
Incendie de forêt	Le secteur d'étude se situe dans une zone où le risque d'incendie est très peu probable.

7.4. 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

7.5. EFFETS DOMINOS

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.**

7.6. 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.

7.7. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques du parc éolien, 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 des postes 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

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.

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 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	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	<i>Courant</i> 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	<i>Probable</i> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	<i>Improbable</i> 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.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	<i>Rare</i> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	<i>Extrêmement rare</i> 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

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu et éoliennes, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité.

SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS 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 7,069 ha	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol des pâles soit 0,95 ha	Rapide	Exposition forte	C	Sérieuse
Chute de glace	Zone de survol des pâles soit 0,95 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)	Importante pour les éoliennes SL01 et SL03
					Sérieuse pour l'éolienne SL02
Projection de glace	1,5*(H+D) = 29,8 ha	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieuse pour les éoliennes SL01, SL02
					Modérée pour l'éolienne SL03

8.3. 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.

8.3.1. Matrice de criticité du projet éolien La Longe

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		PP (SL01, SL03)			
Sérieux		PP (SL02)	CE (SL01, SL02, SL03)	PG (SL01, SL02)	
Modéré		E (SL01, SL02, SL03)		PG (SL03)	CG (SL01, SL02, SL03)

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

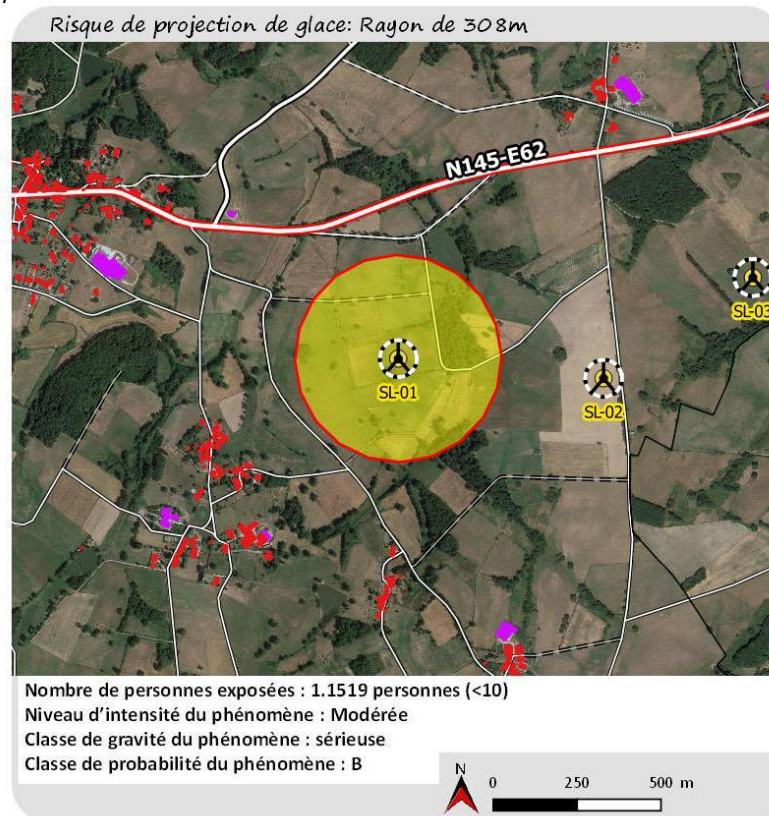
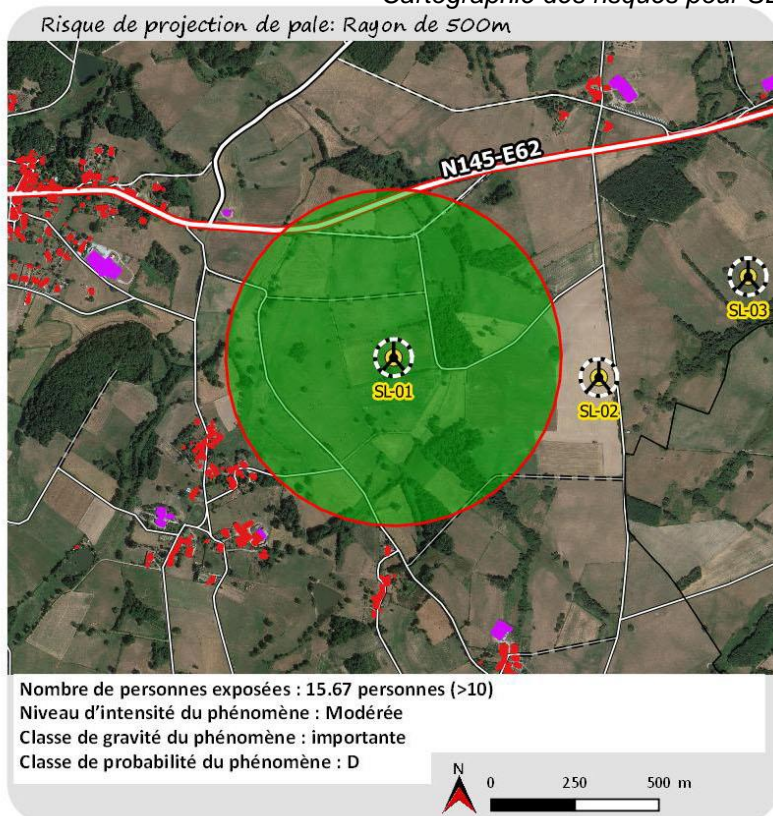
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée qu'aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice. Les différents scénarios étudiés représentent un risque très faible à faible et acceptable.

Pour conclure, sachant que le risque associé à chaque événement redouté central étudié est acceptable, le risque généré par le projet éolien de La Longe est acceptable.



8.3.2. Cartographies des risques

Cartographie des risques pour SL01



Synthèse des risques

Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : Acceptable
- Niveau de risque très faible : Acceptable

Projet

- Eoliennes et zones de survol des pales

Limites administratives

- Communes

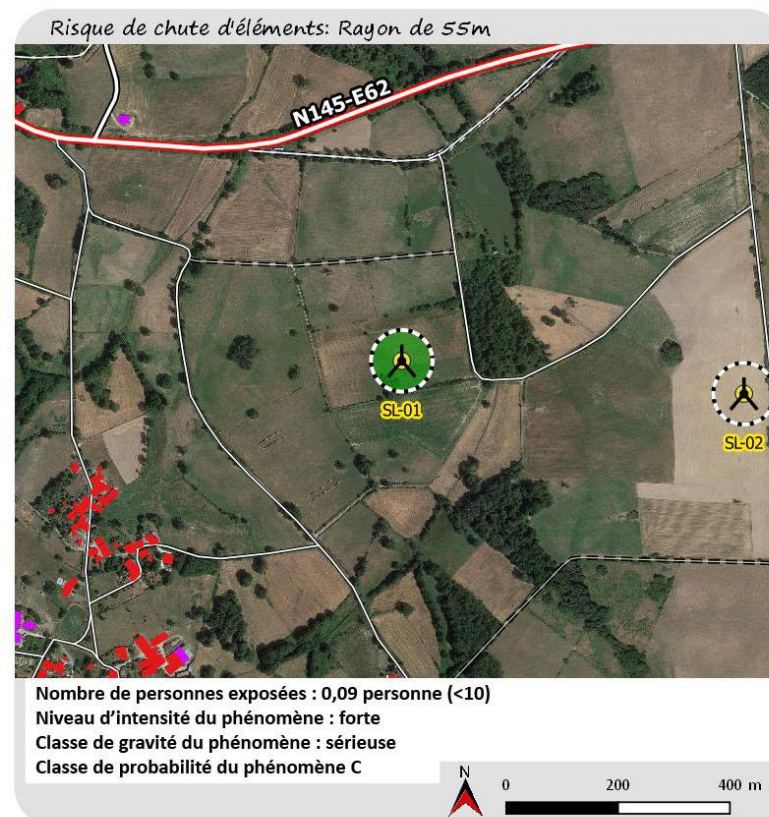
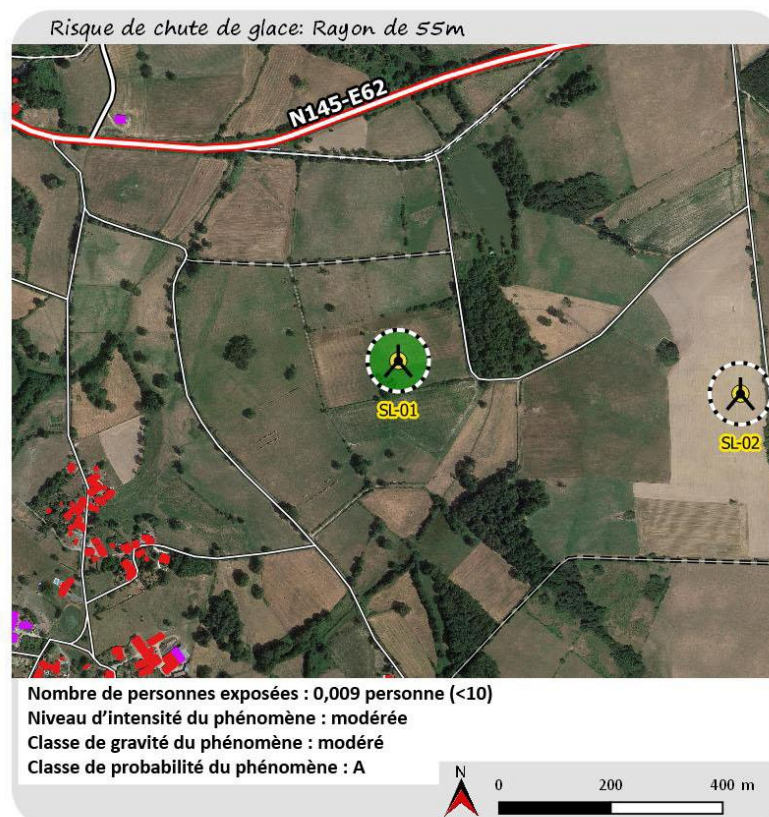
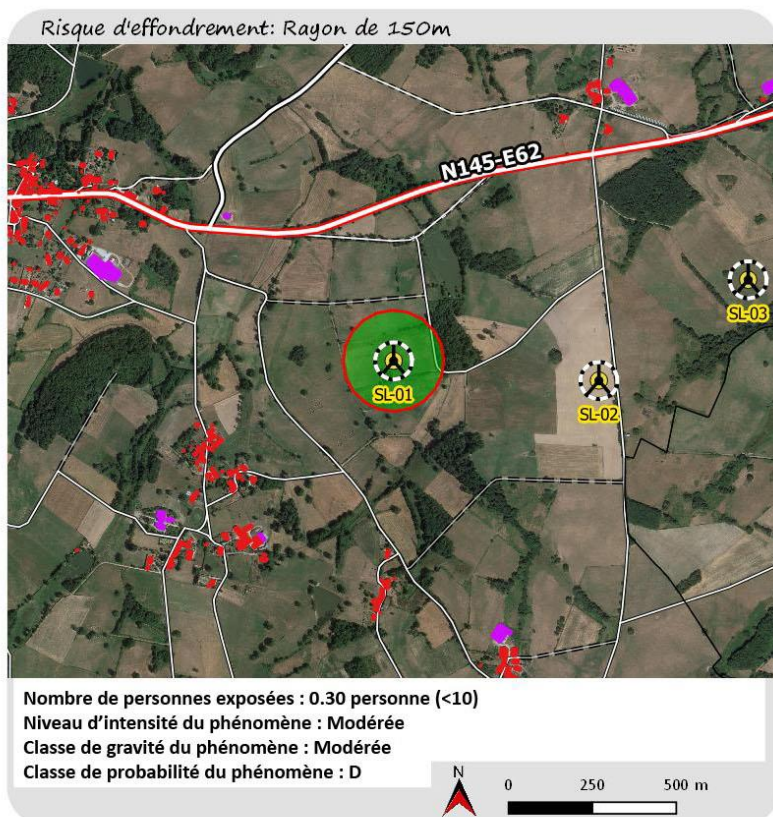
Voisinage

Constructions

- Bâtiment d'activité
- Habitation

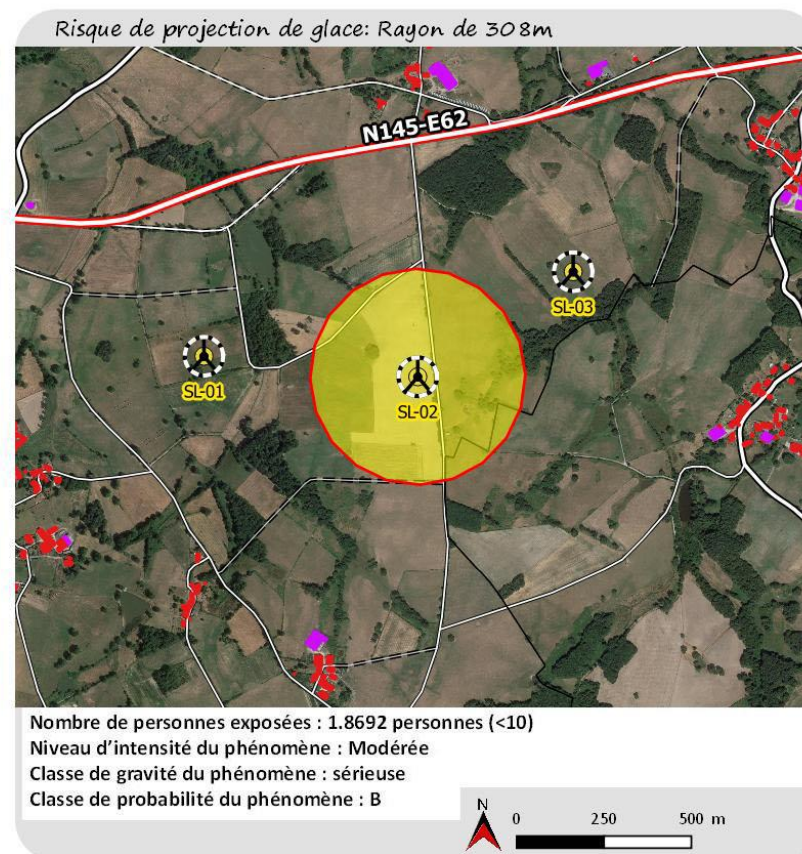
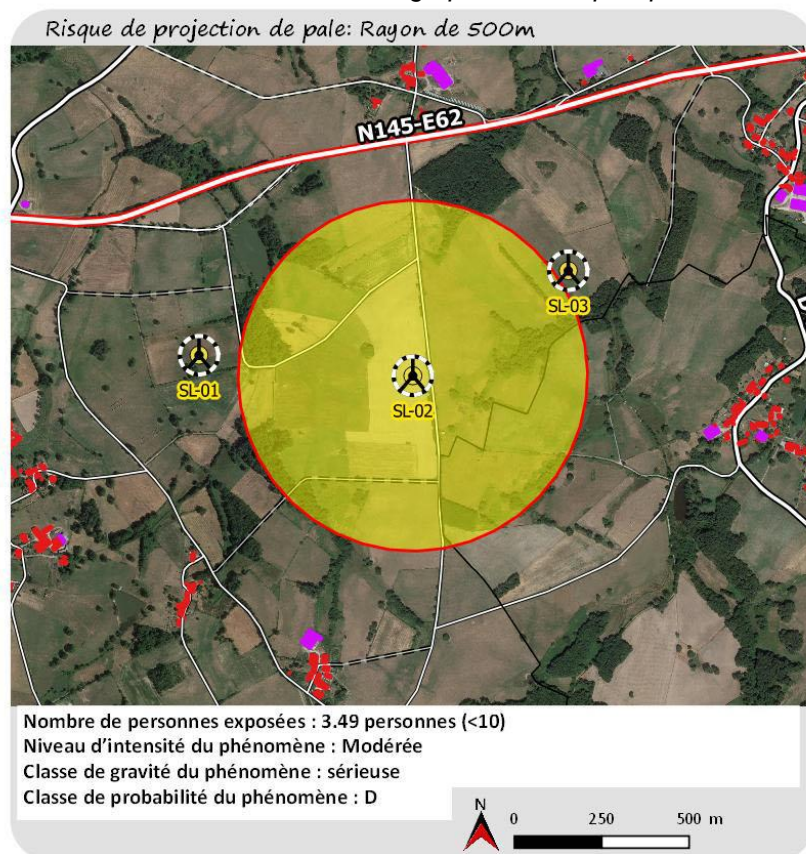
Liaisons routières

- Liaison autoroutière
- Liaison principale
- Liaison secondaire
- Liaison tertiaire
- Liaison locale
- Autre route / chemin / sentier





Cartographie des risques pour SL02



Synthèse des risques

Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : Acceptable
- Niveau de risque très faible : Acceptable

Projet

- Eoliennes et zones de survol des pales

Limites administratives

- Communes

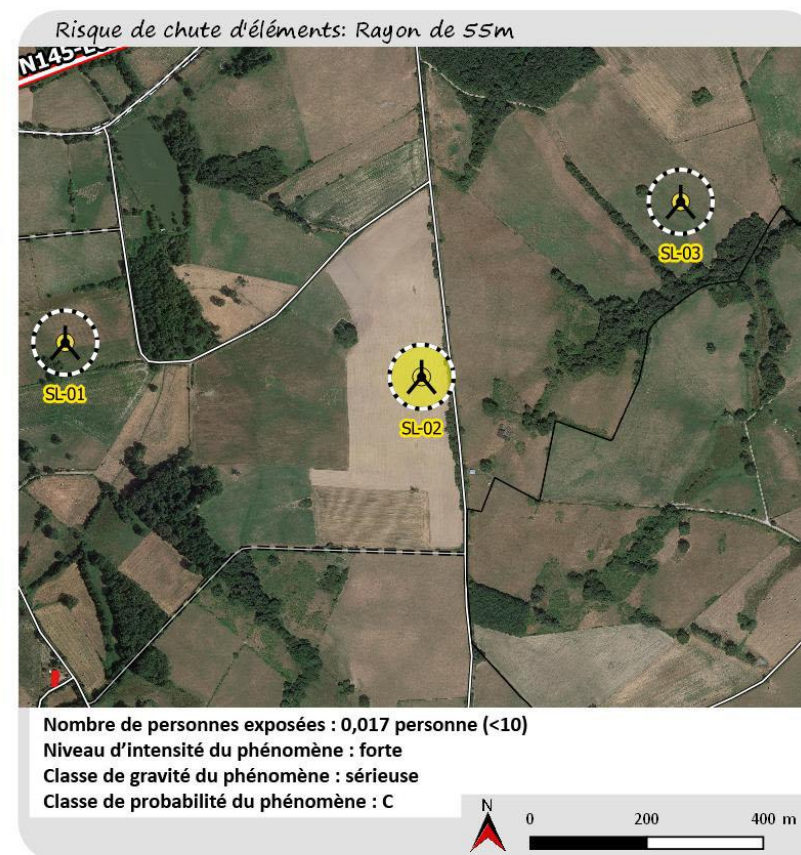
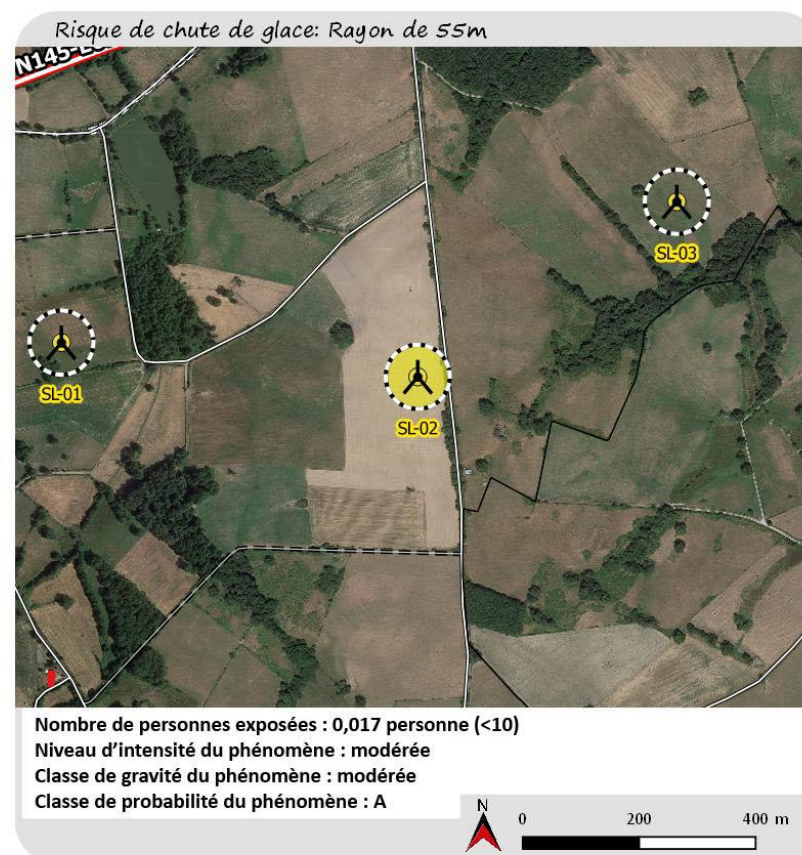
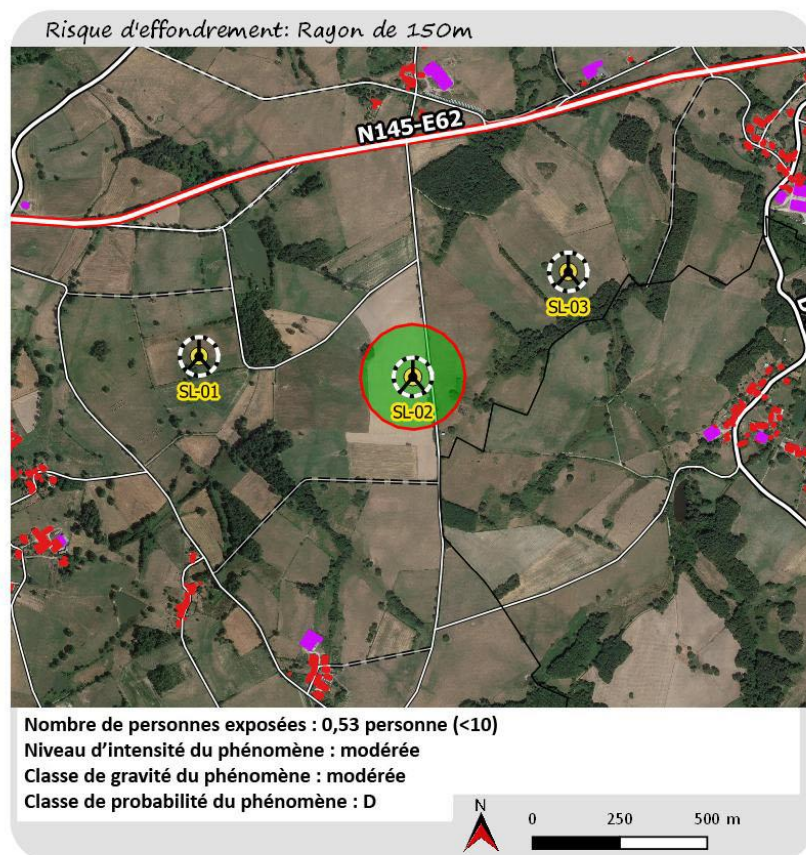
Voisinage

Constructions

- Bâtiment d'activité
- Habitation

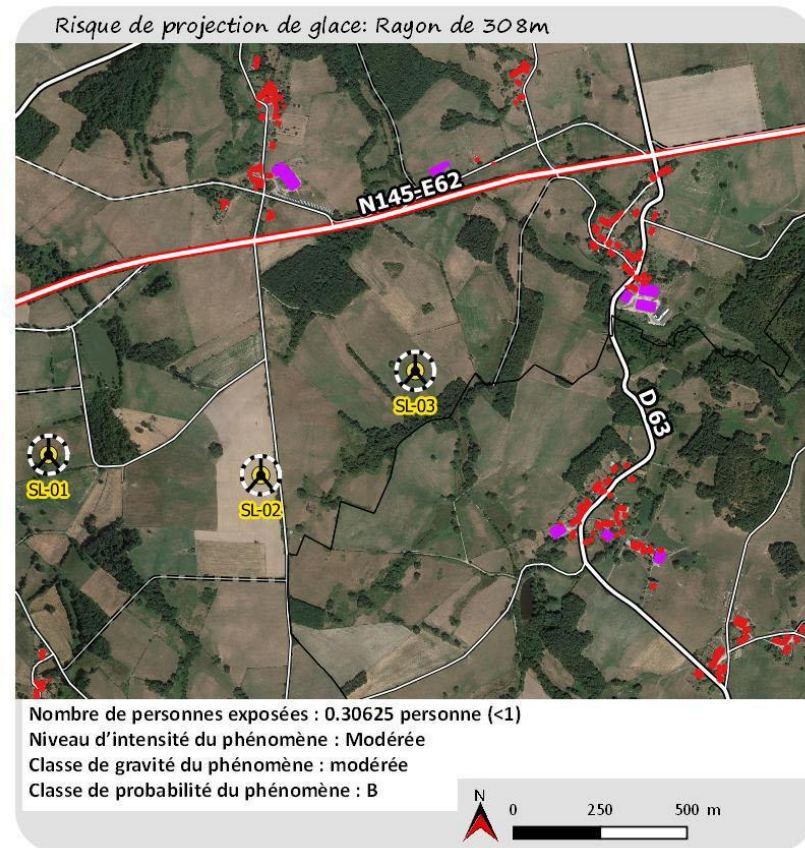
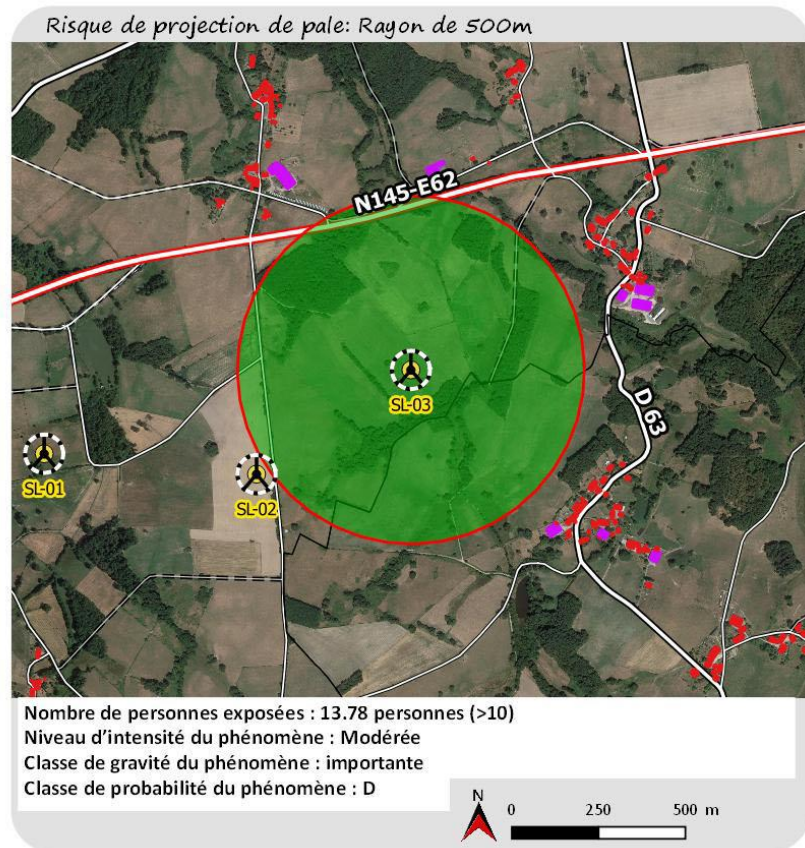
Liaisons routières

