

Dossier de demande d'autorisation environnementale

Projet du parc éolien de
Saint-Symphorien-sur-
Couze

LIVRE 5.2 : ETUDE DE DANGERS



Maître d'Ouvrage :
SAS Parc éolien de Saint-
Symphorien-sur-Couze

Adresse du demandeur :

SAS Parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze
Chez EDF Renouvelables France
Cœur Défense - Tour B
100, esplanade du Général De Gaulle
92932 Paris La Défense Cedex

Adresse de correspondance :

EDF Renouvelables France – Henry CAZALIS
Agence de Toulouse
48, route de Lavaur - CS 83104
3113 Balma cedex
Email : henry.cazalis@edf-en.com

Décembre 2019

SOMMAIRE

1.	PREAMBULE	7
1.1.	OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS.....	7
1.2.	CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	8
1.3.	NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES	9
2.	INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION	10
2.1.	RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS	10
2.2.	LOCALISATION DU SITE	11
2.3.	DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE DE L'ETUDE DE DANGERS	12
3.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	13
3.1.	ENVIRONNEMENT HUMAIN.....	13
3.1.1.	<i>Zones urbanisées</i>	<i>13</i>
3.1.2.	<i>Etablissement recevant du public (ERP)</i>	<i>15</i>
3.1.3.	<i>Installations classées pour la protection de l'environnement</i>	<i>15</i>
3.1.4.	<i>Autres activités.....</i>	<i>16</i>
3.1.5.	<i>Risques technologiques majeurs.....</i>	<i>22</i>
3.2.	ENVIRONNEMENT NATUREL.....	23
3.2.1.	<i>Contexte climatique</i>	<i>23</i>
3.2.2.	<i>Risques naturels majeurs</i>	<i>26</i>
3.3.	ENVIRONNEMENT MATERIEL.....	28
3.3.1.	<i>Voies de communication.....</i>	<i>28</i>
3.3.2.	<i>Réseaux publics et privés.....</i>	<i>29</i>
3.3.3.	<i>Autres ouvrages publics et servitudes d'utilités publiques</i>	<i>31</i>
4.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....	32
4.1.	CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	32
4.1.1.	<i>Caractéristiques générales d'un parc éolien</i>	<i>32</i>
4.1.2.	<i>Activités de l'installation</i>	<i>35</i>
4.1.3.	<i>Composition de l'installation</i>	<i>35</i>
4.2.	FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	37
4.2.1.	<i>Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur.....</i>	<i>37</i>
4.2.2.	<i>Sécurité de l'installation</i>	<i>44</i>
4.2.3.	<i>Opérations de maintenance de l'installation</i>	<i>49</i>
4.2.4.	<i>Conditions d'exploitation du parc éolien</i>	<i>50</i>
4.2.5.	<i>Stockage et flux de produits dangereux</i>	<i>51</i>
4.3.	FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION	52
4.3.1.	<i>Raccordement électrique.....</i>	<i>52</i>
4.3.2.	<i>Autres réseaux.....</i>	<i>53</i>
5.	IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	54
5.1.	POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	54
5.1.1.	<i>Inventaire des produits</i>	<i>54</i>
5.1.2.	<i>Dangers intrinsèques des produits</i>	<i>55</i>
5.2.	POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	56
5.3.	REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE	57