- Liaison autoroutière
- Liaison principale
- Liaison secondaire
- Liaison tertiaire
- Liaison locale
- Autre route / chemin / sentier





Cartographie des risques pour SL03



Synthèse des risques

Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : Acceptable
- Niveau de risque très faible : Acceptable

Projet

- Eoliennes et zones de survol des pales

Limites administratives

- Communes

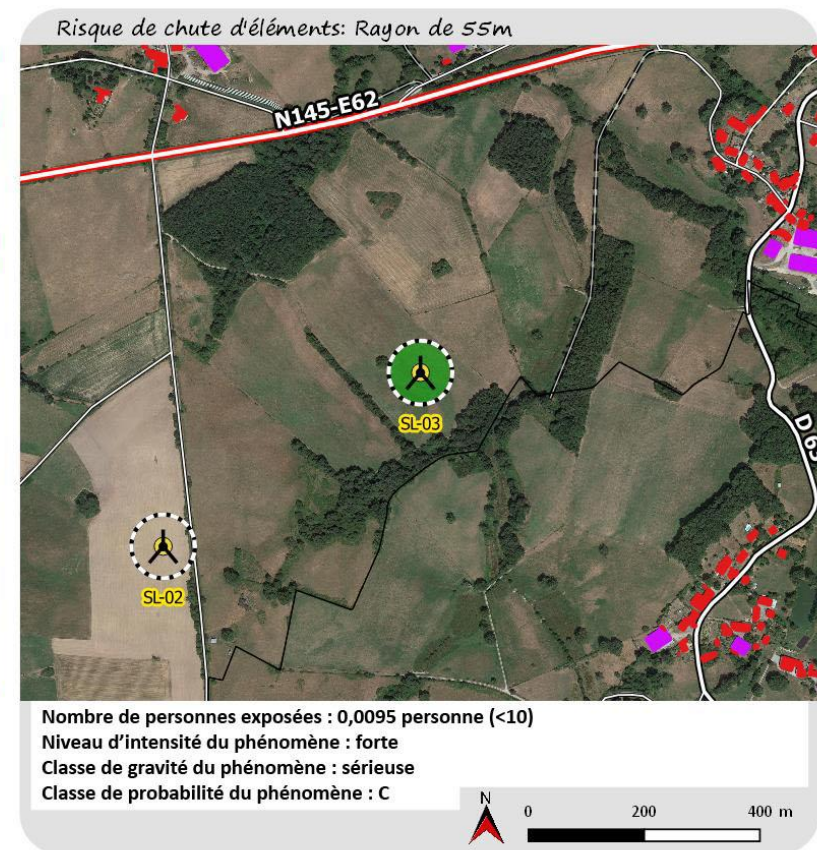
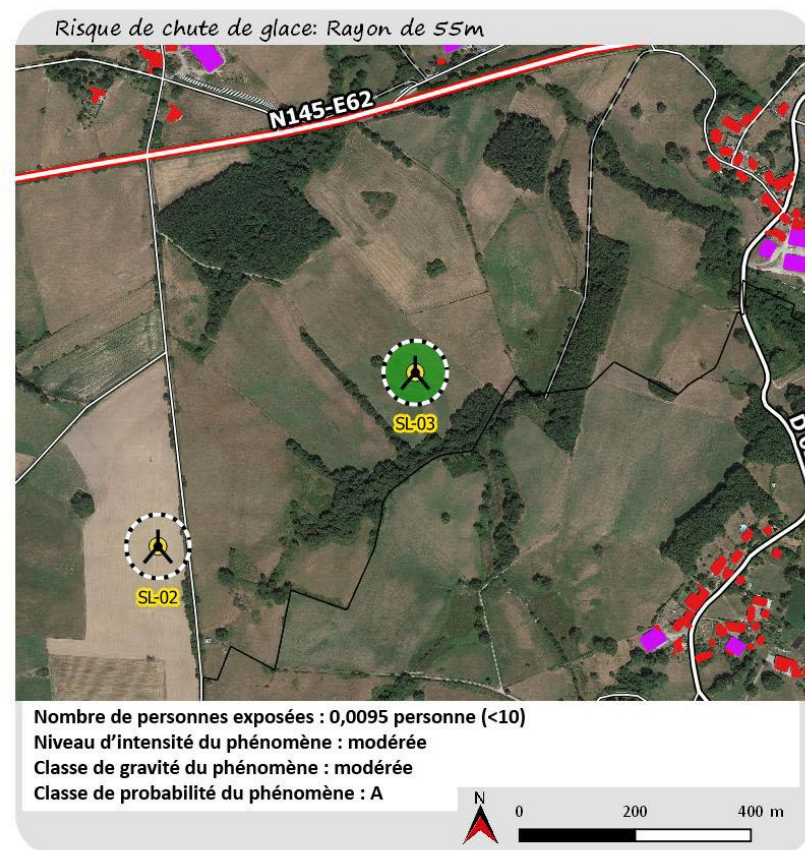
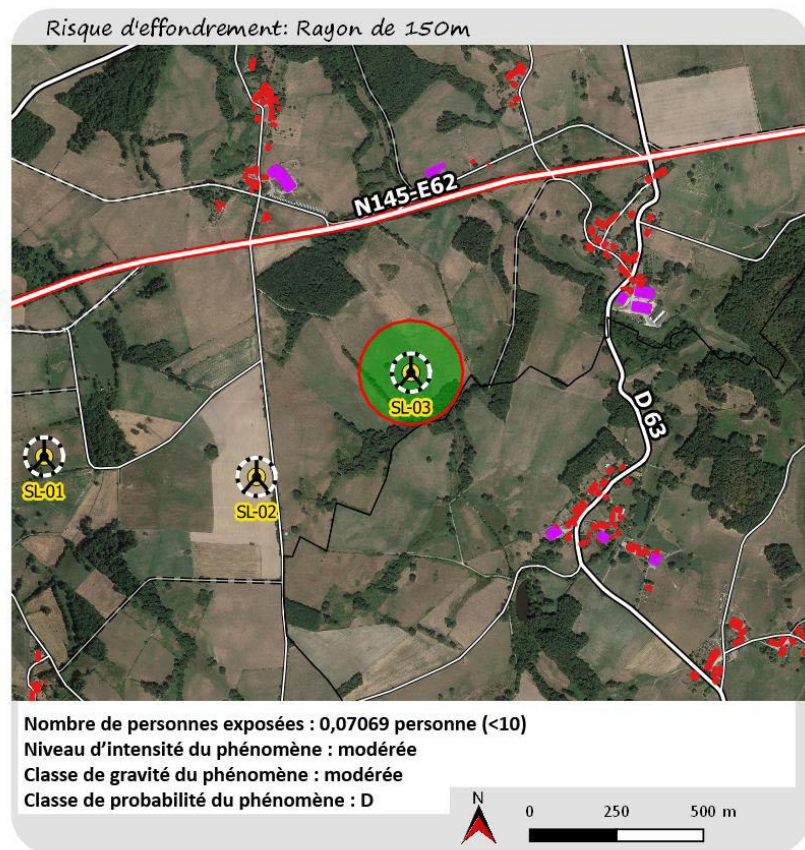
Voisinage

- Bâtiment d'activité
- Habitation

Liaisons routières

- Liaison autoroutière
- Liaison principale
- Liaison secondaire
- Liaison tertiaire
- Liaison locale
- Autre route / chemin / sentier

Constructions





9. CONCLUSION

Réalisé dans le respect de l'environnement et de la réglementation en vigueur, l'exploitation du projet éolien de La Longe 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 La Longe, composé de 3 éoliennes de hauteur totale maximale de 150 m présente donc des risques :

- Très faibles pour les scénarios d'effondrement pour toutes les éoliennes.
- Faibles pour les scénarios de chute d'éléments de l'éolienne pour toutes les éoliennes.
- Faibles pour les scénarios de chute de glace pour toutes les éoliennes.
- Très faibles pour les scénarios de projection de pale pour l'éolienne SL02 et faible pour les éoliennes SL01 et SL03.
- Très faibles pour les scénarios de projection de glace pour l'éolienne SL03 et faible pour les éoliennes SL01 et SL02.
- acceptables, maîtrisés pour l'environnement et les personnes de la commune, ainsi que pour les autres communes à moins de 6 km pour toutes les éoliennes.

Le tableau suivant 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	
Projection de pale	<ul style="list-style-type: none"> - Respect d'une distance minimale de 500 m par rapport aux lieux habités les plus proches - Classe d'éolienne adaptée - Détection de survitesse du générateur et système de freinage. - Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - Contrôle réguliers des assemblages de structure. - 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 - Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel 	Rare	D	Importante pour SL01 et SL03	Acceptable
				Sérieuse pour SL02	Acceptable
Effondrement de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - Respect d'une distance minimale de 500 m par rapport aux lieux habités les plus proches - Détection de survitesse du générateur et système de freinage. - Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - Machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - 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. - Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel - Actions de prévention dans le cadre du plan de prévention - Prévention de la dégradation de l'état des équipements 	Rare	D	Modérée	Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - Respect d'une distance minimale de 500 m par rapport aux lieux habités les plus proches - Détection de survitesse du générateur et système de freinage. - Détecteur d'arc avec coupure électrique (salle transformateur et armoires électriques). - Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - Machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - Contrôles réguliers des assemblages de structure - Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel - Procédures et contrôle qualité - Procédure maintenance 	Improbable	C	Sérieuse	Acceptable
Chute de glace	<ul style="list-style-type: none"> - Respect d'une distance minimale de 500 m par rapport aux lieux habités les plus proches - Réalisation d'un panneautage aux abords du parc éolien - Equipement des éoliennes avec un détecteur de glace automatique sur les pales 	Courant	A	Modérée	Acceptable
Projection de glace	<ul style="list-style-type: none"> - Respect d'une distance minimale de 500 m par rapport aux lieux habités les plus proches - Réalisation d'un panneautage aux abords du parc éolien. - Equipement des éoliennes avec un détecteur de glace automatique sur les pales 	Probable	B	Sérieuse pour les éoliennes SL01 et SL02	Acceptable
				Modérée pour l'éolienne SL03	Acceptable





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 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 La Longe, 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 La Longe, 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'origines interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc La Longe. 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. Selon l'article L. 512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accident majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

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

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article R. 512-9 du Code de l'environnement :

- description de l'environnement et du voisinage,
- description des installations et de leur fonctionnement,
- identification et caractérisation des potentiels de danger,
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers,
- réduction des potentiels de danger,
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs),
- analyse préliminaire des risques,
- étude détaillée de réduction des risques,
- quantification et hiérarchisation des différents scénarios en terme de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection,
- représentation cartographique,
- résumé non technique de l'étude des dangers.

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



1.3. 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 La Longe comprend 3 aérogénérateurs dont le mât aura une hauteur maximale de 95 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 du parc éolien de La Longe est porté par la société « **OSTWIND** ».

Pour chaque parc éolien français, Ostwind constitue une "société d’exploitation du parc éolien" (SEPE). Cette société porte les droits et autorisations du parc éolien. Elle est ainsi titulaire des autorisations de construire et d’exploiter, et également propriétaire du parc éolien. La société de projet est une société de droit français, détenue à 100% par une Ostwind.

Dans le cas présent, le pétitionnaire est la Société d’Exploitation du Parc Éolien (SEPE) La Longe, filiales à 100% de la société OSTWIND International.

Les demandes pour tous les droits nécessaires à la construction et à l’exploitation des installations du pétitionnaire sont effectuées par OSTWIND au nom et pour le compte du pétitionnaire. La SEPE La Longe sollicite l’ensemble des autorisations liées à son projet et prend l’ensemble des engagements en tant que future société exploitante du parc éolien.

Le futur acquéreur de la SEPE apportera le capital nécessaire à la construction du parc, avec ou sans prêt bancaire, et assumera l’ensemble des engagements relatifs à l’autorisation d’exploiter, engagements garantis par le contrat de fourniture d’éoliennes VESTAS, le contrat d’Opération et de Maintenance des éoliennes, et le développement effectué par OSTWIND (qualité intrinsèque de chaque projet, productible, financement).

La SEPE La Longe bénéficie donc de l’ensemble des compétences et capacités requises pour la construction, l’exploitation et le démantèlement du parc éolien La Longe.

La demande d’autorisation d’exploiter du projet éolien de La Longe est ainsi effectuée par la **Société d’Exploitation de Parc Eolien « La Longe »** représentée par Fabien Kayser, Directeur.

La société **OSTWIND** est une société par actions simplifiée avec un capital social de 3 250 000 €. La SEPE La Longe est une Société à Responsabilité Limitée (SARL) unipersonnelle.

Statut juridique de la SEPE La Longe :

SARL unipersonnelle
 N° SIREN : 809 835 135 00017

Coordonnées

Adresse du Siège social : Espace Européen de l’Entreprise
 1 rue de Berne
 67300 Schiltigheim
 Téléphone : 03 90 22 73 40 - Mail : info@ostwind.fr



Nom et qualité du signataire de la demande :

Identité : Fabien Kayser

Statut : Dirigeant technique du groupe Ostwind

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

Identité : Alexis Charrier

Statut : Chef de projets

Téléphone : 05 61 10 38 98 - Mail : charrier@ostwind.fr

2.1.2. OSTWIND

Le groupe OSTWIND, fondé par Gisela Wendling-Lenz et Ulrich Lenz, a son siège à Ratisbonne (Regensburg, Allemagne) et concentre ses activités sur la France, l'Allemagne et la République Tchèque. Il développe, conçoit, réalise et exploite des parcs éoliens à l'échelle européenne.

A ce jour, le groupe OSTWIND a planifié, construit et raccordé 540 éoliennes représentant une puissance de 920 mégawatts. Fort d'une équipe de près de 100 collaborateurs, OSTWIND couvre l'ensemble de la chaîne de valeur de l'éolien.

OSTWIND a développé et mis en service 127 éoliennes en France :

- Parcs éoliens du Canton de Fruges (62) – 70 éoliennes, 140 MW
- Parc éolien de Saint-Clément (07) – 2 éoliennes, 1,2 MW
- Parc éolien de Saint-Jacques de Néhou (50) – 5 éoliennes, 10 MW
- Parcs éoliens des Deux Rivières (54) – 19 éoliennes, 38 MW
- Parcs éoliens de l'Atrébatie (62) – 18 éoliennes, 54 MW
- Parc éolien d'Hucquelières (62) – 6 éoliennes, 12 MW
- Parc éolien de Beaumetz-lès-Aire (62) - 2 éoliennes, 4,6 MW
- Parc éolien du Val d'Ay (07) - 5 éoliennes, 11,5 MW

OSTWIND construit actuellement ou s'apprête à construire prochainement les parcs éoliens suivants :

- Parcs éoliens du Pays-Haut-Val-d'Alzette (54/57) - 10 éoliennes, 20 MW
- Parc éolien de la Butte de Soigny (51) - 7 éoliennes, 14 MW
- Parcs éoliens de la Basse-Marche (87) - 24 éoliennes, 43,2 MW
- Parcs éoliens du Val de Nièvre (80) - 5 éoliennes, 10 MW

OSTWIND développe actuellement plusieurs projets dans toute la France. Les projets les plus avancés sont les suivants :

- Parc éolien de Delta Sèvre Argent (79) – 5 éoliennes, 15 MW
- Parcs éoliens du Val d'Origny (02) – 12 éoliennes, 39,6 MW
- Parc éolien de Oisemont (80) - 8 éoliennes, 24 MW
- Parcs éoliens d'Hallencourt (80) - 11 éoliennes, 36,3 MW

- Parcs éoliens de Fruges 2 (62) – 29 éoliennes, 79,3 MW
- Parc éolien de la Vallée de Kaysersberg (68) – 5 éoliennes, 11,5 MW

2.1.3. Rédacteurs de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a été réalisée par :

- Jérôme Segonds, directeur de projets « Territoires et biodiversité » au Cabinet ECTARE ;
- Céline Rigole, chargée d'affaires au Cabinet ECTARE ;
- Ingrid Rouvières, infographiste au Cabinet ECTARE.

2.2. LOCALISATION DU SITE

Le projet s'implante dans la région Nouvelle Aquitaine, au sein du département de la Haute-Vienne (87), à un peu plus d'1 km de Saint-Sornin-Leulac.

Il se situe à environ 35 km au Nord de Limoges (Haute-Vienne), à environ 17 km au Sud-Ouest de la Souterraine (Creuse) et 17 km au Nord-Est de Bellac (Haute-Vienne).

La zone d'étude est inscrite dans la région naturelle de la « Basse Marche », qui occupe un vaste plateau d'une altitude moyenne de 250 m NGF, où se développent des reliefs en creux à la faveur des rivières qui traversent le plateau d'Est en Ouest. Localement, le secteur d'étude est localisé sur une zone d'interfluve entre les bassins versants de la Brame au Nord et de la Semme au Sud, deux affluents rive droite de la Gartempe.

Les principales voiries permettant de desservir la zone d'implantation des éoliennes sont les suivantes :

- L'A20,
- la RN145
- des voiries locales

2.3. DEFINITION DE L'AIRES D'ETUDE

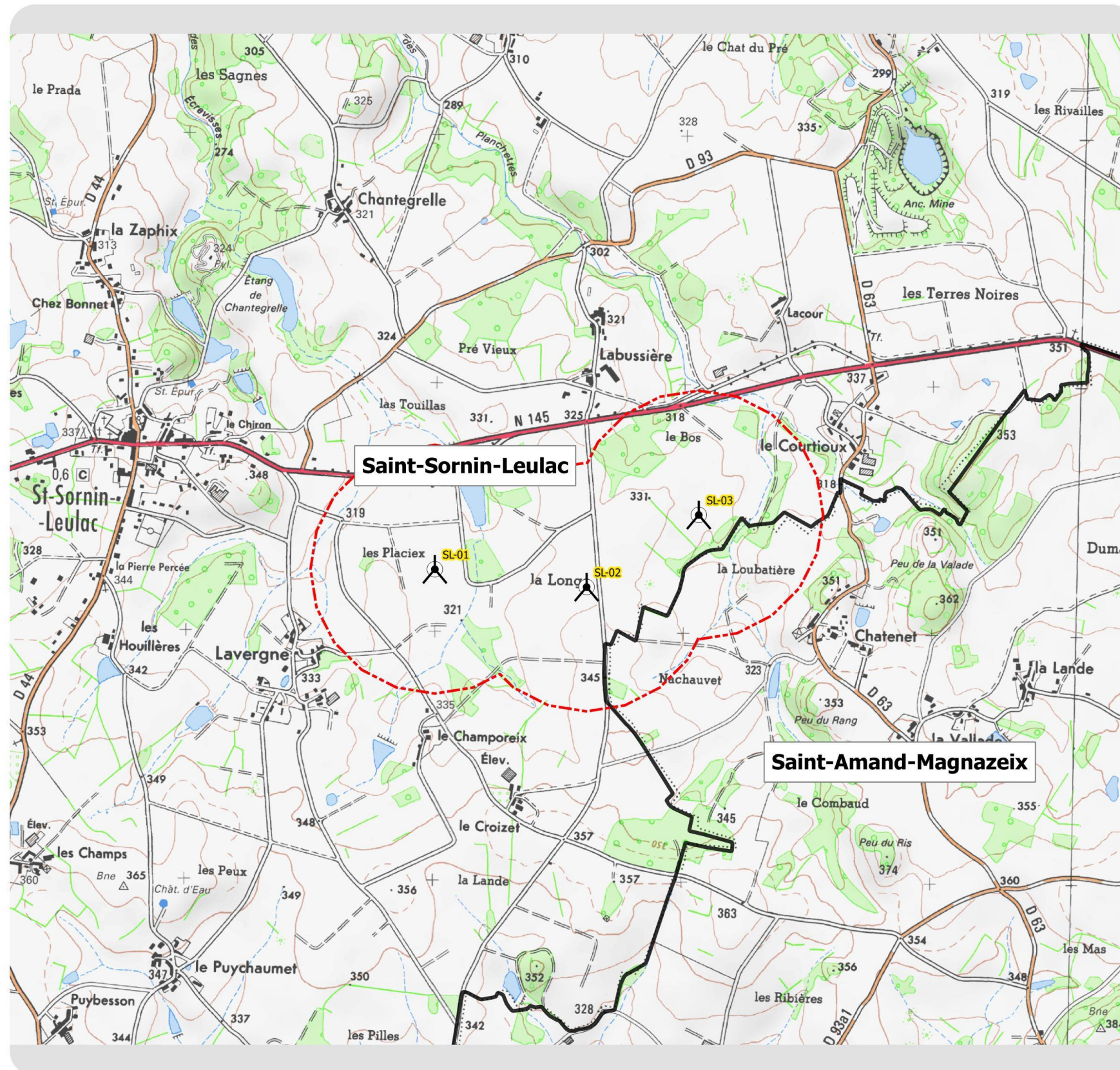
Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

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 1 : « Zones d'étude » et implantation des éoliennes

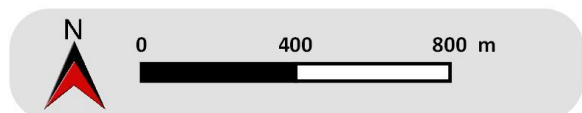


Projet

- Rayon de 500 autour des éoliennes
- Implantation des éoliennes

Limites administratives

- Commune



Date de réalisation : Mars 2019
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.28
Sources : © IGN scan 25
Geofla

Référence : 2019-000143





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

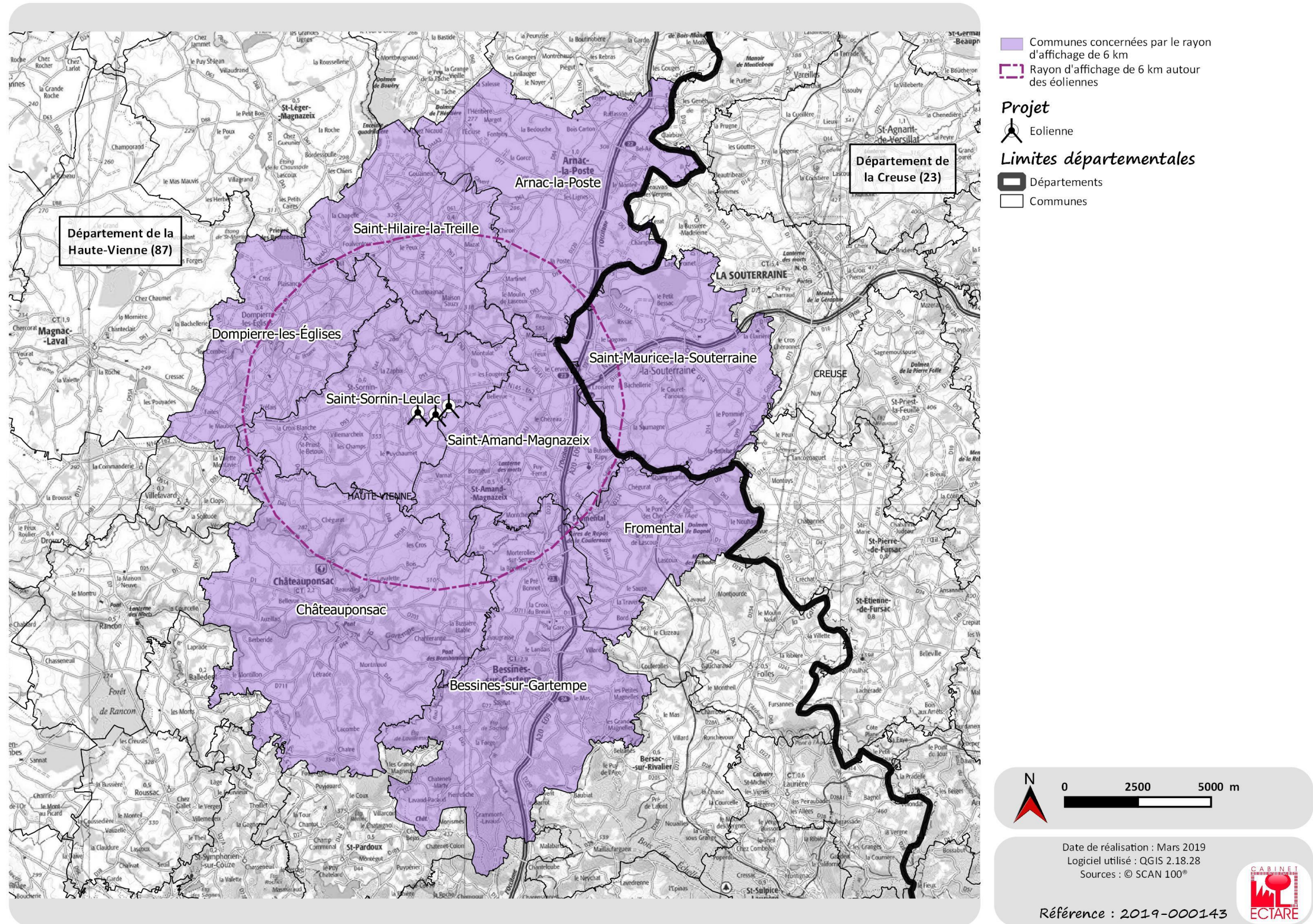
Le périmètre de 6 km retenu comme rayon d'affichage dans le cadre du dossier ICPE intègre les communes suivantes, situées dans les départements de la Haute-Vienne (87) et de la Creuse (23) :

Commune	Département	Densité moyenne de population (hab/km ²)	Nombre d'habitants (en 2014)	Eolienne la plus proche	Orientation de la commune par rapport aux éoliennes objets du dossier	Distance des éoliennes avec les limites communales (en m)
Châteauponsac	Haute-Vienne (87)	29,8	2053	SL01	Sur la limite nord de la commune	
Saint-Sornin-Leulac		20,2	651	SL01, SL02, SL03.	Sur les parties est et sud de la commune	
Bessines-sur-Gartempe		51,1	2830	SL02	Au sud-est	2200
Arnac la Poste		21,4	999	SL03	Au nord-est	3400
Dompierre-les-Eglises		13,1	401	SL01	Au nord-ouest	2700
Fromental		23,9	542	SL03	Au sud-est	5700
Saint-Amand-Magnazeix		17,6	542	SL03	A l'est	100 m
Saint-Hilaire-la-Treille		13,3	389	SL03	Au nord	2000 m
Saint-Maurice-la-Souterraine	Creuse (23)	31,2	1238	SL03	Au nord-est	4100 :

Tableau 1: Liste des communes concernées par le projet



Carte 2 : Communes inscrites dans le rayon d'affichage de 6 km autour des éoliennes





3.1.1.1. Population

La population de Saint Sornin-Leulac, où se localise le projet, tend à diminuer depuis 1975.

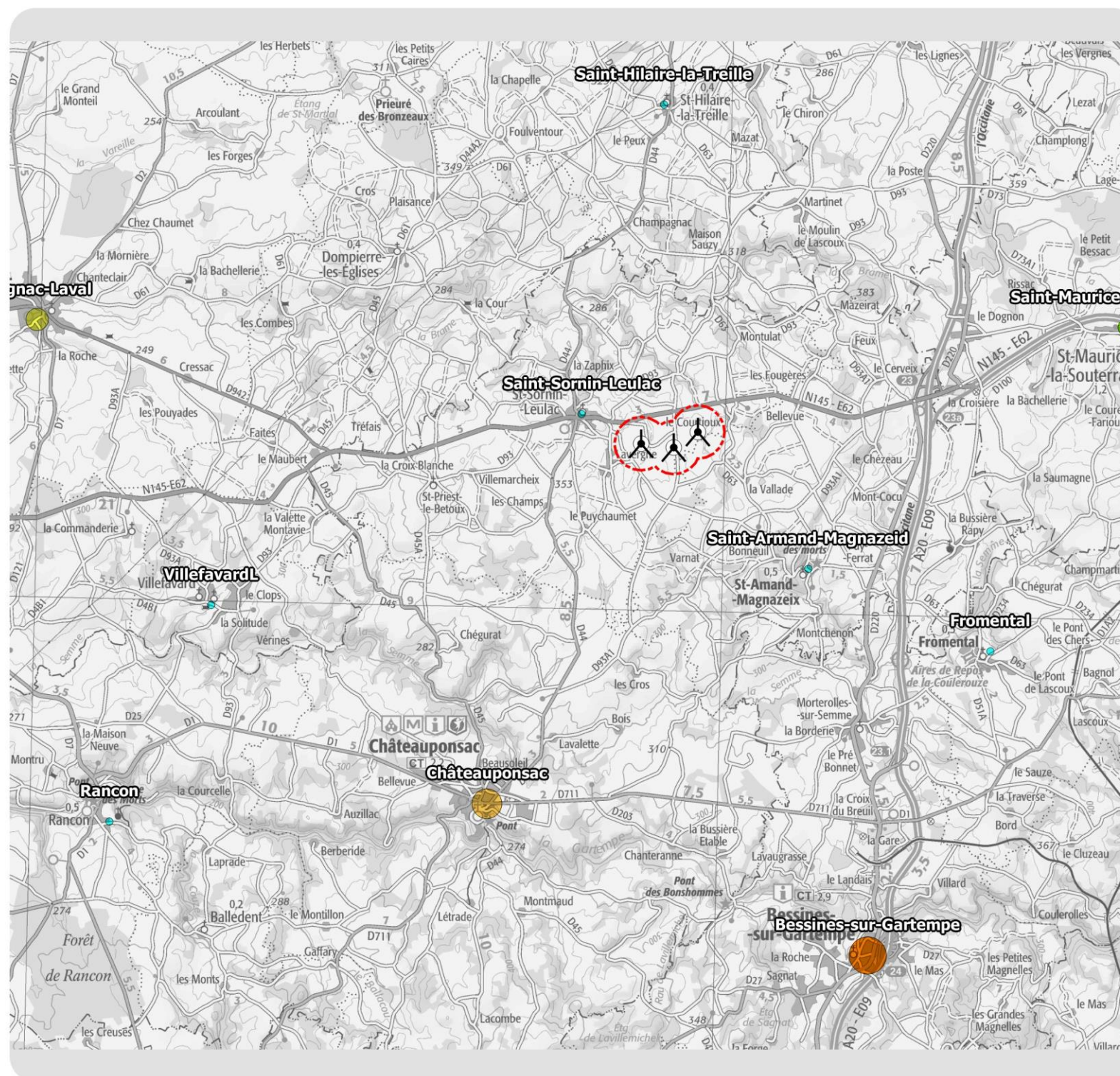
Le dynamisme démographique global du territoire d'étude tend vers une décroissance.

On compte ainsi environ 20 à 25% de jeunes de 0 à 30 ans, 35 à 40 % de 30 à 60 ans et 40% de plus de 60 ans. La population se révèle donc légèrement vieillissante.

La densité de population reste faible.

Le secteur d'implantation du projet est un territoire relativement rural. Toutefois, la population est inégalement répartie.

Carte 3 : Principaux bourgs autour du projet





3.1.1.1. Habitat

L'habitat est implanté historiquement sur le secteur d'étude, essentiellement représenté par des bourgs et fermes ou hameaux isolés.

Les logements du secteur d'étude sont majoritairement habités de façon permanente, mais les résidences secondaires sont néanmoins bien représentées (22% en moyenne). Les maisons individuelles représentent la quasi-exclusivité des logements sur le territoire d'étude. La proportion de vacance reste élevée. Elle est significative d'un territoire non attractif car les logements ne sont pas rapidement occupés lors d'un changement de propriétaire. De ce fait le territoire fait preuve d'une dynamique d'habitat ralentie.

Dans le périmètre de 500 m autour des éoliennes, on ne recense aucune habitation et aucun bâtiment d'activité.

Le bourg le plus proche est celui de Saint-Sornin-Leulac, à environ 800 m de l'éolienne la plus proche.

Des hameaux sont aussi présents tout autour du projet comme Labussière au nord, Le Courtioux à l'est, Châtenet et La Vallade au sud-est, Le Champoreix et Le Croizet au sud, Lavergne à l'ouest.

Un PLU est en cours d'élaboration sur la commune de Saint-Sornin-Leulac (avis de l'AE formulé de février 2018). Dans l'attente de son approbation, la commune de Saint-Sornin-Leulac n'a pas de document opposable propre à son territoire. C'est le règlement national d'urbanisme (RNU) qui s'applique en matière d'application du droit des sols. Selon le RNU, peuvent être autorisés en dehors des parties urbanisées de la commune (...) Les constructions et installations nécessaires (...) à la mise en valeur des ressources naturelles (...) Les constructions et installations incompatibles avec le voisinage des zones habitées ».

Les éoliennes s'implantent à plus de 500 m des bâtiments les plus proches. De même, aucune zone à urbaniser n'est présente dans la zone d'étude.

Le tableau suivant présente les zones bâties à moins d'1 km des éoliennes, et, pour chaque zone bâtie, l'éolienne la plus proche et sa distance, ainsi qu'une estimation du nombre d'habitants :

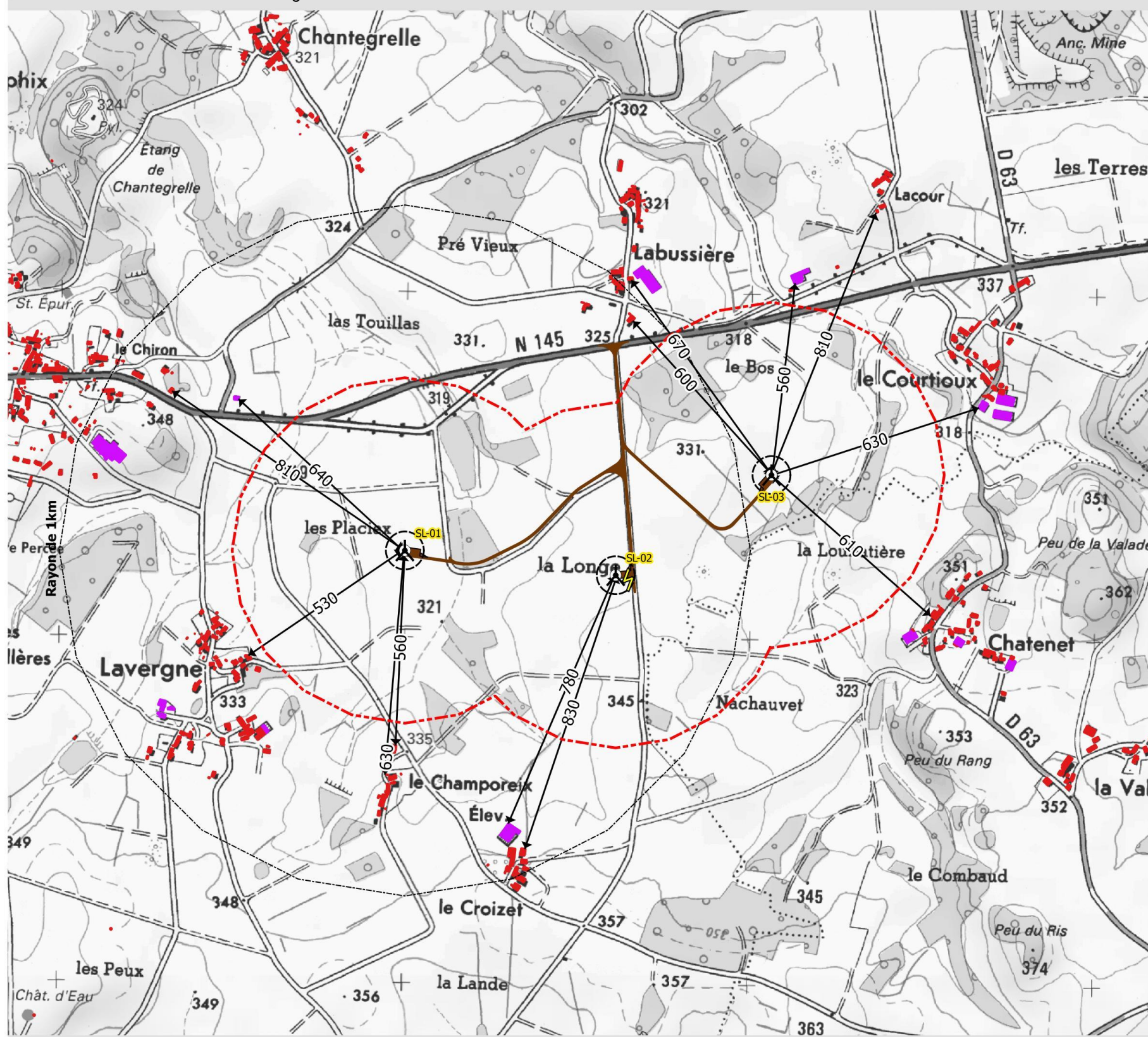
Zone d'habitat	Commune	Eolienne la plus proche	Distance	Type et nombre de bâtiments ¹	Nombre d'habitants ²
Saint-Sornin Leulac	Saint-Sornin Leulac	SL01	810 m des premières habitations	Bourg (moins de 40 habitations à moins d'1 km)	86,4
			640 m	Bâtiments d'activité	0
Labussière	Saint-Sornin Leulac	SL03	670 m	Hameau (une quinzaine d'habitats)	32,4
			600 m	Habitat isolé	2,16
Lacour	Saint-Sornin Leulac	SL03	560 m	Bâtiment d'activité	0
			810 m	Hameau (moins de 5 maisons)	10,8
Le Courtioux	Saint-Sornin Leulac	SL03	630 m	Hameau (une vingtaine de maisons)	43,2
Châtenet	Saint-Amand-Magnazeix	SL03	610 m	Hameau (une vingtaine de maisons)	43,2
Le Croizet	Saint-Sornin Leulac	SL02	780 m	Bâtiment d'activité	0
			830 m	Hameau (moins de dix maisons)	21,6
Le Champoreix	Saint-Sornin Leulac	SL01	560 m	Habitat isolé	2,16
			630 m	Hameau (moins de dix maisons)	21,6
Lavergne	Saint-Sornin Leulac	SL01	530 m	Hameau (une quarantaine de maisons)	86,4

¹ Dans les hameaux, le nombre de maisons habitées est estimé

² Sur la base de 2,16 personnes par ménage à Saint-Sornin-Leulac et St-Amand-Magnazeix (source : données population et ménage INSEE 2015 parues en septembre 2018)



Carte 4 : Voisinage autour des éoliennes

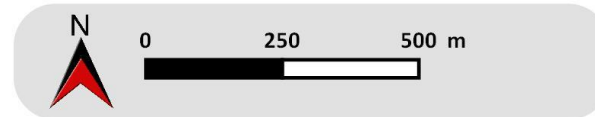


Projet

- Rayon de 500m autour des éoliennes
- Eoliennes et zones de survol des pales
- Poste de Livraison
- Pistes et plateformes

Voisinage

- Bâtiment d'activité
- Habitation



Date de réalisation : Avril 2019
 Logiciel utilisé : QGIS 2.18.26
 Sources : IGN scan25

Référence : 2019-000143





3.1.2. Activités économiques

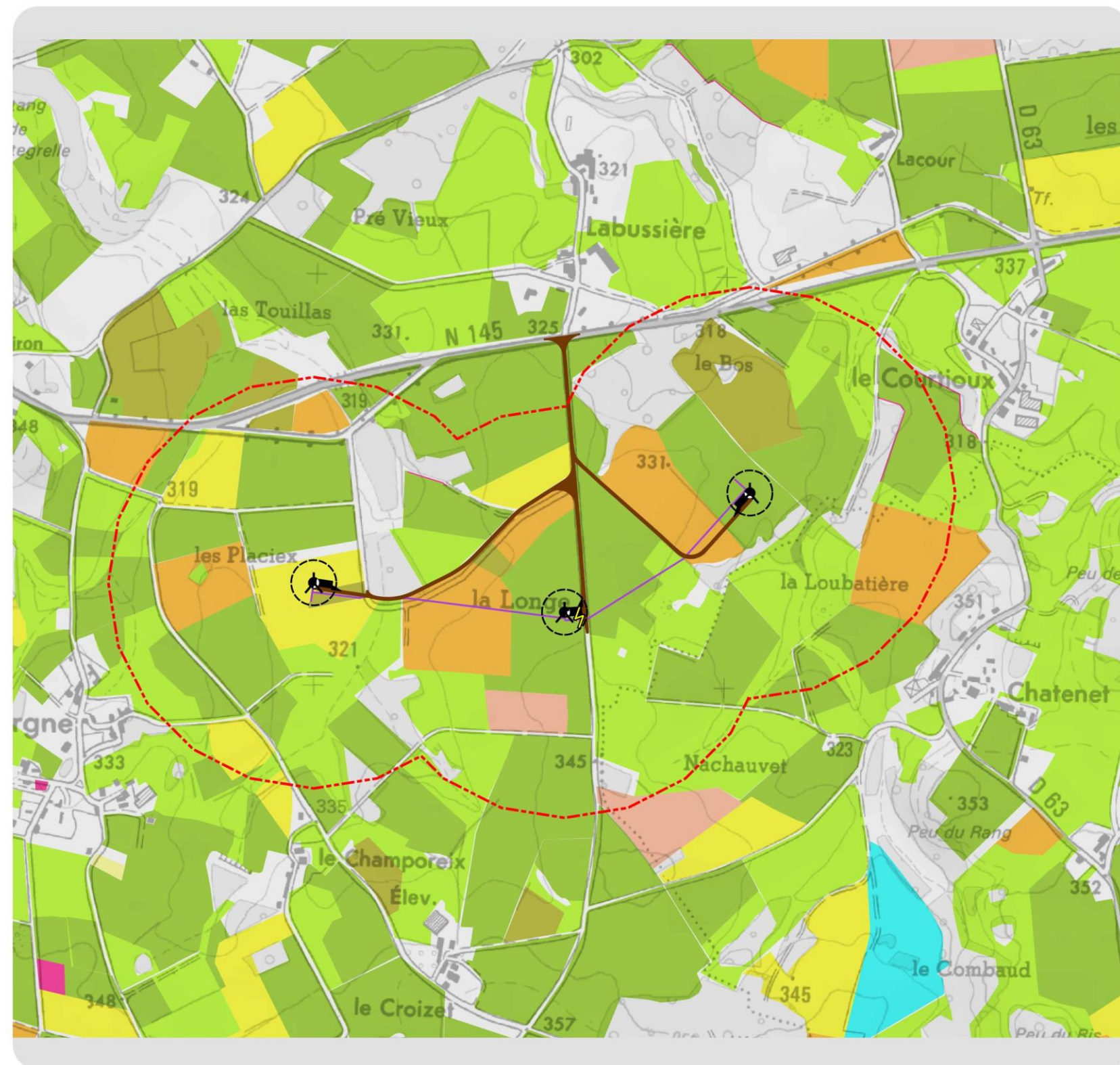
L'activité au niveau même de la zone d'étude est majoritairement tournée vers l'agriculture.

L'agriculture est une activité importante en termes d'occupations du sol au niveau des éoliennes et dans leur périmètre de 500 m. L'occupation des sols est hétérogène. Il existe dix produits agricoles labellisés sur la commune.

La zone d'implantation potentielle du projet est située dans un secteur où les éléments boisés sont largement présents, sans toutefois faire l'objet d'une exploitation sylvicole particulière.

L'exercice des activités agricoles se poursuivra en dehors du lieu d'implantation des éoliennes et du poste de livraison et de leurs accès.

Carte 5 : Occupation agricole autour des éoliennes du projet La Longe



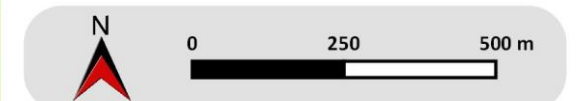
Registre parcellaire graphique 2016

- Blé tendre
- Maïs grain et ensilage
- Orge
- Autres céréales
- Gel (surfaces gelées sans production)
- Fourrage
- Prairies permanentes
- Prairies temporaires
- Divers

Absence de données (Fond IGN: SCAN 25)

Projet

- Raccordement électrique
- Plateforme
- Piste
- Poste de Livraison
- Eoliennes et zones de survol des pales
- Rayon de 500m autour des éoliennes



Date de réalisation : Avril 2019
 Logiciel utilisé : QGIS 2.18.26
 Sources : SCAN 25 TOPO®
 RPG 2016

Référence : 94879



Le secteur du projet, dans son ensemble, est riche de sites et monuments emblématiques susceptibles d'attirer les visiteurs. L'intérêt de ces monuments reste cependant d'abord local, très ponctuellement régional : Notre Dame de la consolation, sur la commune Le Dorat à 14,1 km ; ancien château des Bridiers sur la commune de La Souterraine, à 15,3 km ; lac de St Pardoux sur les communes de Compreignac, Razès, Saint Pardoux et St Symphorien sur Couze, à 10,5 km ; vallée de la Gartempe au niveau des communes de Balledin, Rancon et Chateauponsac à 3,2 km.



Il existe par ailleurs un certain nombre de structures d'accueil permettant l'hébergement de visiteurs, mais pas à proximité du projet.

Aucun GR ni sentier de randonnée ne passe à moins de 500 m du projet. Néanmoins, de nombreux chemins ouverts au public sillonnent les terrains.



Carte 6 : Tourisme autour du projet d'implantation des éoliennes

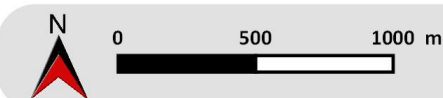


Projet

-  Implantation des éoliennes
-  Rayon de 500 m autour des éoliennes

Patrimoine

-  Bâtiments classés aux Monuments Historiques
-  Périmètre de protection des Monuments Historiques (500m)



Date de réalisation : Mars 2019
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.28
Sources : SCAN 25 TOPO®
Atlas du patrimoine Haute-Vienne

Référence : 2019-000143





3.1.3. Etablissements recevant du public (ERP)

3.1.3.1. Zones commerciales

Il n'existe pas d'activité commerciale ou artisanale dans le périmètre d'étude de 500 m.

3.1.3.2. Etablissements 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.

Il n'existe aucun établissement sensible dans la zone d'étude de 500 m.

3.1.3.3. Etablissements touristiques

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

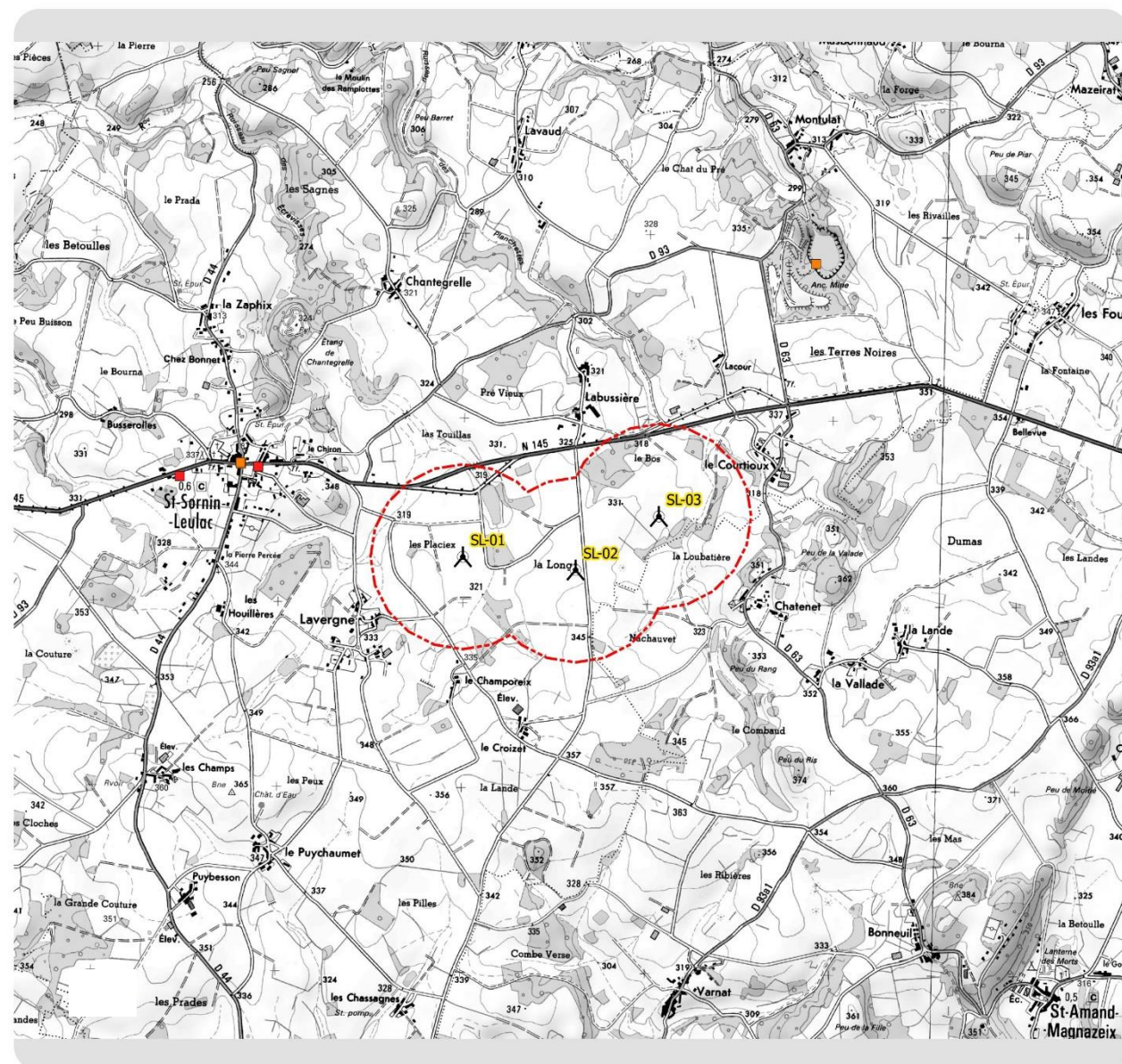
3.1.4. Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base

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

Aucune carrière, aucune installation agricole n'est présente à moins de 500 mètres des éoliennes.

Il n'existe pas d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) dans un rayon de 500 m autour des terrains étudiés.

Il n'existe aucune ICPE ni installation nucléaire de base dans la zone d'étude de 500 m.



Projet

- Eolienne
- Rayon de 500m autour des éoliennes

Contexte industriel

Autres activités industrielles ou de service (BASIAS)

- Activité terminée
- Ne sait pas

Carte 7 : Implantation des éoliennes par rapport au contexte industriel

N

0 500 1000 m

Date de réalisation : Mars 2019
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.28
Sources : SCAN 25 TOPO®
DREAL Limousin

Référence : 2019-000143



3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

3.2.1. Contexte climatique

Sources : site Météo-France, base de données Météorage, données de la station météo de Limoges

3.2.1.1. Données climatologiques générales

Le secteur d'implantation des éoliennes, implanté au sein de l'unité paysagère de la Marche, présente un climat de type océanique avec de faibles précipitations, en particulier durant la période estivale. Les températures y sont assez douces et on compte peu de gelées.

3.2.1.2. Données climatologiques locales

Le climat de la zone d'étude peut être apprécié à partir de la station de Limoges localisée à plus 35 km au Sud de l'AEI.

Les données utilisées sont issues de moyennes calculées sur la période 1981-2010 et proviennent du site de Météo-France.

Les températures moyennes minimales se situent aux alentours de 7,7°C et les maximales autour de 15,2°C.

Avec en moyenne 134,9 jours de précipitations par an, les hauteurs sont de 1023,5 mm. Les précipitations sont réparties de façon relativement homogène tout au long de l'année. On notera toutefois que les mois de juin, juillet, août et septembre sont les plus secs.

On compte en moyenne 83 jours de bon ensoleillement par an. Les mois les plus ensoleillés sont les mois de mai à septembre.

En termes de potentiel éolien, le projet de parc éolien se situe en zone 2, et est implanté sur une zone de plateau. On peut ainsi s'attendre à un vent moyen autour de 8 m/s, à 50 mètres de hauteur.

De la campagne de mesures de vent sur site (mât de 95 m) ressort un potentiel éolien très favorable à l'implantation d'un parc d'éoliennes.

Les chiffres communaux de statistique de l'activité orageuse montrent que le secteur est soumis à des phénomènes orageux d'une intensité relativement peu importante.

3.2.2. Risques naturels

3.2.2.1. Inondations

La zone d'étude n'est pas concernée par le risque d'inondation.

La zone d'étude étant hors zone inondable, l'aléa inondation ne sera pas considéré comme une source potentielle extérieure de danger.

3.2.2.2. Sismicité

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R.563-1 à R.563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 et n° 2010-1255 du 22 octobre 2010, ainsi que par l'Arrêté du 22 octobre 2010) :

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

Ce zonage est présenté sur la carte ci-contre.

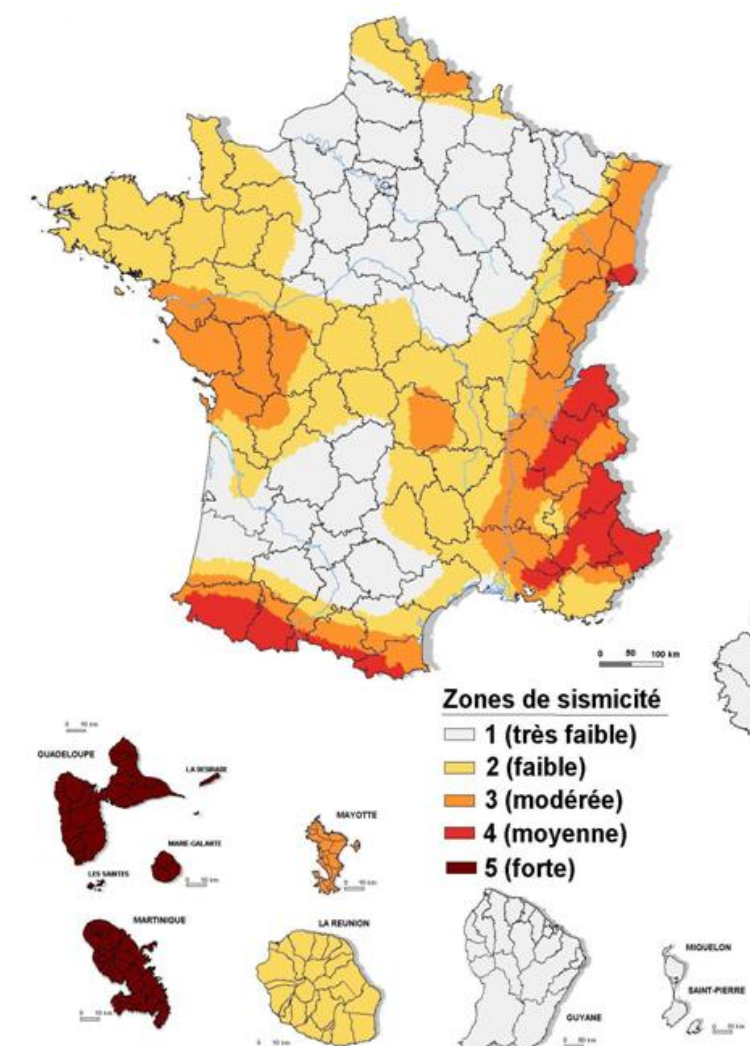


Illustration 1 : zonage sismique de la France (www.planseisme.fr)

Saint Sornin Leulac se trouve en zone de sismicité 2, faible. Cette zone correspond à une zone dans laquelle il existe des prescriptions parasismiques particulières applicables à certaines catégories de bâtiments.

Dans le cadre du projet, au regard du type d'infrastructure envisagée (éolienne) aucune règle de protection particulière n'est à appliquer dans les constructions.

Plusieurs séismes ont été ressentis sur la commune de Saint Sornin Leulac.