5.3.1.	<i>Principales actions préventives</i>	57
5.3.2.	<i>Utilisation des meilleures techniques disponibles</i>	57
6.	ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	58
6.1.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	58
6.2.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL	61
6.3.	SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	63
6.3.1.	<i>Analyse de l'évolution des accidents en France</i>	63
6.3.2.	<i>Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents</i>	63
6.4.	LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE	64
7.	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	65
7.1.	OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	65
7.2.	RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES	65
7.3.	RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	66
7.3.1.	<i>Agresions externes liées aux activités humaines</i>	66
7.3.2.	<i>Agresions externes liées aux phénomènes naturels</i>	69
7.4.	SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	75
7.5.	EFFETS DOMINO	81
7.6.	MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	81
7.7.	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	89
8.	ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	90
8.1.	RAPPEL DES DEFINITIONS	90
8.1.1.	<i>Cinétique</i>	90
8.1.2.	<i>Intensité</i>	91
8.1.3.	<i>Gravité</i>	92
8.1.4.	<i>Probabilité</i>	92
8.2.	CARACTERISATION DES SCENARII RETENUS	94
8.2.1.	<i>Effondrement de l'éolienne</i>	94
8.2.2.	<i>Chute de glace</i>	97
8.2.3.	<i>Chute d'éléments de l'éolienne</i>	99
8.2.4.	<i>Projection de pales ou de fragments de pales</i>	101
8.2.5.	<i>Projection de glace</i>	105
8.3.	SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES ET CONCLUSIONS	108
8.3.1.	<i>Tableaux de synthèse des scénarios étudiés</i>	108
8.3.2.	<i>Synthèse de l'acceptabilité des risques</i>	110
8.3.3.	<i>Cartographies des risques</i>	110
8.4.	CONCLUSION	116
9.	ANNEXES	118

FIGURES

FIGURE 1 : CARTE DE LOCALISATION.....	11
FIGURE 2 : LOCALISATION DES MONUMENTS HISTORIQUES AU SEIN DES DIFFERENTES AIRES D'ETUDE	19
FIGURE 3 : FORETS PUBLIQUES SECTIONALES PRESENTES A PROXIMITE DES EOLIENNES DU PARC DE SAINT-SYMPHORIEN	21
FIGURE 4 : ITINERAIRES DE RANDONNEES AU DROIT DE L'AIRES D'ETUDE RAPPROCHEE	22
FIGURE 5 : ROSE DES VENTS ET ROSE ENERGETIQUE AU DROIT DE SAINT-PARDOUX-LE-LAC	23
FIGURE 6 : TEMPERATURES MINIMALES, MAXIMALES ET MOYENNES A LA STATION DE LIMOGES BELLEGARDE (NORME 1961-1990) – (SOURCE : INFOCLIMAT)	25