3.2.2.3. 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

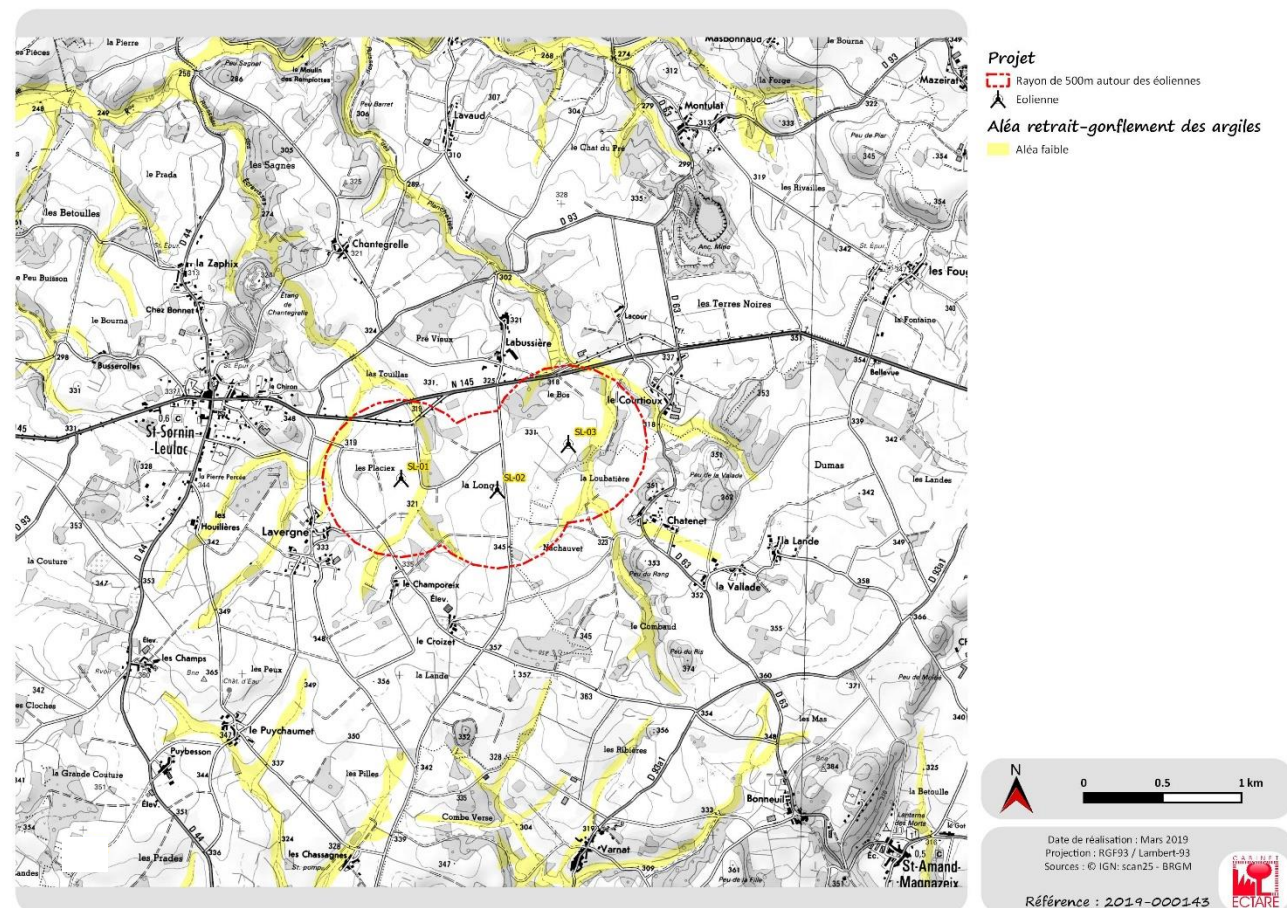
Aucun facteur d’instabilité n’a été clairement identifié sur les terrains du projet. Toutefois le risque de mouvement de terrain lié à de fortes précipitations ne peut être totalement écarté sans études complémentaires.

Cavités souterraines

Aucune cavité souterraine n’est connue sur ou à proximité de l’aire d’étude du projet.

Aléa retrait-gonflement des argiles

La zone d’étude est classée en zone d’aléa nul à faible concernant le retrait gonflement des argiles.



Carte 8 : Aléa retrait-gonflement des argiles au niveau du projet

Aucun facteur d’instabilité n’a été clairement identifié dans la zone d’étude de 500 m.
On ne considèrera donc pas l’aléa retrait-gonflement des argiles comme source potentielle extérieure de danger.

3.2.2.4. 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 km² et par an.

La valeur moyenne de la densité de foudroiement (N_{SG} – valeur normative de référence (NF EN 62858 – NF C 17-858)), en France, est de 1,12 impacts/km²/an.

Les résultats ci-après sont fournis par Météorage à partir des données du réseau de détection des impacts de foudre pour la période 2008-2017 :

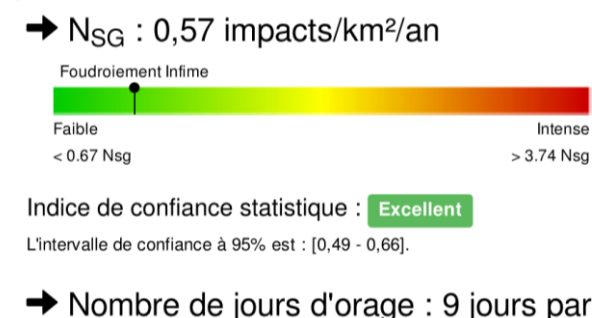


Illustration 2 - Statistiques du foudroiement sur Saint-Sornin-Leulac (période d’analyse 2008 – 2017)

Le secteur est ainsi soumis à des phénomènes orageux d’une intensité relativement faible, inférieurs à la moyenne nationale.

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.

3.2.2.5. Risque d’incendies, feux de forêt

Le département de la Haute-Vienne, et plus particulièrement la zone d’implantation du projet, ne sont pas considérés comme une région particulièrement exposée aux risques d’incendie de forêt.

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

La zone d'étude est traversée par la N145-E62, ainsi que par quelques voiries et pistes locales. Le rayon de 500 m autour des éoliennes La Longe est parcouru par environ :

- 760 m de route nationale,
- 4,7 km de voiries locales,
- 1800 m de chemins.

Aucun transport ferroviaire n'est présent dans les limites de la zone d'étude.

Aucun transport fluvial n'est présent dans les limites de la zone d'étude.

Aucun transport aérien n'est présent dans les limites de la zone d'étude.

Aucun sentier de randonnée ne se situe au sein du périmètre de 500 m autour des éoliennes.

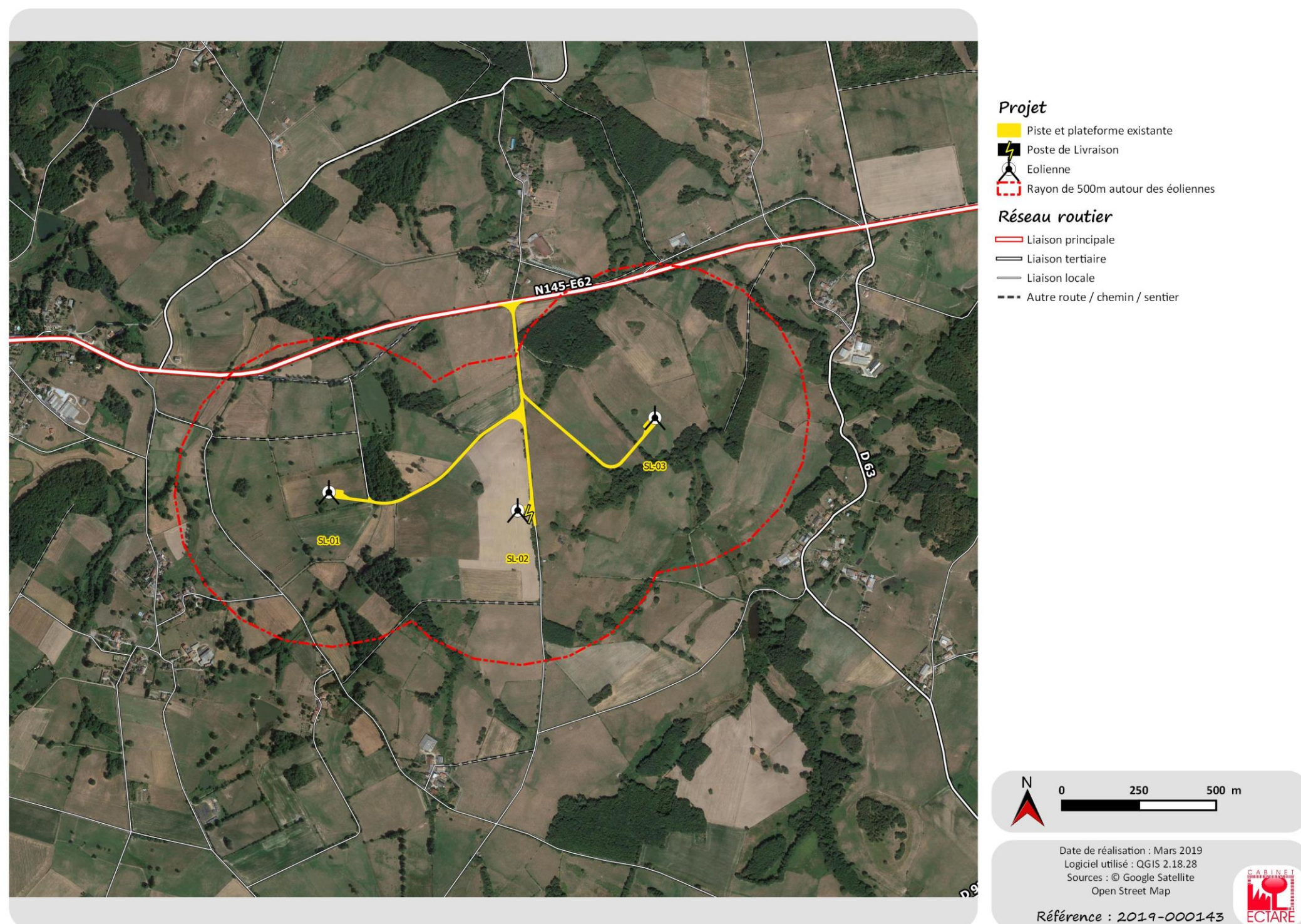
3.3.2. Réseaux publics et privés

Aucun captage pour l'alimentation en eau potable ne se situe dans la zone d'étude de 500 m autour des éoliennes.

Aucun réseau engendrant une servitude ne passe à moins de 500 m des éoliennes.

3.3.3. Autres ouvrages publics et privés

Aucun autre ouvrage ne se situe dans le rayon de 500 m autour des éoliennes.





3.5. CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

La carte ci-dessous matérialise les principaux enjeux identifiés. Ces derniers sont listés dans le document intitulé « 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 visé dans cette étude, en l'absence au sein de la zone d'étude de 500 m de rayon :

- ↪ de zones urbanisées,
- ↪ d'ERP,
- ↪ d'ICPE et d'installations nucléaires de base,
- ↪ de captages AEP et de périmètre de protection.
- ↪ de lignes électriques

les cartes de synthèses font apparaître :

- ↪ les voies de communications,
- ↪ le nombre de personnes exposées par secteur.

Eolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Voiries (m)	
Projet La Longe			
SL-01	78,5 ha	Route principale (N145-E62) : 385 m Liaisons locales : 1015 m Service : 505 m Chemins : 1545 m	15,6748
SL-02	78,5 ha	Liaisons locales : 1635 m Chemins : 455 m	3,4894
SL-03	78,5 ha	Route principale (N145-E62) : 370 m Liaison locale : 685 m Chemins : 690 m	13,78176

Note sur les calculs :

Les routes départementales du secteur et la nationale 145, localisées en zone rurale, ne sont pas susceptibles de connaître fréquemment des embouteillages 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.

La RN 145 comptabilise 8000 véhicules/jour.

Il n'existe pas de comptages routiers sur les voiries locales. Nous compterons donc le même trafic que celui connu sur la départementale la plus proche et ayant le plus fort trafic journalier sur laquelle elle se connecte (donc 410 véhicules/jour, comme sur la RD44).

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 chemins en tant que terrains non aménagés et peu fréquentés, soit 1 personne / 10 ha et la surface des chemins a été estimée sur la base d'une largeur de 5 m.

Sur les terrains non aménagés et très peu fréquentés, nous avons compté 1 personne par tranche de 100 ha.

Le détail des calculs est ici donné pour toutes les éoliennes, dans la zone des 500 m.

▪ Eolienne SL01 :

- Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,785 pers [zone d'effet = 78,5 ha soit $78,5/100 = 0,785$];
- La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 385 m de route nationale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 8000 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (385/1000) \times (8000/100) = 12,32$ personnes ;
- La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 1520 m de route locale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 410 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (1520/1000) \times (410/100) = 2,4928$ personnes ;
- La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 1545 m de chemins ruraux. Cela fait donc $1545 \times 5 = 7725$ m² (0,77 ha) soit : $0,77/10 = 0,077$ personnes ;
- **Soit au total $0,785 + 12,32 + 2,4928 + 0,077 = 15,6748$ personnes (moins de 100 personnes exposées).**
-

▪ Eolienne SL02 :

- Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,785 pers [zone d'effet = 78,5 ha soit $78,5/100 = 0,785$];
- La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 1635 m de route locale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 410 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (1635/1000) \times (410/100) = 2,6814$ personnes ;
- La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 455 m de chemins ruraux. Cela fait donc $455 \times 5 = 2275$ m² (0,23 ha) soit : $0,23/10 = 0,023$ personnes ;
- **Soit au total $0,785 + 2,6814 + 0,023 = 3,4894$ personnes (moins de 10 personnes exposées).**

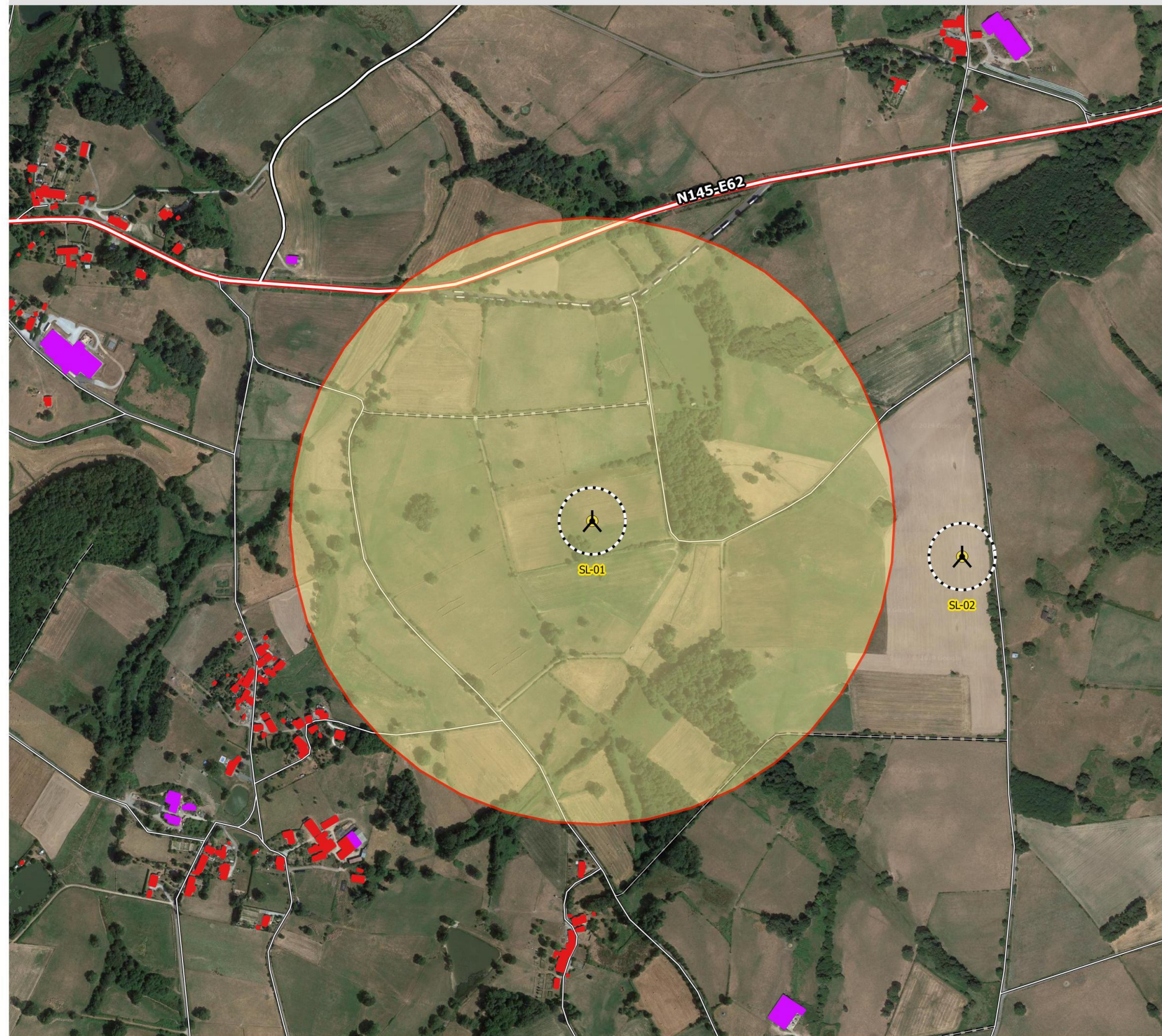


▪ Eolienne SL03 :

- Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,785 pers (zone d'effet = 78,5 ha soit $78,5/100 = 0,785$) ;
- La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 370 m de route nationale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 8000 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (370/1000) \times (8000/100) = 11,84$ personnes ;
- La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 685 m de route locale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 410 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (684/1000) \times (410/100) = 1,12176$ personnes ;
- La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 690 m de chemins ruraux. Cela fait donc $690 \times 5 = 3450$ m² (0,35 ha) soit : $0,35/10 = 0,035$ personnes ;
- **Soit au total $0,785 + 11,84 + 1,12176 + 0,035 = 13,78176$ personnes (moins de 100 personnes exposées).**



Carte 10 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne SL01



Zone d'effet

Rayon de 500m autour de l'éolienne (terrain aménagé mais peu utilisé)

S-L01

Éléments du projet

Eolienne et zone de survol des pales (55m)

Voisinage

Bâtiment d'activité

Habitation

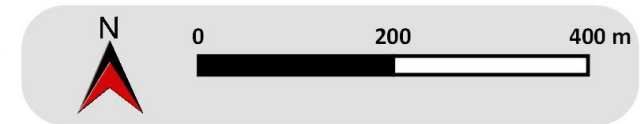
Liaisons routières

Liaison principale

Liaison tertiaire

Liaison locale

Autre route / chemin / sentier



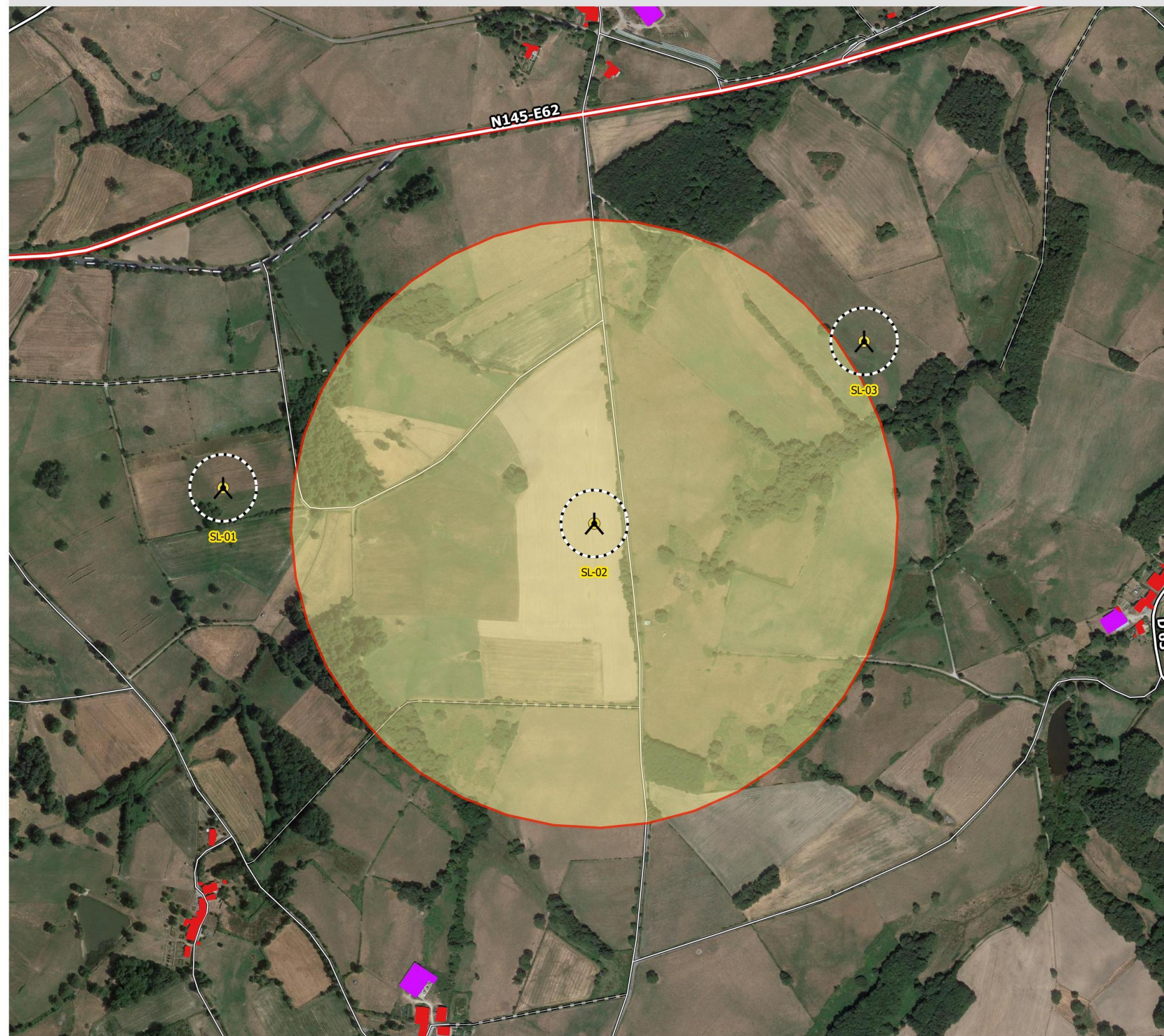
Date de réalisation : Avril 2019
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.26
Sources : ROUTE 500® - Open Street Map
Fond : Google Satellite

Référence : 2019-000143





Carte 11 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne SL02

**Zone d'effet**

**Rayon de 500m autour de l'éolienne
(terrain aménagé mais peu utilisé)**

■ S-L01

Eléments du projet

⦿ Eolienne et zone de survol des pales (55m)

Voisinage

■ Bâtiment d'activité

■ Habitation

Liaisons routières

— Liaison principale

— Liaison tertiaire

— Liaison locale

- - - Autre route / chemin / sentier



0 200 400 m

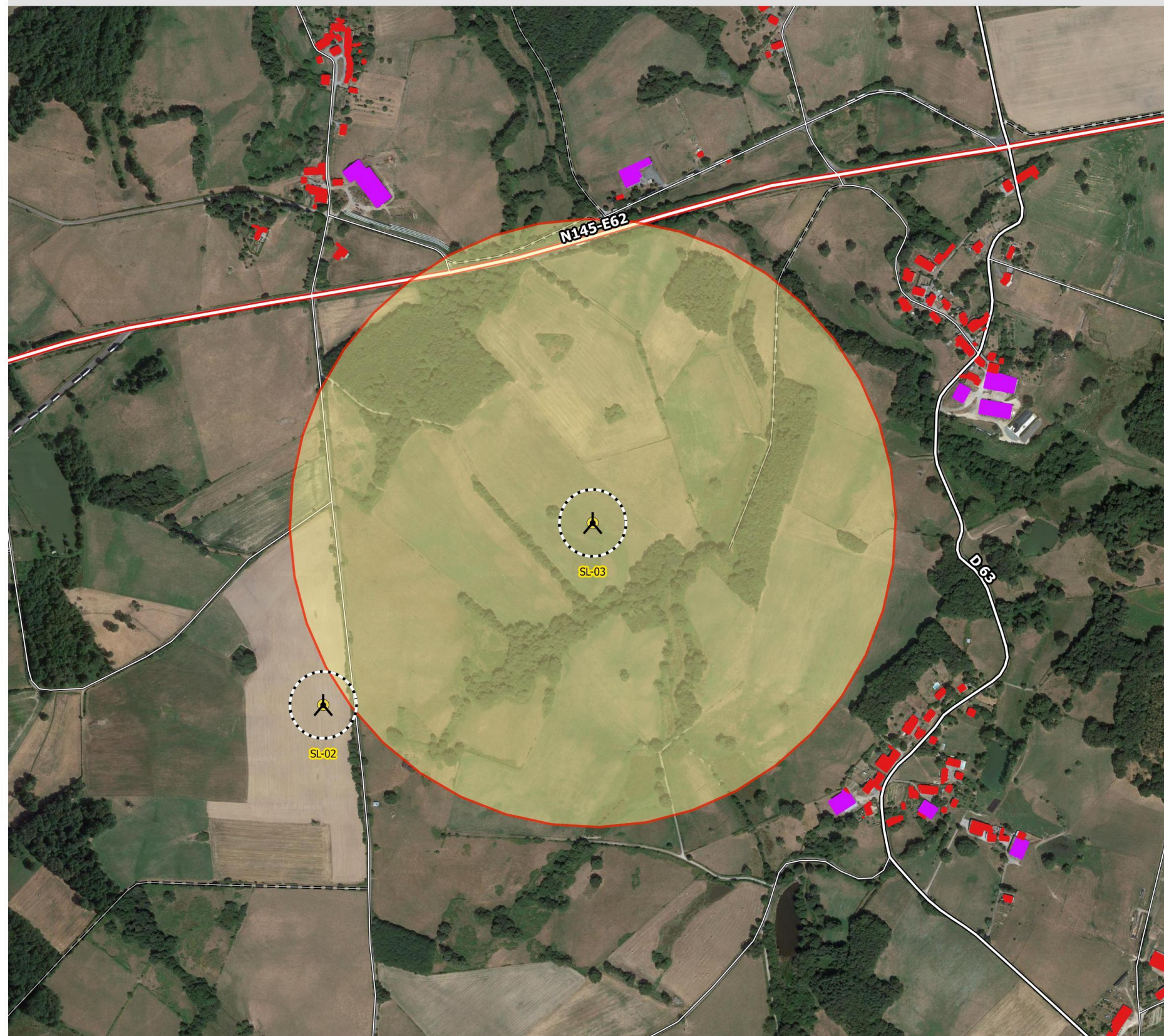
Date de réalisation : Avril 2019
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.26
Sources : ROUTE 500® - Open Street Map
Fond : Google Satellite

Référence : 2019-000143





Carte 12 : Synthèse des enjeux au niveau de l'éolienne SL03



Zone d'effet

Rayon de 500m autour de l'éolienne (terrain aménagé mais peu utilisé)

SL-03

Eléments du projet

Eolienne et zone de survol des pales (55m)

Voisinage

Bâtiment d'activité

Habitation

Liaisons routières

Liaison principale

Liaison tertiaire

Liaison locale

Autre route / chemin / sentier



0 200 400 m

Date de réalisation : Avril 2019
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.26
Sources : ROUTE 500® - Open Street Map
Fond : Google Satellite

Référence : 2019-000143





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. Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, 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 5 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 aéronautique.

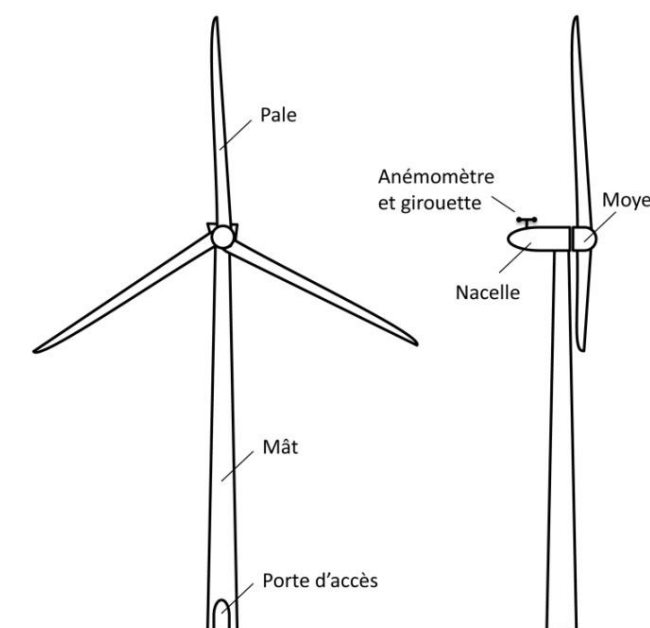


Illustration 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur



4.1.1.2. Emprise au sol

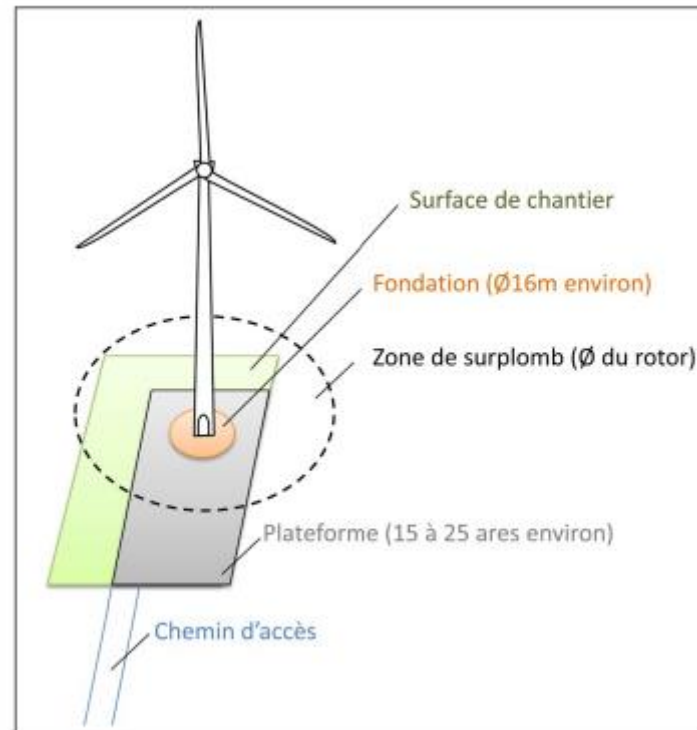
Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens :

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 des installations

L'activité du projet éolien La Longe est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur d'éolienne de 150 m maximum. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

4.1.3. Composition des installations

Le projet éolien La Longe est composé de 3 aérogénérateurs et d'1 poste de livraison.

A ce stade la présente demande d'autorisation d'exploiter est établie avec le choix d'une technologie proposée par le constructeur Vestas pour des éoliennes de 2,2 MW et une hauteur en bout de pôle de 150 mètres.

La Vestas V110 – 2,2 MW est une éolienne d'une puissance nominale de 2200 kW, dotée d'un rotor à trois pales, d'un système actif de réglage des pales et fonctionnant à vitesse variable. Elle exploite la force des vents dominants sur chaque site, grâce à un rotor de 110 m de diamètre et d'une hauteur de moyeu de 95 m, pour produire un maximum d'énergie électrique.

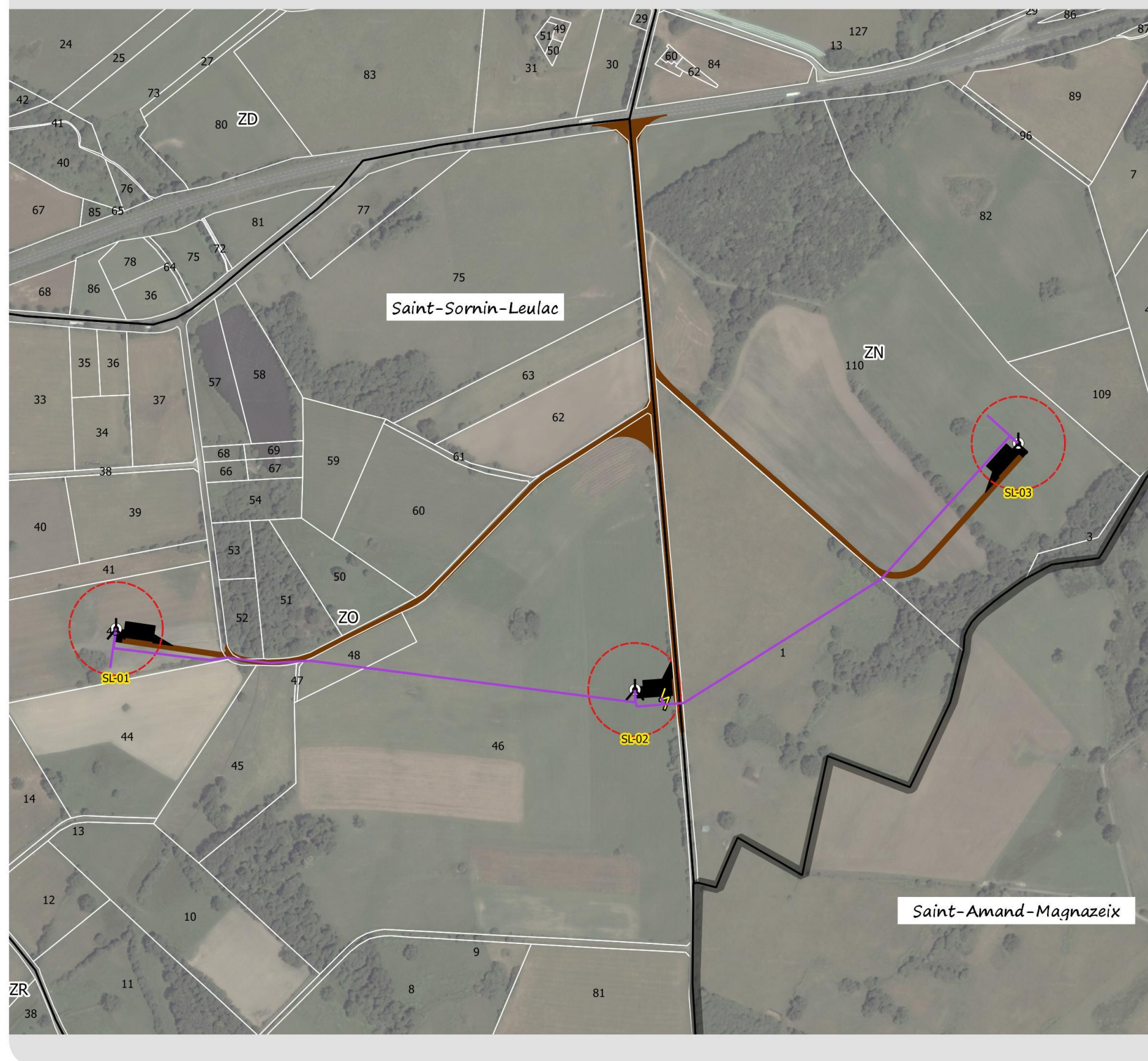
Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de livraison en système de coordonnées NTF CC46 et WGS 84 :

S.E.P.E.	Numéro	Type de Machine	N.G.F.						
			Z T.N. initial	X Projet	Y Projet	Nord Projet	Est Projet	Z Projet	Z Bout de Pâle Projet
La Longe	SL-01	V110-95m-2,2MW	325,94	1 569 799,228	5 223 026,012	46°11'41,2"	1°18'46,8"	326,33	476,33
	SL-02	V110-95m-2,2MW	338,44	1 570 410,069	5 222 954,483	46°11'39,3"	1°19'15,4"	339,45	489,45
	SL-03	V110-95m-2,2MW	322,57	1 570 861,330	5 223 244,609	46°11'49,0"	1°19'36,1"	323,34	473,34
	Poste de livraison		338,79	1 570 444,323	5 222 945,638	46°11'39,0"	1°19'17,0"	338,77	

Tableau 2 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison du projet La Longe



Carte 13 : Présentation générale du projet La Longe

**Projet**

- Plateformes
- Pistes
- Postes de Livraison
- Eoliennes et zones de survol des pales
- raccordement électrique

Cadastre

- Parcelles
- Sections
- Commune



0 100 200 m

Date de réalisation : Juillet 2018
 Logiciel utilisé : QGIS 2.18.20
 Sources : © Google satellite
 DGFIP-cadastre mars 2018

Référence : 94879





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 10 km/h et c'est seulement lorsque l'éolienne atteint 12 km/h qu'elle peut être couplée au réseau électrique.

Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor (ce n'est pas le cas avec les Vestas V110). 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 45 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ». Pour un aérogénérateur de 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kWh dès que le vent atteint environ 45 km/h.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 50,4-122 km/h (variable selon le type d'éoliennes, elle est de 72 km/h pour la V110), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

4.2.2. Caractéristiques des éoliennes

A ce stade, l'étude de danger est menée avec le choix d'une technologie proposée par le constructeur VESTAS pour permettre une analyse à partir de données précises dans le but de permettre l'appréciation des dangers inhérents à une gamme d'éoliennes.

La V110 – 2,2 MW est dotée d'un rotor à trois pales, d'un système actif de réglage des pales et fonctionnant à vitesse variable. Elle exploite la force des vents dominants sur chaque site.

Eolienne Vestas V110 – 2,2 MW	
Rotor / pâles	
Type	Rotor 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	110 m
Nombre de pales	3
Longueur des pales	54 m
Poids d'une pale	8300 kg
Surface couverte	9503 m ²
Matériau des pales	Fibre de verre renforcée avec époxy et fibre de carbone
Vitesse de rotation	Variable, 13,7 tours/min
Mât	
Fonction	Supporter la nacelle et le rotor
Type de mât	Tour tubulaire en acier (3 à 5 sections)
Hauteur maximale (au moyeu)	95 m
Fondation	
Fonction	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol
Diamètre des fondations (m)	19 à 23 m
Diamètre du mat au pied (m)	3,95 m
Transmission et générateur :	
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
Générateur	Génératrice asynchrone à double alimentation
Transformateur	Tension de 20 kV à la sortie
Système de freinage	
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 : Orientation individuelle des pales par activation électromécanique avec alimentation de secours Frein auxiliaire mécanique : Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre de transmission
Blocage du rotor	Rotor libre à l'arrêt, frein mécanique pour les opérations de maintenance
Contrôle d'orientation	
Fonction :	Orienter l'éolienne de manière optimale par rapport au vent
	Système de palier lisse
Surveillance à distance	
Fonction	Communiquer en continu les données mesurées sur l'éolienne
	Télésurveillance et système SCADA



4.2.3. Sécurité de l'installation :

4.2.3.1. Respect des principales normes applicables à l'installation

Conformité aux prescriptions générales

Ostwind et la SEPE La Longe ont procédé à une analyse de conformité du projet aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent. Les 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
La 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. Les pales respectent la norme IEC61400-1 ; 12 ; 13.
La norme IEC60034	Normes de construction des génératrices.
La norme ISO 81400-4	Fixe les règles pour la conception du multiplicateur.
Standard IEC61400-24	Protection foudre de l'éolienne.
Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004	Règlementations concernant les ondes électromagnétiques
Norme ISO 9223	Traitement anticorrosion des éoliennes

Tableau 3 : Exemples de normes et standards appliquées pour la construction des éoliennes

4.2.3.2. Eléments de sécurité

Système de freinage

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

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

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

L'arrêt complet du rotor n'a lieu qu'à des fins de maintenance et en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence. Dans ce cas, un frein d'arrêt supplémentaire 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.

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

Protection foudre

Toutes les éoliennes Vestas sont équipées d'un système de protection contre la foudre conforme à la norme internationale 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.

Elles sont également équipées d'un système de mise à la terre conformément à l'arrêté du 26 août 2011.

Les articles 22 de l'arrêté du 26 août 2011 évoquent les mesures en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité en cas d'orages.

Les articles 23 et 24 de l'arrêté du 26 août 2011 stipulent le système de détection et d'alerte en cas d'incendie ainsi que les moyens de lutte contre l'incendie.

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 Vestas qui seront implantées sur le projet La Longe seront munies d'un système de gestion qui identifie toute anomalie de fonctionnement.

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.

Le détecteur de givre est ici de type Rotor Blade Ice Detector (RBID) : ce système permet de détecter la présence physique de givre sur les pales avec un capteur placé dans chaque pale. Il enregistre les mouvements d'accélération et la température à l'intérieur de la pale. Lorsque les paramètres diffèrent d'un comportement normal, la machine s'arrête automatiquement car le givre s'y est déposé. La machine se relance automatiquement dès lors que les paramètres reviennent à la normale.

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.

Protection incendie

Tous les composants mécaniques et électriques des éoliennes Vestas dans lesquels un incendie pourrait potentiellement se déclencher en raison d'une éventuelle surchauffe ou d'un 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.

Les éoliennes Vestas possèdent un système de capteurs de température des équipements, et sont dotées de deux extincteurs manuels CO₂ : un dans la nacelle, et un au pied du mât.

Par ailleurs, lors des interventions, les techniciens emmènent également un extincteur dans leur véhicule de service.

Lorsqu'un capteur de sécurité signale un défaut ou qu'un interrupteur correspondant se déclenche, l'éolienne est immédiatement stoppée.

Les capteurs de température émettent des signaux qui sont immédiatement transmis au constructeur par le système de surveillance à distance qui alerte alors immédiatement l'exploitant, par un message SMS et/ou email, qui prévient alors les pompiers. Ces derniers décident sur place des actions à entreprendre. Le centre de service des constructeurs est occupé 24h/24, 7j/7 et par conséquent joignable à tout moment.

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.

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. Hormis certaines opérations qui nécessitent des interventions sur site, les éoliennes sont surveillées et pilotées à distance.

La SEPE La Longe s'assure du suivi du parc éolien une fois celui-ci mis en service et jusqu'à son démantèlement en fin de vie.

Pour cela, les installations sont équipées d'un système qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs : le système de surveillance à distance, SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). L'entreprise chargée de l'entretien a la tâche primaire de surveiller le SCADA 24h/24 et de déclencher les interventions nécessaires. Par ailleurs, l'exploitant possède une organisation d'exploitation capable de prendre en compte tout problème de sécurité se déclarant. Les moyens de prévention sont divers : accès au SCADA via une connexion internet, réception SMS ou courriel. Par ailleurs, on utilise les capteurs embarqués à des fins de maintenance préventive, c'est-à-dire la détection de panne naissante, avant qu'elle n'ait de conséquence sur le fonctionnement de l'éolienne.

Le parc éolien est ainsi relié à un centre de télésurveillance permettant le diagnostic et l'analyse de ses performances en permanence (énergie produite, puissance délivrée, vitesse du rotor, vitesse et direction du vent, renvoi d'alarmes...), 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...).

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

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 », interdisant ainsi toute action pilotée à distance.



Toute intervention dans le rotor n'est réalisée qu'après la mise en arrêt de celui-ci. De plus, les 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.

Chaque exploitant veille également à maintenir, durant toute la vie de son 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 des personnels

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.

4.2.4.3. Opération de maintenance préventive de l'éolienne

Avant la mise en service industrielle du projet éolien La Longe, puis suivant une périodicité annuelle, chaque 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.

L'inspection et l'entretien du matériel sont effectués par l'opérateur, 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 Vestas, les opérations de maintenance contribueront à réduire le risque.

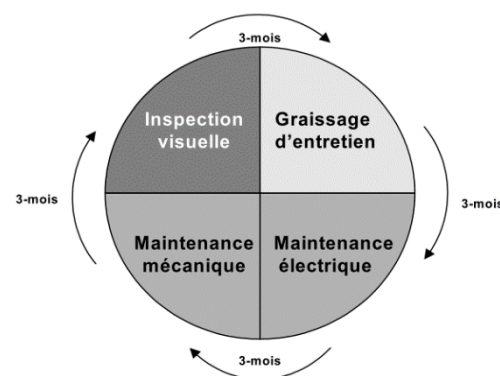


Illustration 4 - Phases de maintenance

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.

Entretien préventif

Typiquement et conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 26 août 2011, l'entretien est réalisé au cours d'au minimum une visite annuelle au cours desquelles on s'assure des points suivants :

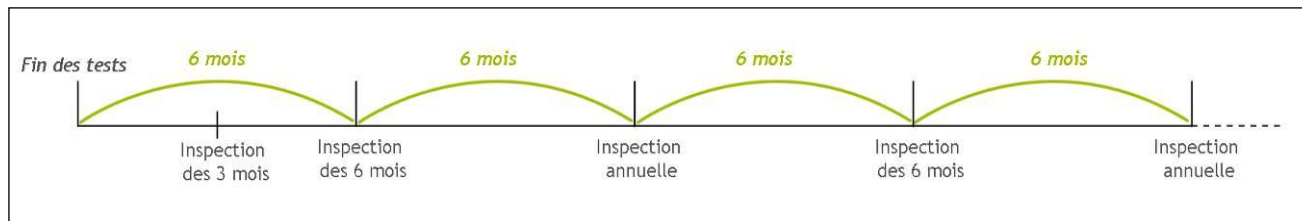
Opération	Points de vigilance	Fréquence
Inspection visuelle	Lors des inspections visuelles, les points particuliers de vigilance sont axés sur les aspects suivants : <ul style="list-style-type: none"> - Corrosion - Dommages mécaniques (par ex. fissures, déformation, écaillage, câbles usés) - Fuites (huile, eau) - Unités incomplètes - Encrassements / corps étrangers 	1 fois / an minimum
Graissage d'entretien	Les opérations de graissage visent à s'assurer du bon état des pièces mobiles et d'assurer un appoint ou de vidanger les huiles et lubrifiants. L'ensemble des points à vérifier est précisé dans le Plan de Maintenance relatif au graissage défini pour chaque modèle.	1 fois / an
Maintenance électrique	Les opérations de maintenance électrique visent à s'assurer du bon fonctionnement de tous les équipements électriques actifs (transformateurs, éclairage, mises à jour logicielles, ...) et passifs (mises à la terre, ...). L'ensemble des points à vérifier est précisé dans le Plan de Maintenance Electrique défini pour chaque modèle.	1 fois / an
Maintenance mécanique	Lors des opérations de maintenance mécanique, les points particuliers de vigilance sont axés sur les aspects suivants : <ul style="list-style-type: none"> - Panneaux d'avertissement - Pied du mât / local des armoires électriques - Fondations - Mât : Echelle de secours, ascenseurs de service, Plateformes et accessoires, Chemin et fixation de câbles, Assemblages à vis - Nacelle : treuil à chaîne, extincteurs et trousse de secours, système de ventilation, câbles, trappes, support principal, arbre de moyeu, Transmissions d'orientation, Contrôle d'orientation (« yaw »), Couronne d'orientation, Entrefer du générateur, Groupe hydraulique, Frein électromécanique, Dispositif de blocage du rotor, Assemblages à vis, ... - Tête du rotor : Rotor, Câbles et lignes, Générateur, moyeu du rotor et adaptateur de pale, engrenage de réglage des pales (« pitch »), Système de graissage centralisé, vis des pales du rotor, pales de rotor, ... - Système parafoudre - Anémomètre - ... 	1 fois / an minimum

Des essais d'arrêt, d'arrêt d'urgence et de simulation de survitesse sont réalisés lors de la mise en service de l'aérogénérateur ainsi que lors des opérations de maintenance préventive (dont la périodicité n'excède pas 1 an).



Le contrôle visuel et de serrage des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pâles et un contrôle visuel du mât font partie des opérations de maintenance préventive de l'aérogénérateur. Ils sont consignés et répertoriés dans les protocoles de maintenance, mis à disposition des exploitants.

Ces contrôles interviennent 3 mois, puis un an après la mise en service de l'aérogénérateur, puis avec une périodicité inférieure à un an pour le contrôle visuel et de serrage. De même, le contrôle des systèmes instrumentés de sécurité est effectué lors de chaque maintenance préventive, d'une périodicité inférieure à un an. Le serrage des brides de fixations et du mat est réalisé tous les deux ans sur un échantillon tournant permettant la révision complète à terme des serrages de chaque vis de toutes les brides.



Calendrier de maintenance

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.

4.2.4.4. 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).

4.2.4.5. 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.

4.2.4.6. Prise en compte du retour d'expérience

Dans l'organisation Vestas, 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 La Longe.

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

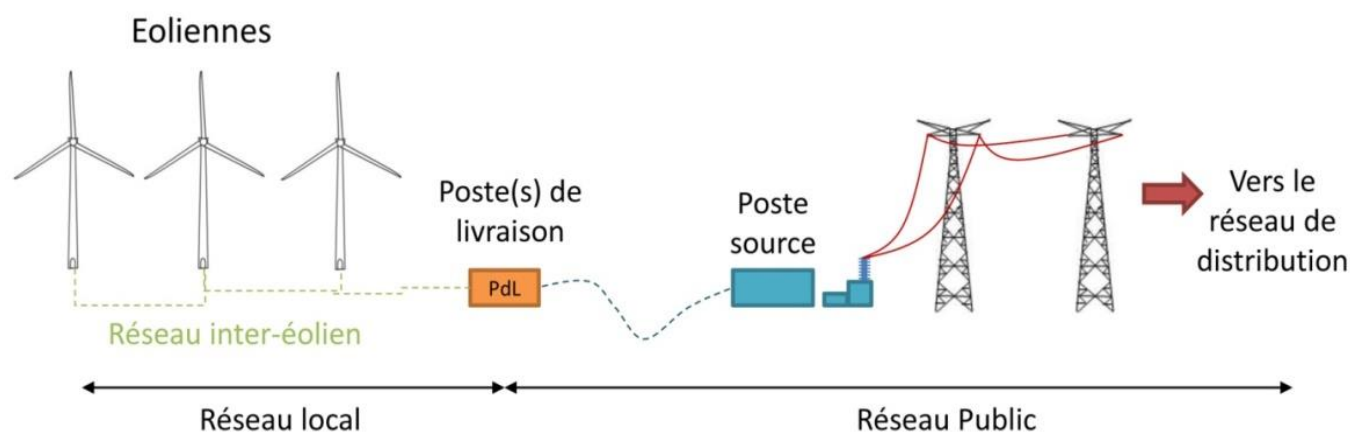


Illustration 5 : Raccordement électrique des installations

4.3.1.1. Réseau inter-éolien

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 (1 m le long des voies et 1,20 m dans les champs). Chaque tranchée sera équipée de fibre optique reliant chaque éolienne au terminal de télésurveillance.

Conformément au décret n° 2014-450 du 2 mai 2014 relatif à l'expérimentation d'une autorisation unique en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement, 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 du Code de l'Energie.

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 La Longe sera doté d'un poste de livraison placé à proximité de la plateforme de l'éolienne SL02.

Le raccordement sera placé sous la maîtrise d'œuvre générale d'ENEDIS.

La ligne de raccordement sera réalisée en souterrain (câble enterré entre 0,80 et 1,20 mètre de profondeur (hors gel) vers le poste source pressenti de La Souterraine, à environ 20 km, via le réseau routier.

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 des postes de livraison feront l'objet d'une demande d'article 50 du décret n°75781 du 14 août 1975 auprès de l'administration. La réalisation du raccordement externe sera également conforme aux dispositions de l'article R323-25 du Code de l'Energie.

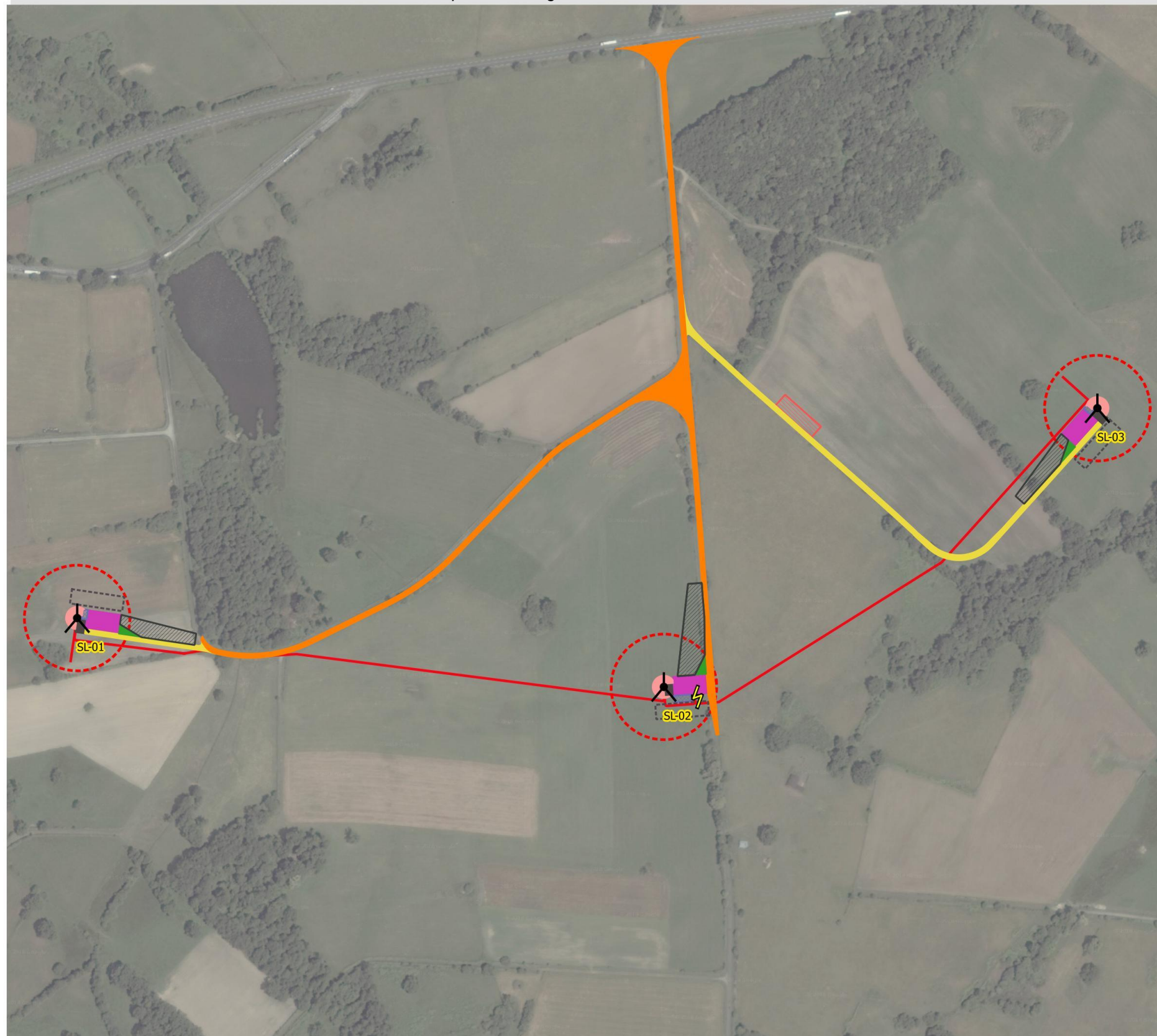
A noter qu'une seule liaison électrique relie l'éolienne au réseau public, cette liaison fonctionnant en alimentation du réseau lors du fonctionnement de l'éolienne et en retour depuis le réseau lors des phases d'arrêt.

4.3.3. Autres réseaux

Le projet éolien La Longe 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.