FIGURE 7 : VOIRIES ET CHEMINS AU DROIT DE L'AIRES D'ETUDE IMMEDIATE	28
FIGURE 8 : SCHEMA DE PRINCIPE D'UN PARC EOLIEN – SOURCE : EDF RENOUEVABLES	32
FIGURE 9 : COMPOSITION D'UNE EOLIENNE ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT - SOURCE : EDF RENOUEVABLES FRANCE.....	33
FIGURE 10 : ILLUSTRATION DES EMPRISES AU SOL D'UNE EOLIENNE.....	34
FIGURE 11 : PLAN DETAILLE DE L'INSTALLATION.....	36
FIGURE 12 : SCHEMA DESCRIPTIF DU COUPLE ROTOR/NACELLE (SOURCE : EDF RENOUEVABLES FRANCE).....	38
FIGURE 13 : COURBE DE PUISSANCE D'UNE EOLIENNE DE 2000 kW (HORIZONTAL : VITESSE DE VENT EN M/S, VERTICAL : PUISSANCE INSTANTANEE EN kW) SOURCE : EDF RENOUEVABLES FRANCE.....	40
FIGURE 14 : PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT DE L'EOLIENNE (SOURCE : EDF RENOUEVABLES FRANCE).....	43
FIGURE 15 : COMMUNICATION - SYSTEME DE SUPERVISION ET D'INTERVENTION	45
FIGURE 16 : PRINCIPE DU RACCORDEMENT ELECTRIQUE D'UNE INSTALLATION EOLIENNE - SOURCE : EDF RENOUEVABLES FRANCE	52
FIGURE 17 : REPARTITION DES ACCIDENTS SUR DES PARCS EOLIENS FRANÇAIS (SOURCE : GUIDE TECHNIQUE D'ELABORATION DE L'ETUDE DE DANGERS DANS LE CADRE DES PARCS EOLIENS)	59
FIGURE 18 : REPARTITION DES ACCIDENTS SUR DES PARCS EOLIENS FRANÇAIS (2000 – 2014)	60
FIGURE 19 : REPARTITION DES ACCIDENTS SUR DES PARCS EOLIENS DANS LE MONDE.....	61
FIGURE 20 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES D'EFFONDREMENT.....	61
FIGURE 21 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES DE RUPTURE DE PALE.....	62
FIGURE 22 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES D'INCENDIE	62
FIGURE 23 : EVOLUTION DU NOMBRE D'INCIDENTS ANNUELS EN FRANCE ET NOMBRE D'EOLIENNES INSTALLEES.....	63
FIGURE 24 : CARTE DES REMONTEES DE NAPPE	70
FIGURE 25 : CARTE DES ALEAS LIES AU RETRAIT- GONFLEMENT DES ARGILES ET CAVITES SOUTERRAINES RECENSEES AU DROIT DE L'AIRES D'ETUDE IMMEDIATE	71
FIGURE 26 : CARTOGRAPHIE DES ZONES DE DANGER POUR LE SCENARIO 1 « EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE » ..	111
FIGURE 27 : CARTOGRAPHIE DES ZONES DE DANGERS POUR LES SCENARIOS 2 « CHUTE DE GLACE » ET 3 « CHUTE D'ELEMENT DE L'EOLIENNE ».....	112
FIGURE 28 : CARTOGRAPHIE DES ZONES DE DANGERS POUR LE SCENARIO 4 « PROJECTION D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE ».....	113
FIGURE 29 : CARTOGRAPHIE DES ZONES DE DANGERS POUR LE SCENARIO 5 « PROJECTION DE GLACE ».....	114
FIGURE 30 : CARTOGRAPHIE DES ZONES DE DANGERS POUR L'ENSEMBLE DES SCENARIOS.....	115