Carte 14 : Carte du réseau électrique de La longe



Projet

Surfaces permanentes

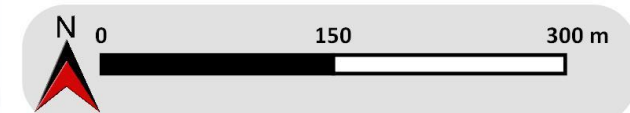
- Accès Machine
- Aire de Grutage
- Chemins à créer
- Chemins existants
- Autodéchargement
- ⚡ Poste de Livraison
- Zone de non culture
- ⚙ Eolienne

Surfaces temporaires

- ▨ Aire de montage de flèche
- ▨ Aire du Super-lift
- ▨ Aire de Stockage
- ▨ Zone de stockage des pales

Autres surfaces

- Câblage Interne
- ▨ zone de survol des pales



Date de réalisation : Juillet 2018
Logiciel utilisé : QGIS 2.18.20
Sources : © Google satellite



Référence : 94879



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 La Longe sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible 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 par Vestas ne sont classifiés comme CMR (Cancérogène, Mutagène, Repro-toxique) au sens de l'article R4411-1 et suivants du code du travail.

Des Equipements 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 chaque 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 est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site à la fin de l’exploitation. Au cours de celle-ci, il constitue les garanties financières nécessaires dans les conditions définies par décret en Conseil d’Etat. ».

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 1 de l’arrêté du 26 août 2011 relatif à la remise en état et à la constitution des garanties financières pour les installations de production d’électricité utilisant l’énergie mécanique du vent. Les matériaux constituant ces installations seront majoritairement recyclés (cimenterie, sidérurgie, plasturgie).

Synthèse des risques

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

Potentiel de dangers	Description des dangers
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grue 	Chute de la grue Chute d’éléments
Equipement / Engins de chantier : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Générateurs électriques ▪ Postes mobiles (ex : soudure) 	Accident avec des personnes (écrasement / choc) Electrocutation 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.

Le retour d’expérience de Vestas montre par ailleurs que les quantités de déchets générés sont très faibles.



5.3.2. Potentiels de dangers liés aux installations

Les dangers liés au fonctionnement du projet éolien La Longe sont de cinq types :

- Chute d'éléments de l'aérogénérateur (boulons, morceaux d'équipements, etc.),
- Projection d'éléments (morceaux de pale, brides de fixation, etc.),
- Effondrement de tout ou partie de l'aérogénérateur,
- Echauffement de pièces mécaniques,
- Courts-circuits électriques (aérogénérateur ou postes 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	Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique
Pale	Prise au vent	Bris de pale ou chute de pale	Energie cinétique d'éléments de pales
Aérogénérateur	Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne	Effondrement	Energie cinétique de chute
Postes 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	SL01 à 100 m d'une VC SL02 à 55 m d'une VC
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
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Aucun
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 faible. Dans le cadre du projet, au regard du type d'infrastructure envisagée (éolienne) aucune règle de protection particulière n'est à appliquer dans les constructions.
Vents et tempête	Une seule tempête, en 1982, a fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle Saint-Sornin-Leulac. La zone d'implantation n'est pas concernée par les phénomènes météorologiques des zones tropicales.
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 internationale IEC 61400-24.
Incendie de forêt	Le secteur d'étude se situe dans une zone où le risque d'incendie est très peu probable.



Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62305-3 (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

La pression d'appui des grues est répartie sur l'aire de grutage grâce à des plaques de répartition des charges. L'aire de grutage est donc dimensionnée de telle sorte que tous les travaux requis pour le montage de l'éolienne, mât inclus, puissent être exécutés de manière optimale et qu'elle supporte les pressions exercées.

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 chaque 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.

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 a 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) ;
- Systèmes de détection de givres et glace sur les pales.

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.

Pour les pales :

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

Pour l'emplacement des éoliennes :

Afin de minimiser le risque d'effondrement vis-à-vis des usagers, les éoliennes sont implantées à une distance supérieure à 500 m des habitations et à plus de 400 m de la principale voie de circulation (N145).

5.4.3. Réduction des risques liés aux produits dangereux

Suppression des potentiels de danger

Les huiles et lubrifiants utilisés sont des produits de base des installations de réparation et de maintenance qui ne peuvent être remplacés. Ces produits ne présentent pas de caractère dangereux marqué et les quantités mises en œuvre sont adaptées aux volumes des équipements.

Réduction des quantités de produits dangereux

- **Boîte de vitesse** : la boîte de vitesse possède un système d'étanchéité sans usure au niveau des arbres d'entrée et de sortie. En cas de fuite accidentelle, l'huile est collectée à l'intérieur de l'habitacle de la nacelle, ou par l'étagère supérieure de la tour, imperméable.



- **Alimentation en lubrifiant des paliers** pour le fonctionnement de la nacelle, du rotor et du générateur. Les paliers à roulement et à pivotement de l'éolienne sont alimentés en permanence en graisse. L'excédent de graisse ou les fuites éventuelles sont contenus dans les équipements. En cas de fuite accidentelle, les restes d'huile contenus dans le moyeu ne pourront pas s'échapper de la trappe d'accès notamment en raison de la forme et de l'inclinaison du moyeu. Les graisses nécessaires au fonctionnement du rotor, qui émergent au niveau des joints, sont récupérées dans des bacs de rétention, régulièrement nettoyés lors des opérations de maintenance.
- **Huile du transformateur** : le transformateur est situé selon la version au pied du mât ou dans un poste situé à l'extérieur du mât. Le puisard dans le sol en béton du poste est verrouillé et perméable à l'huile et peut recueillir l'ensemble de l'huile de transformation (environ 600 litres). Si le transformateur est installé dans le mât, une goulotte en acier assure la collecte de toute l'huile du transformateur. Les bacs de rétention d'huile dans les postes et les sous-sols de mâts sont étanches à l'huile.
- **Système hydraulique** : l'unité hydraulique est équipée d'un système d'étanchéité. En cas de dommage de ce système, les huiles restent contenues dans la nacelle.

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 feux », qui est associé à un ensemble de mesures 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. Une protection contre la foudre est donc installée sur les éoliennes.

Toutes les éoliennes Vestas sont équipées d'un système de protection contre la foudre conforme à la norme internationale 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 à 150 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 CO₂, 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.

La société VESTAS dispose de 11 centres de maintenance répartis sur l'ensemble du territoire national à proximité de ses parcs en fonctionnement afin d'y être réactif. Ainsi, cette installation dépendra du centre de maintenance de BESSINES (79), à un peu plus de 2h30 de route.

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, elles 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 du Chêne. **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. 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.

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

- La répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie, par rapport à la totalité des accidents observés en France. 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.

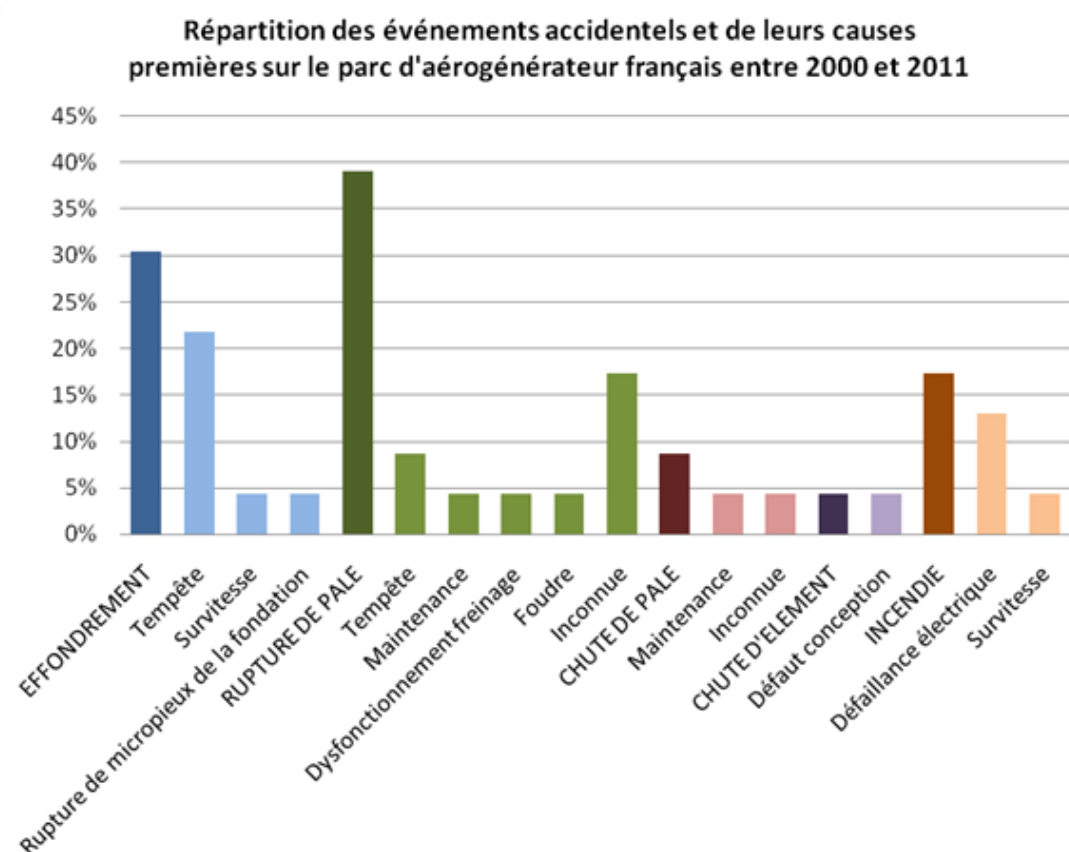


Illustration 6 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011.

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. 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, 26 nouveaux accidents concernant des parcs éoliens ont été recensés depuis début 2012 jusqu'à fin novembre 2016 (cf. II. Annexe 2).

Depuis l'année 2000, aucun accident technologique lié à un parc éolien n'a été recensé dans les départements de la Haute-Vienne et de la Creuse.

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 ».

Une consultation plus récente de cette base de données (mais sans analyse statistique et graphique) précise que sur les 1909 accidents décrits dans la base de données (recensés depuis les années 70 jusqu'au mois de juin 2016), 118 ont été mortels, et 213 ont été à l'origine de blessures. Ce sont 331 accidents qui peuvent être considérés comme des « accidents majeurs ».

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.

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

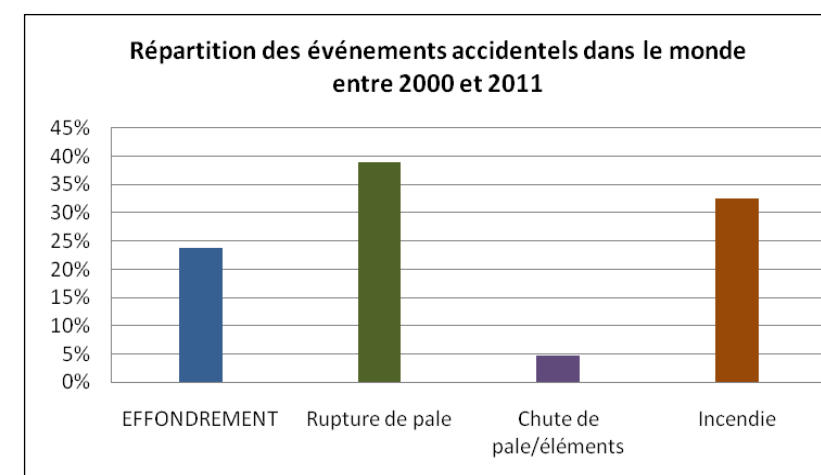


Illustration 7 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

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).

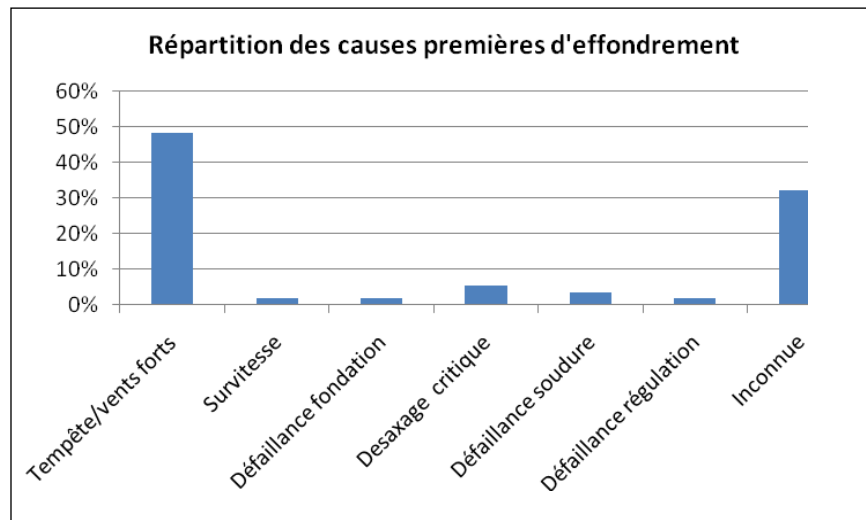


Illustration 8 : Répartition des causes premières d'effondrement

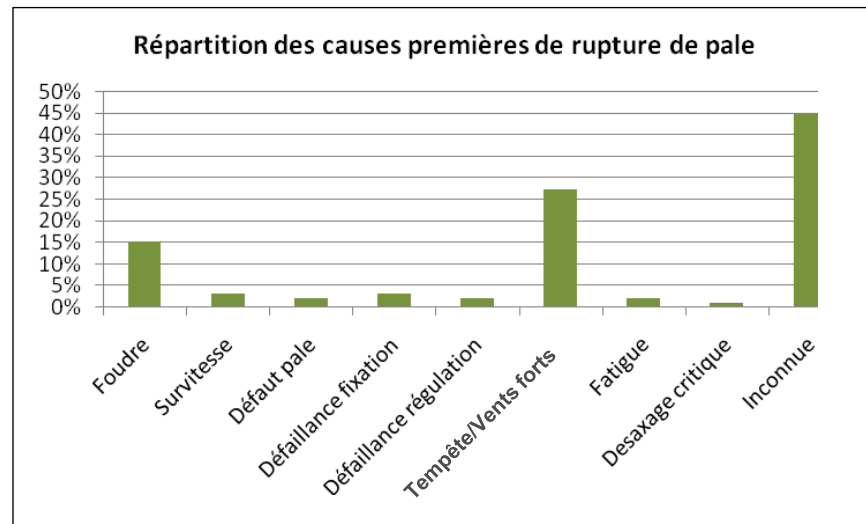


Illustration 9 : répartition des causes premières de rupture de pales

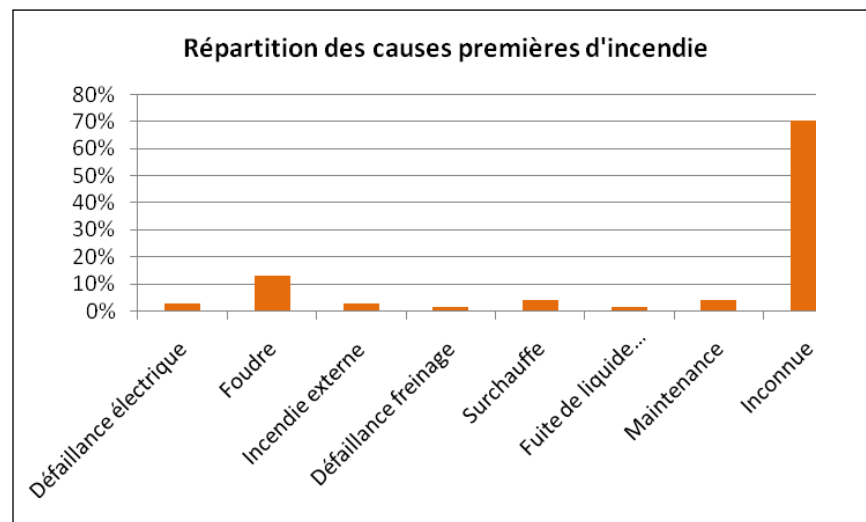


Illustration 10 : Répartition des causes premières d'incendie

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

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

Aucun incident n'est à recenser sur les parcs exploités par Ostwind 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

A partir de l'ensemble des phénomènes dangereux qui ont été recensés, il est possible d'étudier leur évolution en fonction du nombre d'éoliennes installées.

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

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

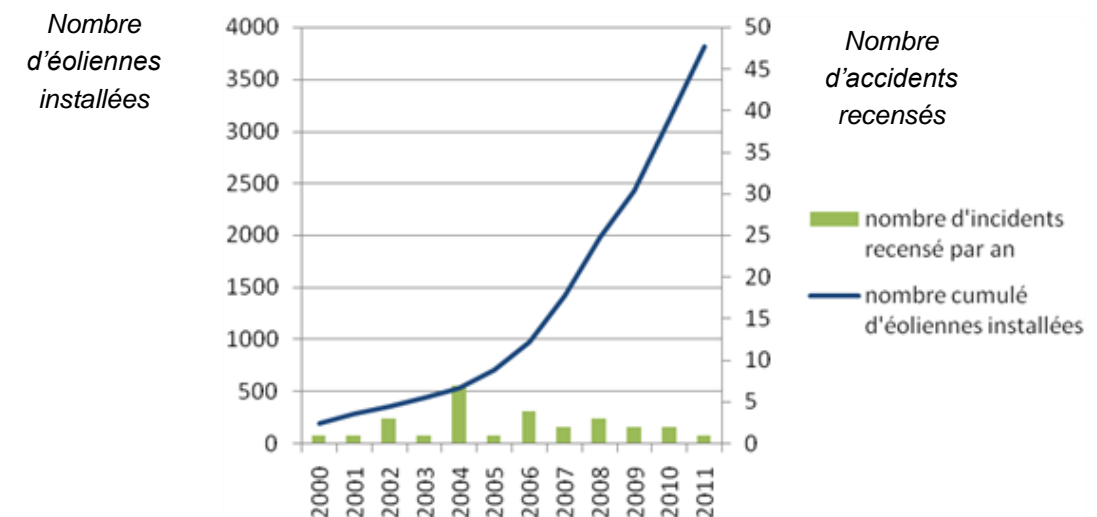


Illustration 11 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

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°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement 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	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4) 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	Echauffement 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	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4) 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°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement 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 éoliens La Longe. 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.



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) : ce système permet de détecter la présence physique de givre sur les pales avec un capteur placé dans chaque pale. Il enregistre les mouvements d'accélération et la température à l'intérieur de la pale.		
Description	Système de détection de la formation de givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Ces systèmes s'appuient sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. Ces données sont cependant analysées par l'automate de sécurité embarqué sur chaque éolienne, dont le rôle est dédié à la sécurité de l'installation.		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests confiés à un bureau d'études indépendant		
Maintenance	Vérification du système (opérations de maintenance sur les systèmes de contrôle) au bout de 300 heures de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine, sur les postes de livraison, ainsi que sur les voies d'accès au parc. Eloignement 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).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux 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	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		
Description	En cas de température anormalement haute, une alarme est émise par le système SCADA au centre de contrôle du constructeur. Si la température dépasse un seuil haut, l'éolienne est mise à l'arrêt et 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.		
Indépendance	Ces systèmes s'appuient sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. Ces données sont cependant analysées par l'automate de sécurité embarqué sur chaque éolienne, dont le rôle est dédié à la sécurité de l'installation.		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Pas de test. Cependant si le capteur est défectueux, il est systématiquement remis en cause et changé.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois (notamment contrôle des bacs de graissage et écoute de la machine) de fonctionnement puis maintenance préventive annuelle de la génératrice et de son système de refroidissement, ainsi que du multiplicateur (y compris le système de refroidissement de l'huile du multiplicateur), conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		



Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et/ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Ces systèmes s'appuient sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc (régulation d'angle des pales). Le système de détection de survitesse est cependant un système mécanique indépendant dont la fonction est dédiée à la sécurité. Le système coupe l'alimentation électrique des pitch. Les condensateurs électriques du système de sécurité des pitchs se déchargent alors, activant la mise en drapeau des pales.		
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.		
Efficacité	100 %		
Tests	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 15 de l'arrêté du 26 août 2011. Un test de survitesse est également effectué lors du commissioning de l'installation.		
Maintenance	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. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées. Les systèmes électriques sont équipés de disjoncteurs à tous les niveaux.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.		



Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	<p>Système de protection foudre de l'éolienne dimensionné pour prévenir toute dégradation des pales de l'éolienne conformément à la norme IEC 61400-24. 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.</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. De même, l'anémomètre est protégé et entouré d'un arceau.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	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.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	<p>Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine</p> <p>Système de détection incendie relié au système SCADA qui émet une alarme au centre de contrôle du constructeur et prévient l'exploitant par SMS.</p> <p>Intervention des services de secours.</p> <p>Le centre de maintenance Vestas le plus proche se trouve à Bessines (79), à deux heures trente de route.</p>		
Description	<p>Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance du constructeur ainsi qu'à l'exploitant par SMS, qui se charge de contacter les services d'urgence compétents.</p> <p>L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	<p>< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme</p> <p>L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.</p>		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	<p>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.</p> <p>Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.</p> <p>Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.</p>		



Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Quantité très faible d'huile mise en œuvre Rétentions pouvant contenir 100% des fuites.		
Description	De nombreux détecteurs de niveau de lubrifiant permettant de détecter les éventuelles fuites et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Les opérations de remplacement des bacs de graisse vides font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée et encadrée par les procédures de maintenance. La propreté des rétentions est vérifiée lors de chaque inspection de la nacelle.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Instantané		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile et de l'état des rétentions plusieurs fois par an		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Description	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 au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du YawGear (moteurs d'orientation de la nacelle), boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Consignes de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel de manière à prévenir les erreurs de maintenance		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Opérations de maintenance divisées en quatre types : Inspection visuelle : Une fois par an Graissage d'entretien : Une fois par an Maintenance électrique : Une fois par an Maintenance mécanique : Une fois par an Chaque opération de maintenance dispose de procédures spécifiques.		
Maintenance	NA		



Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite		
Description	Procédure « site vérification » : une étude de vent est menée sur un an afin de vérifier l'adéquation effective des machines. En cas de doute sur l'adéquation des aérogénérateurs, le site est modélisé et une étude de charge est effectuée. L'éolienne est mise à l'arrêt progressivement si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	Ces systèmes s'appuient sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. Ces données sont cependant analysées par l'automate de sécurité embarqué sur chaque éolienne, dont le rôle est dédié à la sécurité de l'installation.		
Temps de réponse	< 1 min		
Efficacité	100 %. NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés. 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.		
Tests	Procédure de « Site Verification » (contrôle de l'adéquation par rapport à des mesures de fonctionnement)		
Maintenance	Les paramètres d'entrée en cas d'arrêt sectoriel sont régulièrement mis à jour et contrôlés lors des modifications d'hardware ou de software. 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	Détecter les dysfonctionnements et mettre en sécurité l'éolienne	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	Mise en sécurité (arrêt) de l'éolienne en cas de dysfonctionnement des systèmes.		
Description	Les courbes de puissance de l'éolienne sont analysées et évaluées par rapport à des valeurs de référence. En cas d'anomalie, l'éolienne est arrêtée. Les signaux des différents capteurs sont traités par microprocesseur au sein des armoires de commande situées dans la nacelle. Dès qu'une erreur est relevée sur le système de communication lié à ce microprocesseur, la machine s'arrête. La défaillance d'un élément de sécurité entraîne donc la mise à l'arrêt de l'éolienne (freinage aérodynamique de l'éolienne). Il suffit qu'une seule pale soit mise en drapeau pour freiner l'éolienne. Le système SCADA de l'éolienne envoie un message dès la détection de l'anomalie De plus, les 3 systèmes de régulation des angles des pâles sont indépendants.		
Indépendance	Ces systèmes s'appuient sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. Ces données sont cependant analysées par l'automate de sécurité embarqué sur chaque éolienne, dont le rôle est dédié à la sécurité de l'installation.		
Temps de réponse	Quelques secondes (< 2 min)		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Contrôle et entretien des équipements		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques liés aux opérations de chantier	N° de la fonction de sécurité	13
Mesures de sécurité	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		
Description	-		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	-		
Maintenance	NA		

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

Notamment, 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 est réalisée tous les ans.



7.6. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques du parc éolien, 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 ² 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 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 des postes de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (postes 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 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
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.

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.

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 décrite sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.



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	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant 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	Probable S’est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	Improbable 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.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	Rare S’est déjà produit mais a fait l’objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	Extrêmement rare 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.

³ [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

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_{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_{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_{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_{accident}) à la probabilité de l’événement redouté central (P_{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 150 m dans le cas du projet La Longe. Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (références [5] et [6]³). 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.

[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 La Longe. R est la longueur de pale (R = 54 m), H la hauteur du mât au moyeu (H = 95 m), LB la base de largeur de la pale (LB = 3,607 m), L la largeur du mât (base du mât L = 3,95 m), et D le diamètre du rotor (D = 110 m).

Effondrement des éoliennes (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale = 150 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$(H \times L) + 3 \times R \times LB / 2$ = $(95 \times 3,95) + 3 \times 54 \times 3,607 / 2$ = 668 m ²	$\pi \times (H+R)^2$ = $\pi \times (95+54)^2$ = 69 746,5 m ² = 6,98 ha	zone d'impact / zone d'effet = 668 / 69 746 = 0,96 %	Exposition modérée (<1%)

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 modérée pour toutes les éoliennes) 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 :

- 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 »

Les tableaux suivants indiquent, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée :

Effondrement des éoliennes du projet éolien La Longe (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale = 150 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Eolienne SL01	< 1 personne exposée	Modérée
Eolienne SL02	< 1 personne exposée	Modérée
Eolienne SL03	< 1 personne exposée	Modérée

Le calcul des personnes exposées dans un rayon de 150 m est basé sur les éléments suivants :

Eolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (ha)	Voiries (m)	
SL01	7,069 ha	140 m de liaisons locales	0,30029
SL02	7,069 ha	280 m de liaisons locales	0,52989
SL03	7,069 ha	/	0,07069

NB sur les voies de circulation et les chemins :

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 chemins en tant que terrains non aménagés et peu fréquentés, soit 1 personne / 10 ha et la surface des chemins a été estimée sur la base d'une largeur de 5 m.

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 :

- Eolienne SL01
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,071 pers [zone d'effet = 7,069 ha donc 7,069/100 = 0,07069 personnes].
 - La zone d'étude est traversée par un linéaire de 140 m de route locale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 410 véhicules /jour), cela fait donc : 0,4 x (140/1000) x (410/100) = 0,2296 personnes ;
 - **Soit au total 0,07069 + 0,2296 = 0,30029 personnes (moins de 1 personne exposée.)**
- Eolienne SL02 :
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,071 pers [zone d'effet = 7,069 ha donc 7,069/100 = 0,07069 personnes] ;
 - La zone d'étude est traversée par un linéaire de 280 m de route locale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 410 véhicules /jour), cela fait donc : 0,4 x (280/1000) x (410/100) = 0,4592 personnes ;
 - **Soit au total 0,07069 + 0,4592 = 0,52989 personnes (moins de 1 personne exposée.)**
- Eoliennes SL03 :
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,071 pers [zone d'effet = 7,069 ha donc 7,069/100 = 0,07069 personnes] ;
 - **Soit au total 0,07069 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 x 10 ⁻⁴	Retour d'expérience
Specification of minimum distances [6]	1,8 x 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’expérience⁴, 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 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 déjà 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 »), on pourra conclure à l’acceptabilité de ce phénomène si moins de 1000 personnes sont exposées.

Le tableau suivant rappelle, pour les aérogénérateurs du projet éolien La Longe, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement des éoliennes du projet La Longe (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l’éolienne en bout de pale = 150 m)		
Eoliennes	Gravité	Niveau de risque
Eolienne SL01	Modérée	Très faible - Acceptable
Eolienne SL02	Modérée	Très faible - Acceptable
Eolienne SL03	Modérée	Très faible - Acceptable

Ainsi, pour le projet éolien La Longe le phénomène d’effondrement des éoliennes constitue un risque 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, soit 110 mètres de diamètre et 55 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 La Longe : d est le degré d’exposition, Z_I la zone d’impact, Z_E la zone d’effet, R la longueur de pale (R = 54 m), LB la largeur de la base de la pale (LB = 3,607 m) et D le diamètre du rotor (D = 110 m).

Chute d’éléments de l’éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 (55 m)= zone de survol)			
Zone d’impact en m ²	Zone d’effet du phénomène étudié en m ²	Degré d’exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2$ = $54 \times 3,607/2$ = 97,4 m ²	$Z_E = \pi \times R^2$ = $\pi \times 54^2$ = 9 160,9 m ² soit 0,92 ha	$d = Z_I/Z_E$ = $97,4 / 9 160,9$ = 1,063 %	Exposition forte (entre 1 % et 5 %)

L’intensité en dehors de la zone de survol est nulle.

⁴ 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.



8.2.2.3. Gravité

En fonction de cette intensité (exposition forte pour toutes les éoliennes) 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 :

- 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 de chute de d'éléments et la gravité associée :

Chute d'éléments de l'éolienne sur le projet de La Longe (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 (55 m) = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Eolienne SL01	Au plus 1 personne	Sérieuse
Eolienne SL02	Au plus 1 personne	Sérieuse
Eolienne SL03	Au plus 1 personne	Sérieuse

Le nombre de personnes permanentes dans un rayon de 55 m autour de chaque éolienne a été calculé de la manière suivante :

Eolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (ha)	Voiries (m)	
SL01	0,95 ha	/	0,0095
SL02	0,95 ha	35 m de chemins	0,017
SL03	0,95 ha	/	0,0095

Note sur les calculs :

Il s'agit de terrains non aménagés et très peu fréquentés : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

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 chemins en tant que terrains non aménagés et peu fréquentés, soit 1 personne / 10 ha et la surface des chemins a été estimée sur la base d'une largeur de 5 m.

Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude a été calculé de la manière suivante :

- Eoliennes SL01, SL03 :
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,0095 pers [zone d'effet = 0,95 ha donc 0,95/100 = 0,0095 personnes] ;
 - **Soit au total 0,0095 personnes (moins de 1 personne exposée.)**
- Eolienne SL02 :
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,0095 pers [zone d'effet = 0,95 ha donc 0,95/100 = 0,0095 personnes] ;
 - La zone d'étude est traversée par un linéaire de 35 m de chemins. Cela fait donc 35 x 5 = 175 m² (0,0175 ha) soit : 0,0175/10=0,0075 personnes ;
 - **Soit au total 0,0095 + 0,0075 = 0,017 personnes (moins de 1 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 10⁻⁴ événement par éolienne et par an).

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

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

8.2.2.5. Acceptabilité

Avec une classe de probabilité « C », et une gravité sérieuse, le risque de chute d'éléments pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 10 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet éolien La Longe, 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 (55) = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
Toutes les éoliennes	Sérieuse	Faible - Acceptable

Ainsi, pour le projet éolien La Longe, le phénomène de chute d'éléments d'éolienne constitue un risque 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 La Longe, la zone d'effet a donc un rayon de 55 mètres. 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 de La Longe. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est la longueur de pale ($R = 54$ m), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG = 1$ m²).

Dans le tableau ci-dessous, le degré d'exposition est calculé pour un morceau de glace d'une surface de 1 m² (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 = 55 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$ 1 m ²	$Z_E = \pi \times R^2$ $= \pi \times 54^2$ $= 9160,9$ m ² soit 0,92 ha	$d = Z_I / Z_E$ $= 0,01\%$ ($< 1\%$)	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 sur les éoliennes de La Longe (dans un rayon inférieur ou égal à ½ diamètre de rotor = zone de survol = 55 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
SL01	Moins d'1 personne	Modérée
SL02	Moins d'1 personne	Modérée
SL03	Moins d'1 personne	Modérée

Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude d'un rayon de 55 m a été calculé sur la base des éléments suivants :

Eolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (ha)	Voiries (m)	
SL01	0,95 ha	/	0,0095
SL02	0,95 ha	35 m de chemins	0,017
SL03	0,95 ha	/	0,0095

Note sur les calculs :

Les calculs sont exactement les mêmes que ceux pour le scénario décrit précédemment « chute d'éléments de l'éolienne ».

- Eoliennes SL01, SL03 :
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,0095 pers [zone d'effet = 0,95 ha donc 0,95/100 = 0,0095 personnes] ;
 - Soit au total 0,0095 personnes (moins de 1 personne exposée.)



▪ *Eolienne SL02 :*

- *Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,0095 pers [zone d'effet = 0,95 ha donc 0,95/100 = 0,0095 personnes] ;*
- *La zone d'étude est traversée par un linéaire de 35 m de chemins. Cela fait donc 35 x 5 = 175 m² (0,0175 ha) soit : 0,0175/10=0,0075 personnes ;*
- **Soit au total 0,0095 + 0,0075 = 0,017 personnes (moins de 1 personne exposée.)**

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 10⁻².

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.

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 55 m = zone de survol)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
Toutes les éoliennes	Modérée	Faible - Acceptable

Ainsi, pour le projet éolien La Longe, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque 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-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection d'élément dans le cas du projet éolien La Longe : d est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale (R = 54 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB = 3,607 m).

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de r = 500 m autour de chaque éolienne)			
<i>Zone d'impact en m²</i>	<i>Zone d'effet du phénomène étudié en m²</i>	<i>Degré d'exposition du phénomène étudié en %</i>	<i>Intensité</i>
$Z_I = R \times LB/2$ = 54 x 3,607/2 = 97,39 m ²	$Z_E = \pi \times r^2$ = $\pi \times 500^2$ = 785 000 m ² soit 78,5 ha	$d = Z_I / Z_E$ = 97,39 / 9160,88 = 0,012 %	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)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
SL01	Entre 10 et 100 personnes exposées	Importante
SL02	Moins de 10 personnes exposées	Sérieuse
SL03	Entre 10 et 100 personnes exposées	Importante



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 :

Eolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (ha)	Voiries (m)	
SL01	78,54 ha	385 m de RN145 1520 m de voirie locale 1545 m de chemins	15,6748
SL02	78,54 ha	1635 m de voiries locales 455 m de chemins	3,4894
SL03	78,54 ha	370 m de RN145 685 m de route locale 690 m de chemins	13,78176

Note sur les calculs :

Les routes nationales et départementales, localisées en zone rurale, ne sont ici pas susceptibles de connaître fréquemment des embouteillages 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.

La N145 comptabilise 8000 véhicules/jour.

Il n'existe pas de comptages routiers sur les voiries locales. Nous compterons donc le même trafic que sur la route départementale la plus proche ayant le plus fort trafic journalier.

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 chemins en tant que terrains non aménagés et peu fréquentés, soit 1 personne / 10 ha et la surface des chemins a été estimée sur la base d'une largeur de 5 m.

Concernant les chemins de randonnée, on n'en recense aucun au sein des zones d'étude.

Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés, on compte 1 personne par tranche de 100 ha.

Le détail des calculs est ici donné pour toutes les éoliennes, dans la zone des 500 m.

- Eolienne SL01 :
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,785 pers [zone d'effet = 78,5 ha soit 78,5/100= 0,785] ;
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 385 m de route nationale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 8000 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (385/1000) \times (8000/100) = 12,32$ personnes ;
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 1520 m de route locale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 410 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (1520/1000) \times (410/100) = 2,4928$ personnes ;

- La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 1545 m de chemins ruraux. Cela fait donc $1545 \times 5 = 7725$ m² (0,77 ha) soit : $0,77/10 = 0,077$ personnes ;
- **Soit au total 0,785 + 12,32 + 2,4928 + 0,077 = 15,6748 personnes (moins de 100 personnes exposées).**

- Eolienne SL02 :
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,785 pers [zone d'effet = 78,5 ha soit 78,5/100= 0,785] ;
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 1635 m de route locale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 410 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (1635/1000) \times (410/100) = 2,6814$ personnes ;
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 455 m de chemins ruraux. Cela fait donc $455 \times 5 = 2275$ m² (0,23 ha) soit : $0,23/10 = 0,023$ personnes ;
 - **Soit au total 0,785 + 2,6814 + 0,023 = 3,4894 personnes (moins de 10 personnes exposées).**
- Eolienne SL03 :
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit ici 0,785 pers (zone d'effet = 78,5 ha soit 78,5/100= 0,785) ;
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 370 m de route nationale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 8000 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (370/1000) \times (8000/100) = 11,84$ personnes ;
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 685 m de route locale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 410 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (684/1000) \times (410/100) = 1,12176$ personnes ;
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 500$ m) est traversée par un linéaire de 690 m de chemins ruraux. Cela fait donc $690 \times 5 = 3450$ m² (0,35 ha) soit : $0,35/10 = 0,035$ personnes ;
 - **Soit au total 0,785 + 11,84 + 1,12176 + 0,035 = 13,78176 personnes (moins de 100 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]	1×10^{-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 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'un nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 1000 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien La Longe, 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)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
SL01	Importante	Faible - Acceptable
SL02	Sérieuse	Très faible - Acceptable
SL03	Importante	Faible - Acceptable

Ainsi, pour le projet éolien La Longe, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque 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]. A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

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 m²) 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 La Longe.

d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale (R = 54 m), H la hauteur au moyeu (H= 95 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace : rayon de R _{PG} = 1,5 x (H+2R) = 308 m autour de l'éolienne			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z _I = SG = 1 m ²	Z _E = π x (1,5 x (H+2R)) ² = π x (1,5 x (95+2x54)) ² = 291289 m ² soit 29,13 ha	d = Z _I /Z _E x 100 = (1/291289)*100 = 0,03%	Exposition modérée (< 1 %)



8.2.5.3. Gravité

En fonction de cette intensité (exposition modérée pour toutes les éoliennes) 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 pour les éoliennes de La Longe (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R) = 308$ m autour de l'éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
SL01	Moins de 10 personnes exposées	Sérieuse
SL02	Moins de 10 personnes exposées	Sérieuse
SL03	Moins d'une personne exposée	Modérée

Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude d'un rayon = $1,5 \times (H+2R) = 308$ m autour des éoliennes a été calculé de la manière suivante :

Eolienne	Nature des terrains		Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Voiries (m)	
SL01	29,8 ha	510 m de voirie locale 350 m de chemins	1,1519
SL02	29,8 ha	955 m de voirie locale 100 m de chemins	1,8692
SL03	29,8 ha	165 m de chemins	0,30625

Note sur les calculs :

Les routes nationales et départementales, localisées en zone rurale, ne sont ici pas susceptibles de connaître fréquemment des embouteillages 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.

La N145 comptabilise 8000 véhicules/jour.

Il n'existe pas de comptages routiers sur les voiries locales. Nous compterons donc le même trafic que sur la route départementale la plus proche ayant le plus fort trafic journalier.

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 chemins en tant que terrains non aménagés et peu fréquentés, soit 1 personne / 10 ha et la surface des chemins a été estimée sur la base d'une largeur de 5 m.

Concernant les chemins de randonnée, on n'en recense aucun au sein des zones d'étude.

Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés, on compte 1 personne par tranche de 100 ha.

Le détail des calculs est ici donné pour toutes les éoliennes, dans la zone des 308 m.

- Eolienne SL01 :
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit (zone d'effet = $29,8/100=0,298$) ; ici 0,298 pers
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 308$ m) est traversée par un linéaire de 510 m de route locale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 410 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (510/1000) \times (410/100) = 0,8364$ personnes ;
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 308$ m) est traversée par un linéaire de 350 m de chemins ruraux. Cela fait donc $350 \times 5 = 1750$ m² (0,175 ha) soit : $0,175/10 = 0,0175$ personnes ;
 - **Soit au total $0,298 + 0,8364 + 0,0175 = 1,1519$ personnes (moins de 10 personnes exposées).**
- Eolienne SL02 :
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit (zone d'effet = $29,8/100=0,298$) ; ici 0,298 personne
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 308$ m) est traversée par un linéaire de 955 m de route locale. En comptant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour (avec un trafic de 410 véhicules /jour), cela fait donc : $0,4 \times (955/1000) \times (410/100) = 1,5662$ personnes ;
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 308$ m) est traversée par un linéaire de 100 m de chemins ruraux. Cela fait donc $100 \times 5 = 500$ m² (0,05 ha) soit : $0,05/10 = 0,005$ personne ;
 - **Soit au total $0,298 + 1,5662 + 0,005 = 1,8692$ personnes (moins de 10 personnes exposées).**
- Eolienne SL03 :
 - Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 1 pers/100 ha soit (zone d'effet = $29,8/100=0,298$) ; ici 0,298 personne
 - La zone d'étude $S = \pi \times R^2$ ($R = 308$ m) est traversée par un linéaire de 165 m de chemins ruraux. Cela fait donc $165 \times 5 = 825$ m² (0,0825 ha) soit : $0,0825/10 = 0,00825$ personne ;
 - **Soit au total $0,298 + 0,00825 = 0,30625$ personne (moins de 1 personne exposée).**



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 ;
- Le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace.

Une probabilité forfaitaire « B – événement probable » est retenue pour cet événement.

8.2.5.5. Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de « B », le risque de projection de glace est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « sérieux » lorsque moins de 10 personnes sont présentes de manière permanente dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien La Longe, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de morceaux de glace : rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+D) = 308$ m autour de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
SL01	Sérieuse	Faible - Acceptable
SL02	Sérieuse	Faible - Acceptable
SL03	Modérée	Très faible - Acceptable

Ainsi, pour le projet éolien La Longe, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes pour toutes les éoliennes.

8.3. SYNTHÈSE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

8.3.1. 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.

SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES					
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 7,069 ha	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol des pâles soit 0,95 ha	Rapide	Exposition forte	C	Sérieuse
Chute de glace	Zone de survol des pâles soit 0,95 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)	Importante pour les éoliennes SL01 et SL03 Sérieuse pour l'éolienne SL02
Projection de glace	$1,5 \times (H+D) = 29,8$ ha	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieuse pour les éoliennes SL01, SL02 Modérée pour l'éolienne SL03



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 La Longe :

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		PP (SL01, SL03)			
Sérieux		PP (SL02)	CE (SL01, SL02, SL03)	PG (SL01, SL02)	
Modéré		E (SL01, SL02, SL03)		PG (SL03)	CG (SL01, SL02, SL03)

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

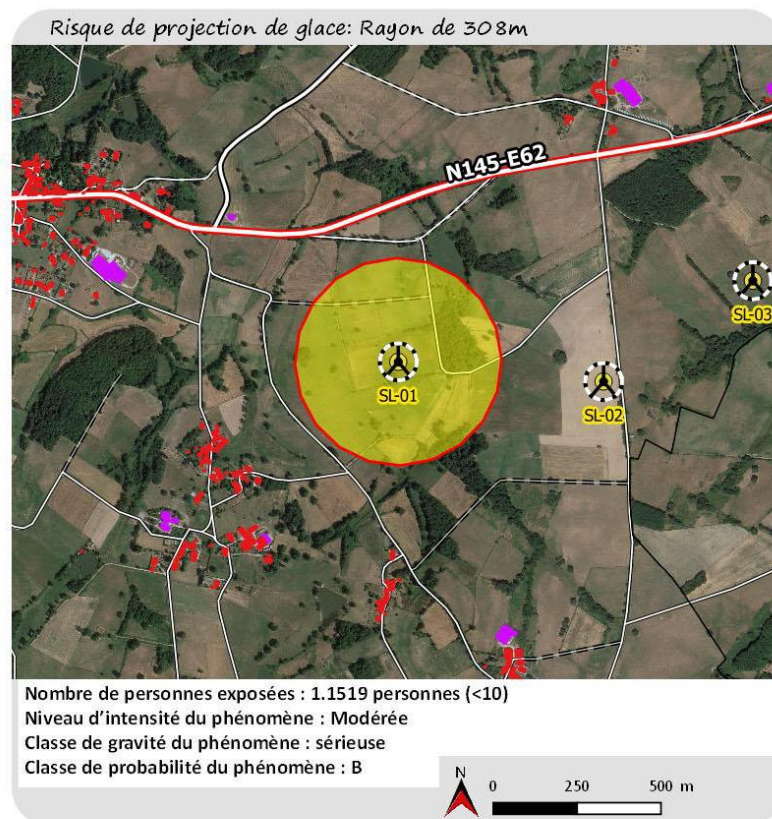
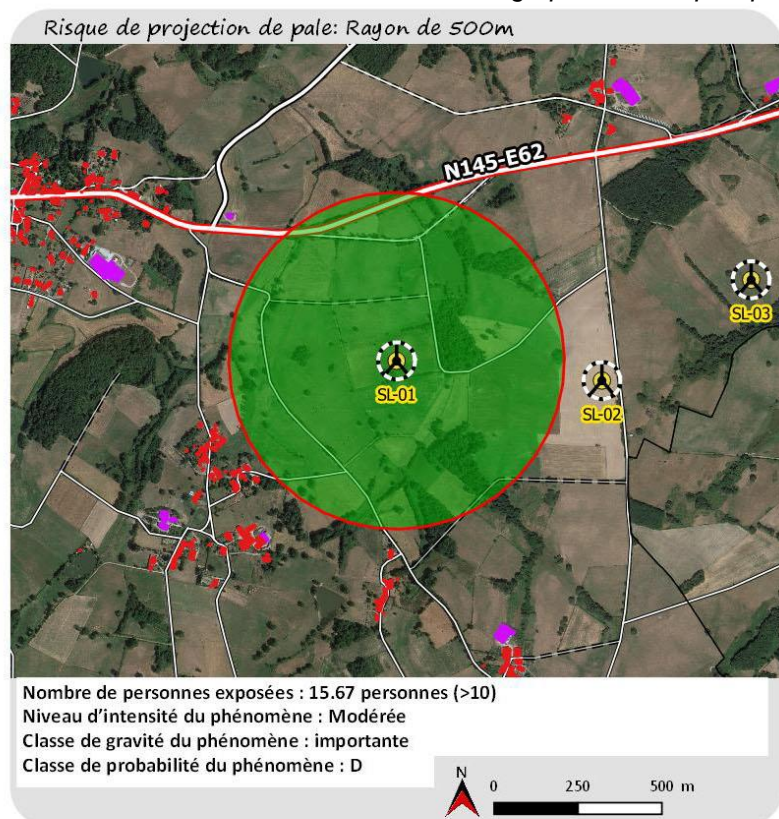
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée qu’aucun accident n’apparaît dans les cases rouges de la matrice. Les différents scénarios étudiés représentent un risque très faible à faible et acceptable.

Pour conclure, sachant que le risque associé à chaque événement redouté central étudié est acceptable, le risque généré par le projet éolien La Longe est acceptable.

8.3.3. Cartographie des risques



Carte 15 : Cartographie des risques pour SL01



Synthèse des risques

Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : Acceptable
- Niveau de risque très faible : Acceptable

Projet

- Eoliennes et zones de survol des pales

Limites administratives

- Communes

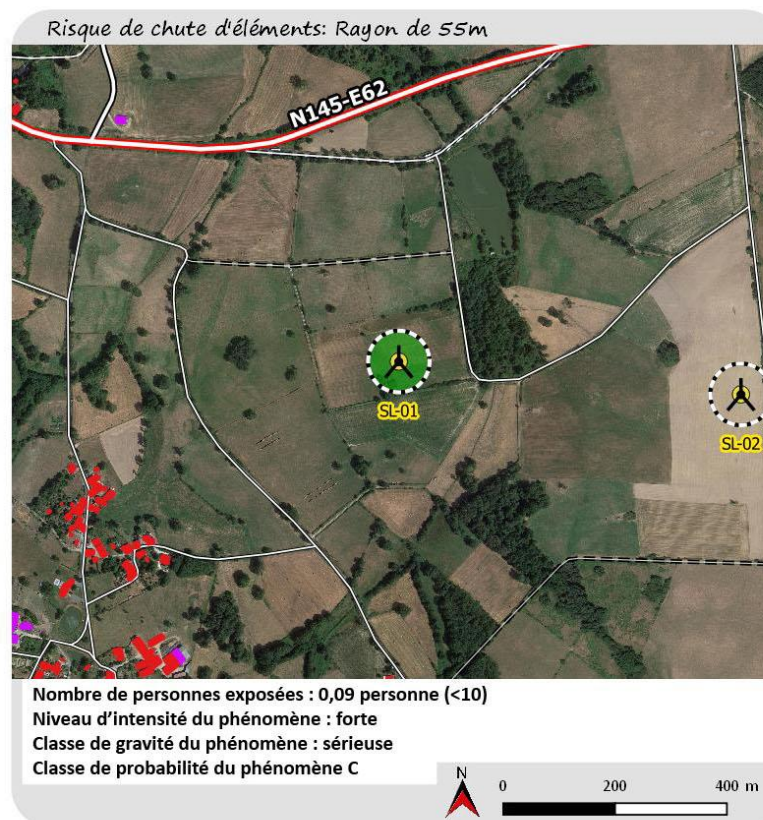
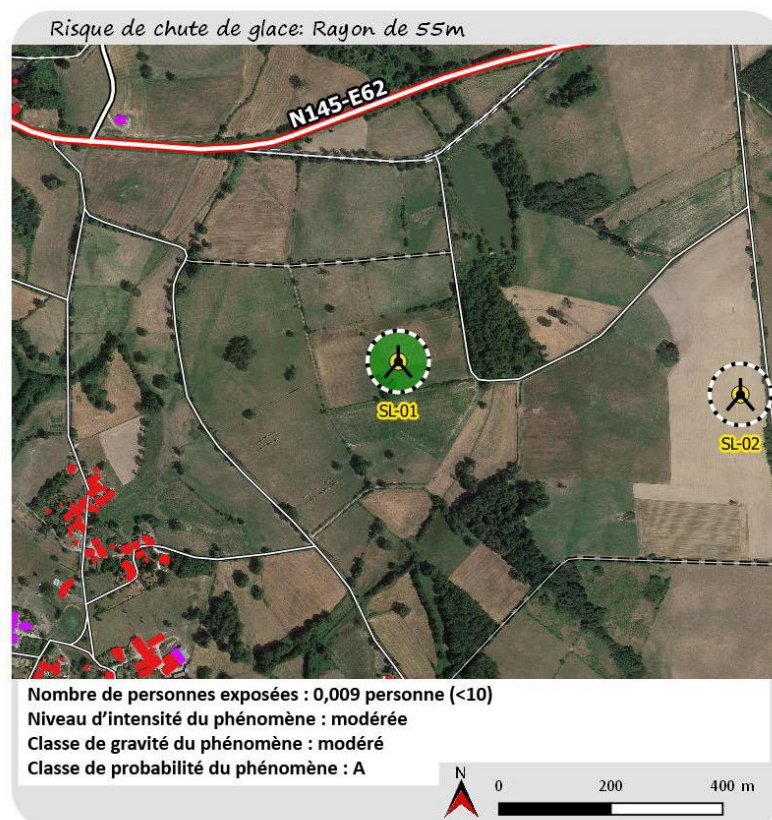
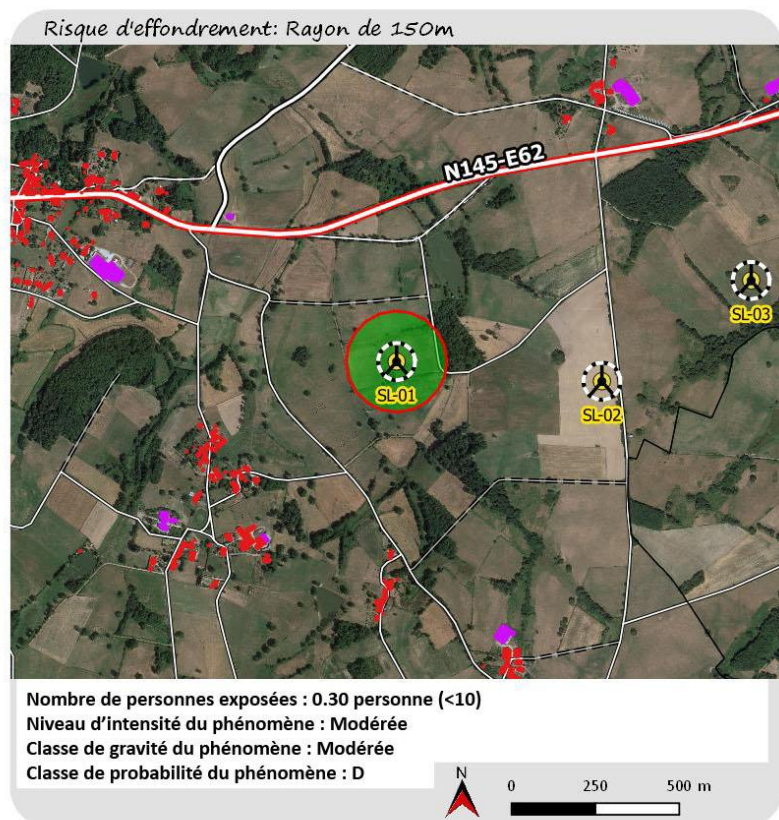
Voisinage

Constructions

- Bâtiment d'activité
- Habitation

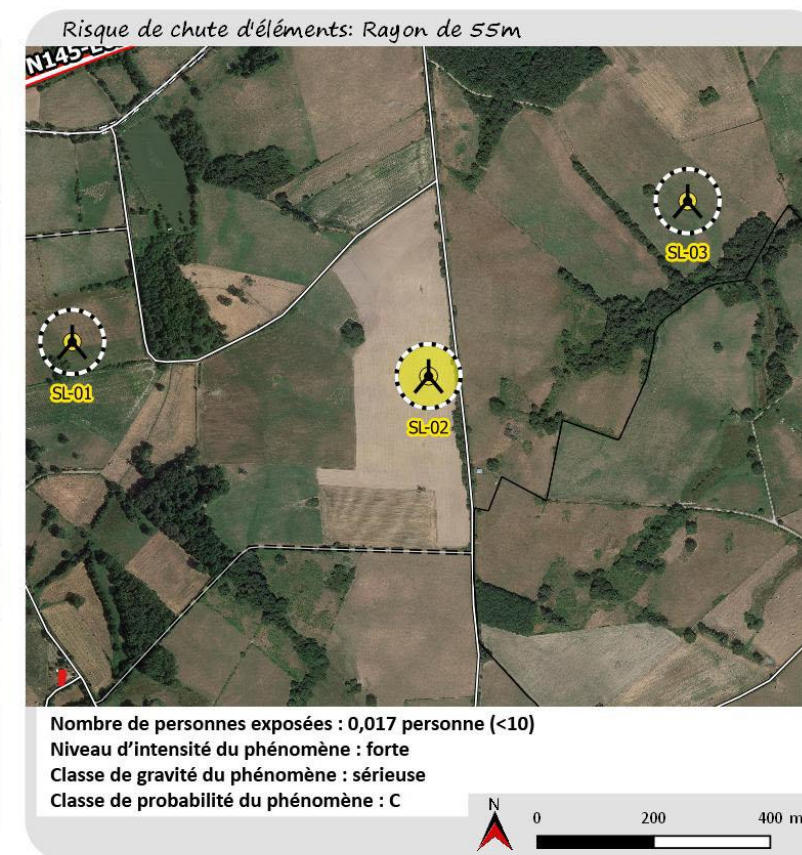
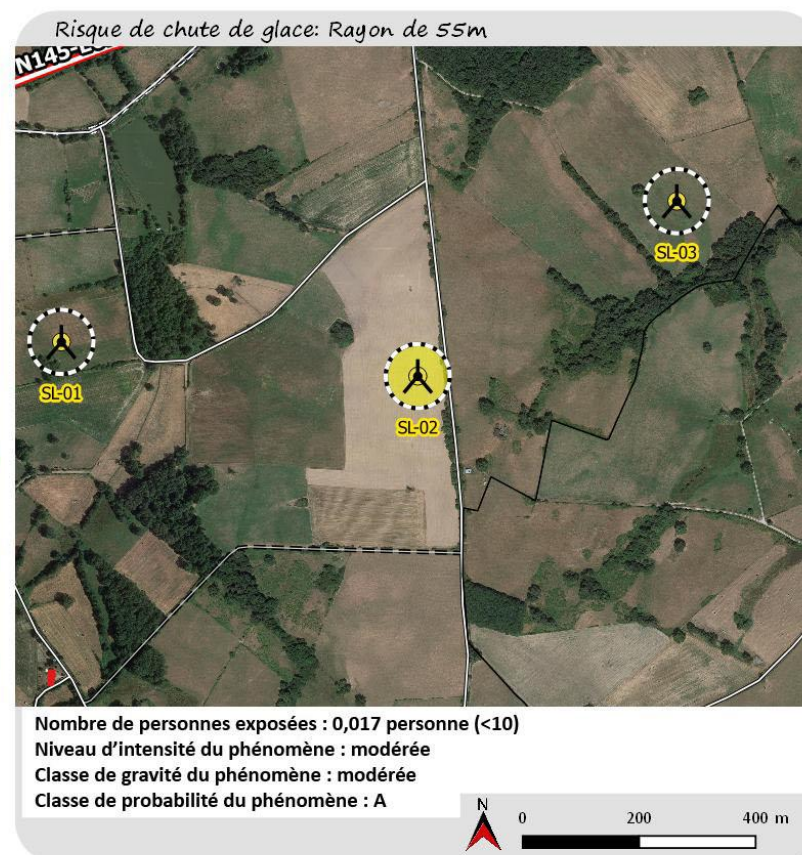
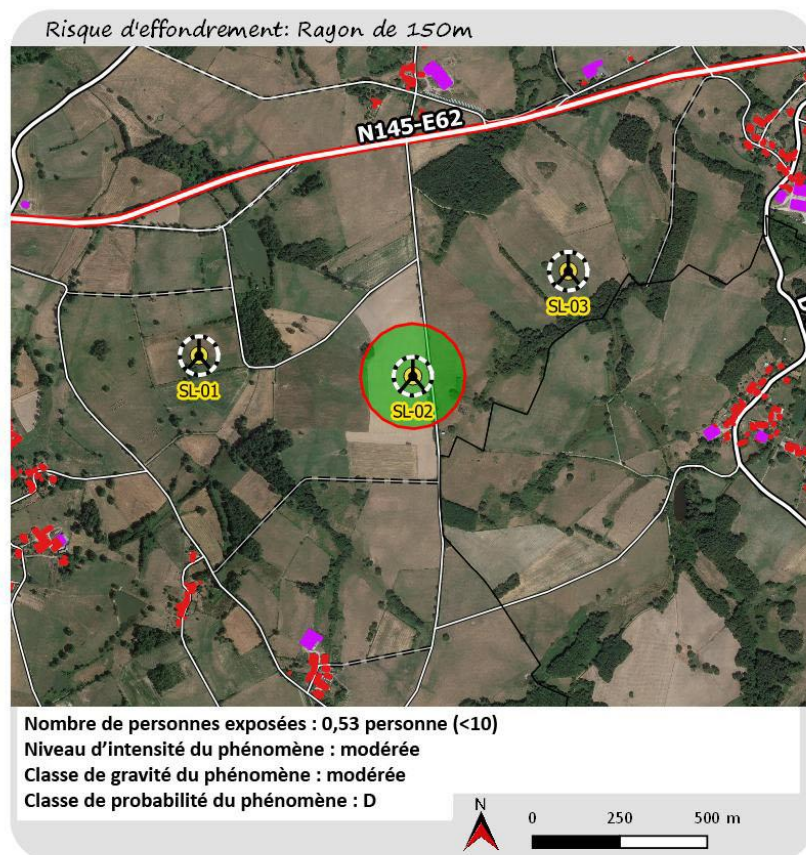
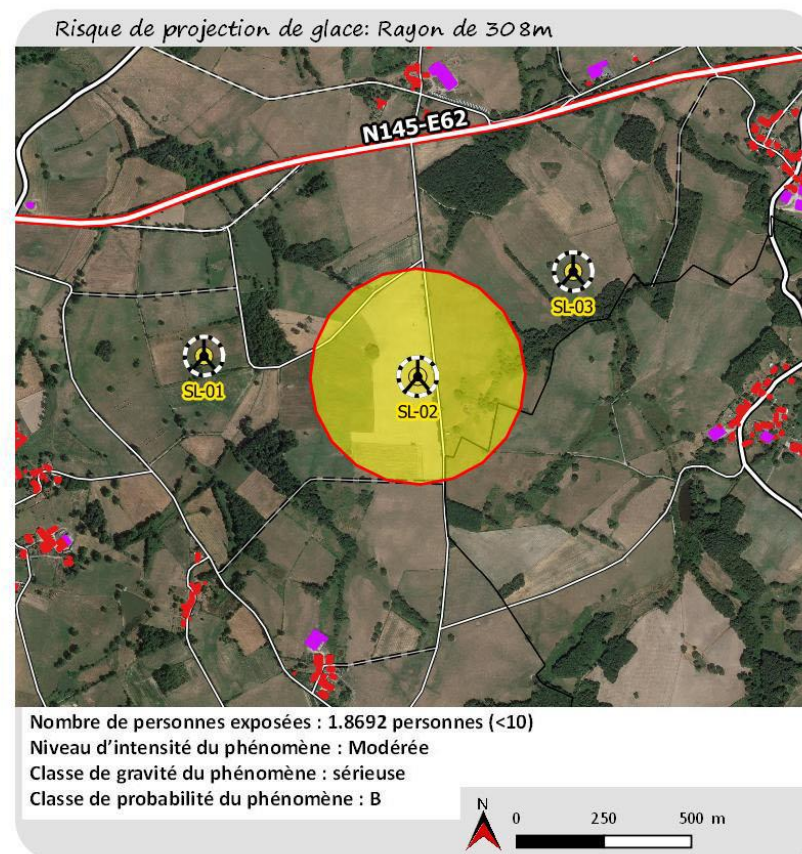
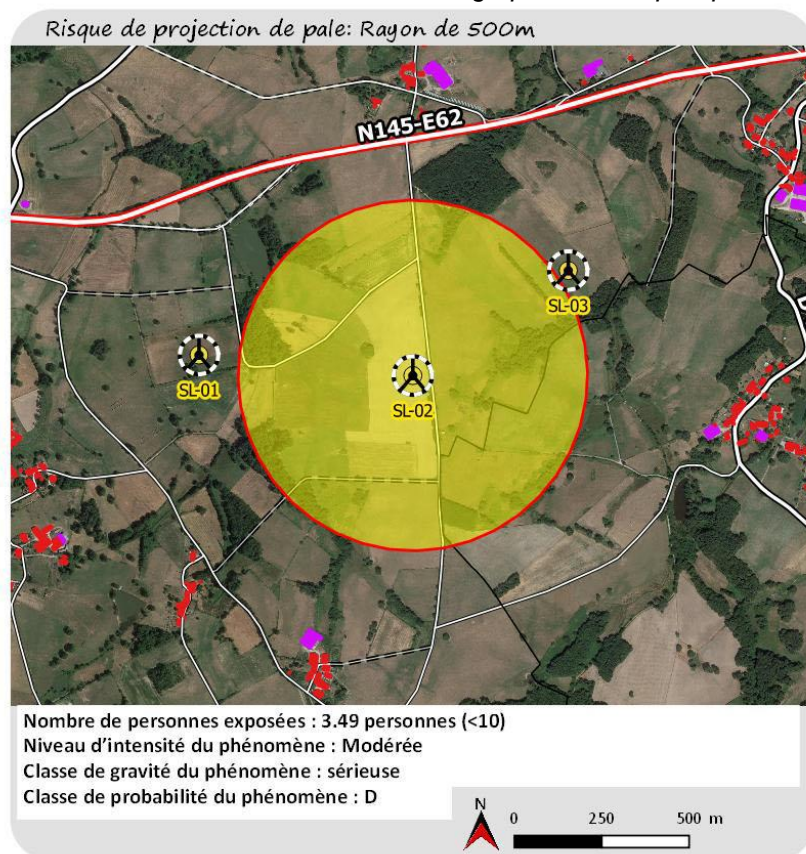
Liaisons routières

- Liaison autoroutière
- Liaison principale
- Liaison secondaire
- Liaison tertiaire
- Liaison locale
- Autre route / chemin / sentier





Carte 16 : Cartographie des risques pour SL02



Synthèse des risques

Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : Acceptable
- Niveau de risque très faible : Acceptable

Projet

- Eoliennes et zones de survol des pales

Limites administratives

- Communes

Voisinage

Constructions

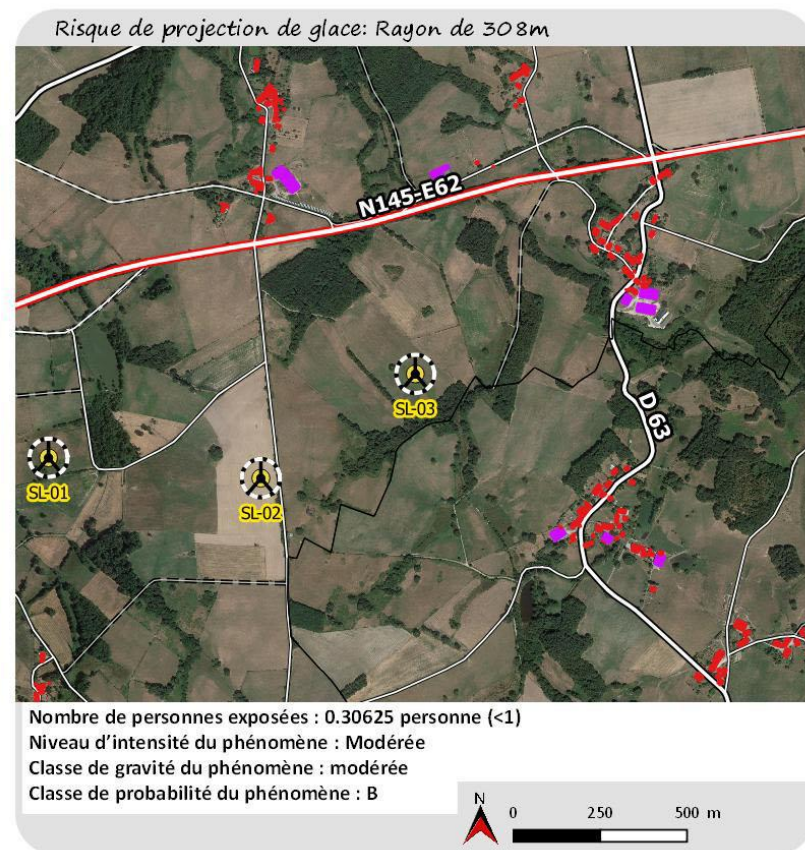
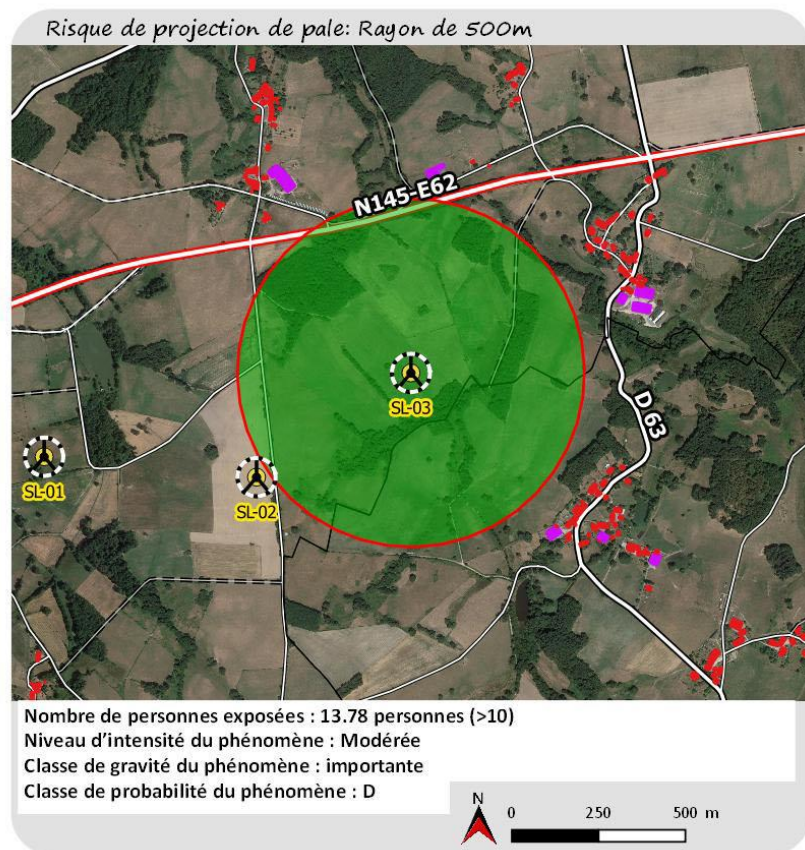
- Bâtiment d'activité
- Habitation

Liaisons routières

- Liaison autoroutière
- Liaison principale
- Liaison secondaire
- Liaison tertiaire
- Liaison locale
- Autre route / chemin / sentier



Carte 17 : Cartographie des risques pour SL03



Synthèse des risques

Zones d'effet et niveau de risque

- Niveau de risque faible : Acceptable
- Niveau de risque très faible : Acceptable

Projet

- Eoliennes et zones de survol des pales

Limites administratives

- Communes

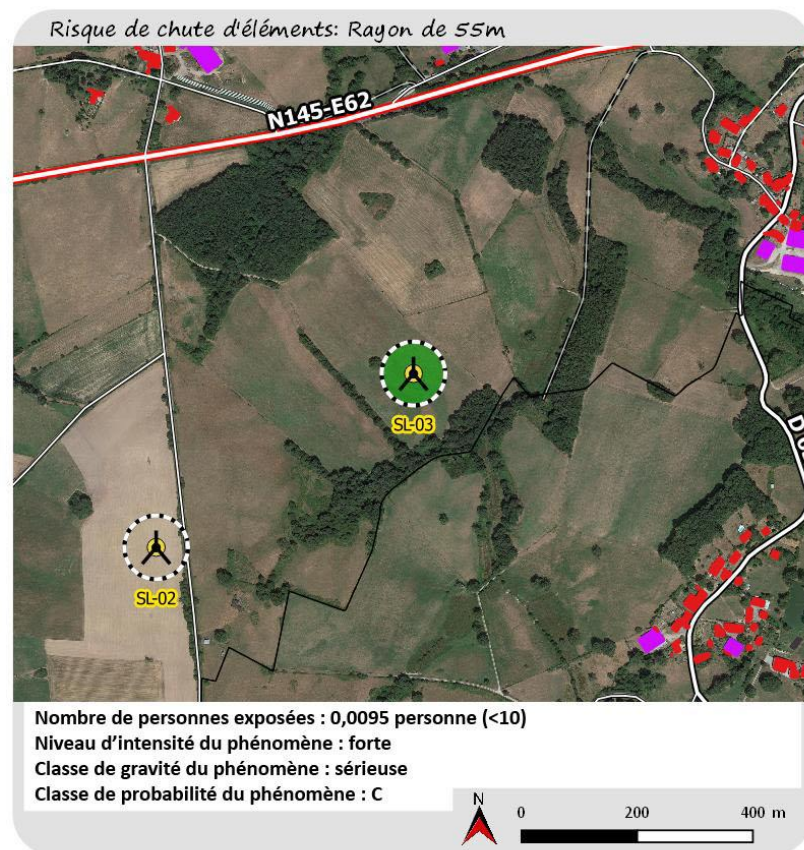
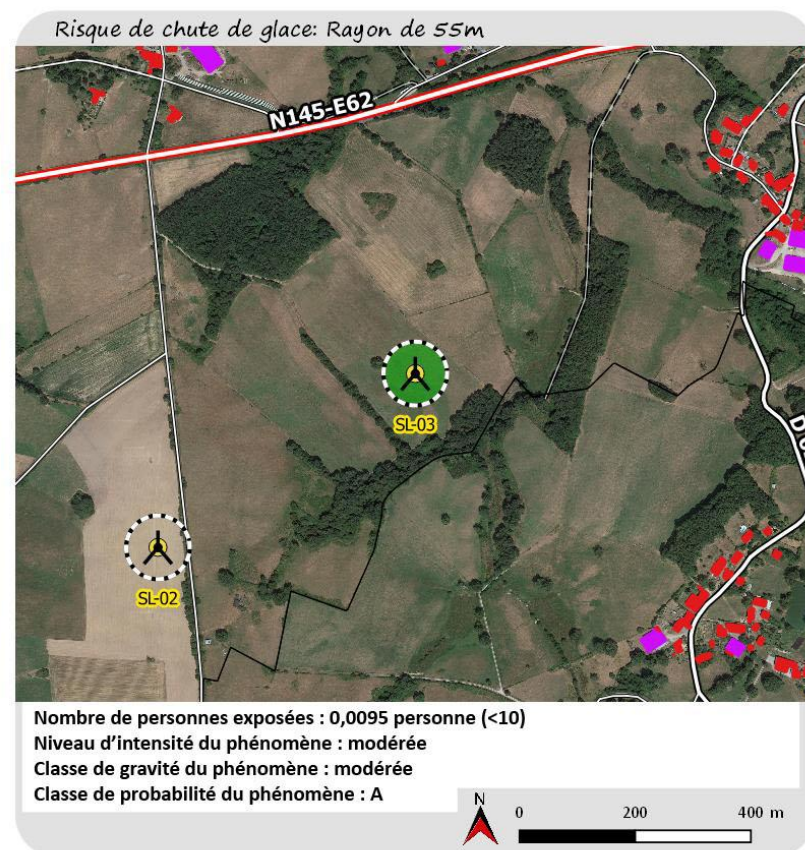
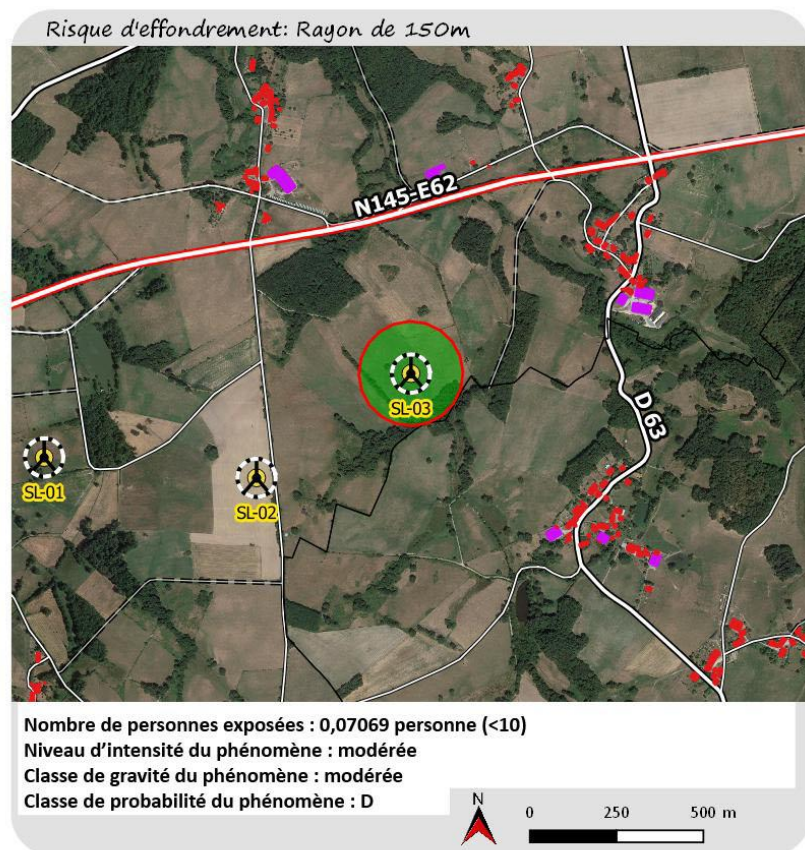
Voisinage

- Bâtiment d'activité
- Habitation

Liaisons routières

- Liaison autoroutière
- Liaison principale
- Liaison secondaire
- Liaison tertiaire
- Liaison locale
- Autre route / chemin / sentier

Constructions





9. CONCLUSION

Réalisée dans le respect de l'environnement et de la réglementation en vigueur, l'exploitation du projet éolien La Longe 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 La Longe, composé de 3 éoliennes de hauteur totale maximale de 150 m présente donc des risques :

- Très faibles pour les scénarios d'effondrement pour toutes les éoliennes.
- Faibles pour les scénarios de chute d'éléments de l'éolienne pour toutes les éoliennes.
- Faibles pour les scénarios de chute de glace pour toutes les éoliennes.
- Très faibles pour les scénarios de projection de pale pour l'éolienne SL02 et faible pour les éoliennes SL01 et SL03.
- Très faibles pour les scénarios de projection de glace pour l'éolienne SL03 et faible pour les éoliennes SL01 et SL02.
- acceptables, maîtrisés pour l'environnement et les personnes de la commune, ainsi que pour les autres communes à moins de 6 km pour toutes les éoliennes.

Le tableau ci-après synthétise :

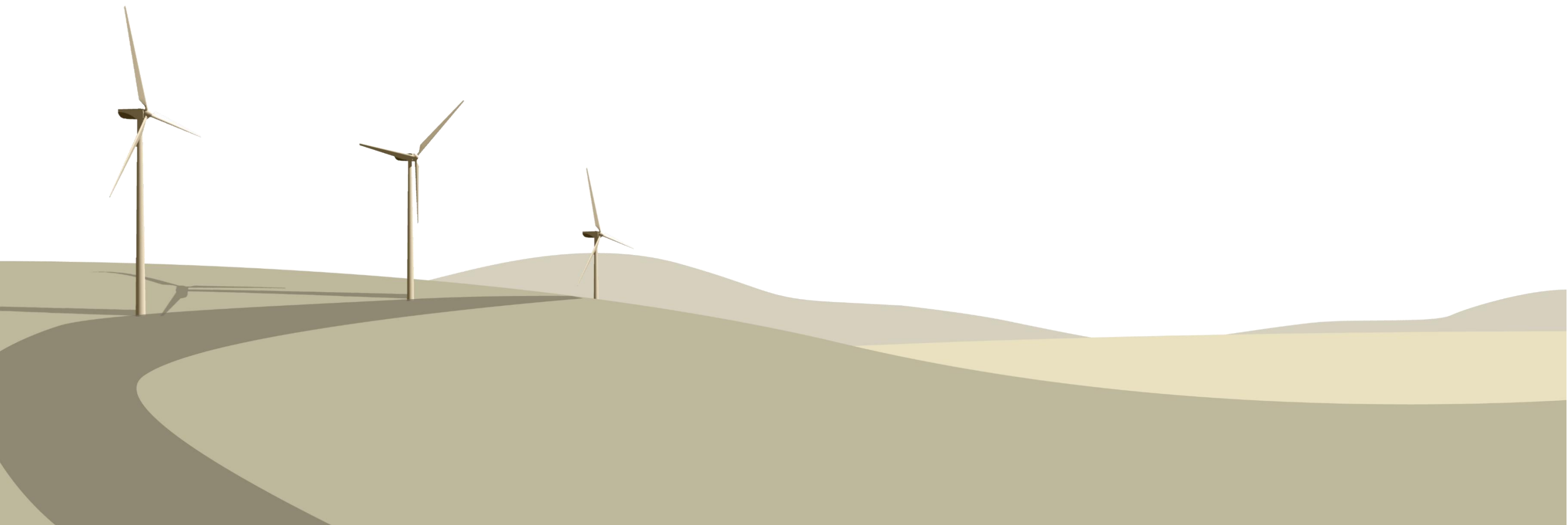
- les principaux accidents majeurs identifiés,
- la probabilité et la gravité de ces accidents,
- les principales mesures de maîtrise des risques mises en place pour prévenir ou limiter les conséquences de ces accidents majeurs,
- l'acceptabilité des accidents majeurs les plus significatifs en termes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



Accidents majeurs	Mesures de prévention	DANGERS RESIDUELS			ACCEPTABILITE
		Probabilité associée	Valeur et classe de probabilité	Gravité	
Projection de pale	<ul style="list-style-type: none"> - Respect d'une distance minimale de 500 m par rapport aux lieux habités les plus proches - Classe d'éolienne adaptée - Détection de survitesse du générateur et système de freinage. - Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - Contrôle réguliers des assemblages de structure. - 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 - Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel 	Rare	D	Importante pour SL01 et SL03	Acceptable
				Sérieuse pour SL02	Acceptable
Effondrement de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - Respect d'une distance minimale de 500 m par rapport aux lieux habités les plus proches - Détection de survitesse du générateur et système de freinage. - Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - Machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - 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. - Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel - Actions de prévention dans le cadre du plan de prévention - Prévention de la dégradation de l'état des équipements 	Rare	D	Modérée	Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - Respect d'une distance minimale de 500 m par rapport aux lieux habités les plus proches - Détection de survitesse du générateur et système de freinage. - Détecteur d'arc avec coupure électrique (salle transformateur et armoires électriques). - Mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - Machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - Machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - Contrôles réguliers des assemblages de structure - Respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel - Procédures et contrôle qualité - Procédure maintenance 	Improbable	C	Sérieuse	Acceptable
Chute de glace	<ul style="list-style-type: none"> - Respect d'une distance minimale de 500 m par rapport aux lieux habités les plus proches - Réalisation d'un panneautage aux abords du parc éolien - Equipement des éoliennes avec un détecteur de glace automatique sur les pales 	Courant	A	Modérée	Acceptable
Projection de glace	<ul style="list-style-type: none"> - Respect d'une distance minimale de 500 m par rapport aux lieux habités les plus proches - Réalisation d'un panneautage aux abords du parc éolien. - Equipement des éoliennes avec un détecteur de glace automatique sur les pales 	Probable	B	Sérieuse pour les éoliennes SL01 et SL02	Acceptable
				Modérée pour l'éolienne SL03	Acceptable



III. ANNEXES







1. 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).

1.1. 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.

1.2. 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.

1.2.1. 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 x 0,5 x 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	

1.2.2. 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.

1.2.3. Voies navigables

Compter 0,1 personne permanente par kilomètre exposé et par péniche/jour.



1.2.4. 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.

1.3. LOGEMENTS

Pour les logements : compter la moyenne INSEE par logement (par défaut : 2,5 personnes), sauf si les données locales indiquent un autre chiffre.

1.4. ETABLISSEMENTS 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.

1.5. 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.



2. ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

2.1. 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	-



2.2. ACCIDENTOLOGIE RECENSEE SUR LA BASE DE DONNEES ARIA ENTRE LE 1ER JANVIER 2012 ET LE 30 NOVEMBRE 2016

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^{er} janvier 2012 (fin du travail de recensement par le groupe de travail SER/FEE) et le 30 novembre 2016.

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



Numéro ARIA	Accident	Date	Département	Commune	Type évènement	Causes profondes	Causes premières	Conséquences
46030	Chute d'une pale d'éolienne	05/12/2014	11	FITOU	Autre		Rupture	Conséquences économiques, dommages matériels internes
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



3. 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).

3.1. 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 postes 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 (survitesse). 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.

3.2. 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 :

- Ecoulement 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.

3.3. 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.

3.4. 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, emballlement

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.

3.5. 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.

3.6. 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, ...



4. 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_{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_{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_{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.

5. ANNEXE 5 – 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.

Evènement initiateur : Evénement, 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.

Evènement redouté central : Evénement 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 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 Eolienne

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

EDD : Etude de dangers

APR : Analyse Préliminaire des Risques

ERP : Etablissement Recevant du Public

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