TABLEAUX

TABLEAU 1 : EVOLUTION DE LA POPULATION COMMUNALE ENTRE 1968 ET 2013 SUR LES COMMUNES DE L'AIRE D'ETUDE (AVANT LA FUSION ENTRE LES COMMUNES DE SAINT-SYMPHORIEN-SUR-COUZE, ROUSSAC ET SAINT-PARDOUX)	13
TABLEAU 2 : EVOLUTION DE LA DENSITE COMMUNALE ENTRE 1968 ET 2013 SUR LES COMMUNES DE L'AIRE D'ETUDE (AVANT LA FUSION ENTRE LES COMMUNES DE SAINT-SYMPHORIEN-SUR-COUZE, ROUSSAC ET SAINT-PARDOUX)	13
TABLEAU 3 : CARACTERISTIQUES DE L'HABITAT DES COMMUNES DE L'AIRE D'ETUDE IMMEDIATE AVANT LA FUSION ENTRE LES COMMUNES DE SAINT-SYMPHORIEN-SUR-COUZE, ROUSSAC ET SAINT-PARDOUX (SOURCE : INSEE)	14
TABLEAU 4 : DISTANCE APPROXIMATIVE DES BOURGS, HAMEAUX ET HABITATIONS ISOLEES DANS UN RAYON D'UN KILOMETRE AUTOUR DE L'AIRE D'ETUDE	14
TABLEAU 5 : MONUMENTS HISTORIQUES LOCALISES AU SEIN DE L'AIRE D'ETUDE ELOIGNEE (SOURCE : ATELIER CLAUDE CHAZELLE, VOLET « PAYSAGE ET PATRIMOINE »)	16
TABLEAU 6 : SITES INSCRITS OU CLASSES SITUES AU SEIN DE L'AIRE D'ETUDE ELOIGNEE (SOURCE : ATELIER CLAUDE CHAZELLE, VOLET "PAYSAGE ET PATRIMOINE")	20
TABLEAU 7 : PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES A LA STATION DE LIMOGES BELLEGARDE (NORME 1961-2090) – (SOURCE : INFOCLIMAT)	24
TABLEAU 8 : ARRETES DE CATASTROPHES NATURELS SUR LES COMMUNES DE L'AIRE D'ETUDE IMMEDIATE (SOURCE : PORTAIL NATIONAL DE LA PREVENTION DES RISQUES MAJEURS, PRIM.NET)	26
TABLEAU 9 : RISQUES NATURELS MAJEURS	26
TABLEAU 10 : TRAFICS MOYENS JOURNALIERS ANNUELS DES ROUTES DEPARTEMENTALES A PROXIMITE DE L'AIRE D'ETUDE IMMEDIATE (SOURCE : CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA HAUTE-VIENNE)	29
TABLEAU 11 : SERVITUDES D'UTILITE PUBLIQUE AU DROIT DE LA COMMUNE DE SAINT-PARDOUX-LE-LAC – (SOURCE : DDT 87).....	31
TABLEAU 12 : COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES AEROGENERATEURS ET DES POSTES DE LIVRAISON.....	35
TABLEAU 13 : NIVEAUX INTERMEDIAIRES EN FONCTION DE LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE (SOURCE : ARRETE DU 23 AVRIL 2018).....	42
TABLEAU 14 : COMPOSITION D'UNE EOLIENNE (SOURCE : EDF RENOUVELABLES FRANCE)	44
TABLEAU 15 : LISTE DES POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	56
TABLEAU 16 : DISTANCES ENTRE LES EOLIENNES ET LES VOIRIES LES PLUS PROCHES	67
TABLEAU 17 : SYNTHESE DES DANGERS EXTERNES LIES AUX ACTIVITES HUMAINES.....	68
TABLEAU 18 : TABLEAU D'ANALYSE DES RISQUES (SOURCE : GUIDE D'ELABORATION D'UNE ETUDE DE DANGERS DANS LA CADRE D'UN PARC EOLIEN DE L'INERIS)	76
TABLEAU 19 : COTATION DE L'INTENSITE	91
TABLEAU 20 : COTATION DE LA GRAVITE	92
TABLEAU 21 : COTATION DE L'OCCURRENCE	92
TABLEAU 22 : INTENSITE – EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)	94
TABLEAU 23 : GRAVITE – EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)	95
TABLEAU 24 : NIVEAU DE RISQUE – EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)	96
TABLEAU 25 : INTENSITE – CHUTE DE GLACE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL).....	97
TABLEAU 26 : GRAVITE – CHUTE DE GLACE (DANS LA ZONE DE SURVOL).....	98
TABLEAU 27 : NIVEAU DE RISQUE – CHUTE DE GLACE (DANS LA ZONE DE SURVOL)	98
TABLEAU 28 : INTENSITE – CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)	99
TABLEAU 29 : GRAVITE – CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS LA ZONE DE SURVOL)	100

TABLEAU 30 : NIVEAU DE RISQUE – CHUTE D’ELEMENTS DE L’EOLIENNE (DANS LA ZONE DE SURVOL)	100
TABLEAU 31 : INTENSITE – PROJECTION D’ELEMENTS DE L’EOLIENNE (ZONE DE 500 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)	101
TABLEAU 32 : GRAVITE – PROJECTION D’ELEMENTS DE L’EOLIENNE (DANS UN RAYON DE 500 M)	102
TABLEAU 33 : NIVEAU DE RISQUE – PROJECTION D’ELEMENTS DE L’EOLIENNE (DANS UN RAYON DE 500 M)	104
TABLEAU 34 : INTENSITE – PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE (ZONE DE 397,5 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)	105
TABLEAU 35 : GRAVITE – PROJECTION D’ELEMENTS DE GLACE (DANS UN RAYON DE 397,5 M).....	106
TABLEAU 36 : NIVEAU DE RISQUE – PROJECTION DE GLACE (DANS UN RAYON DE 397,5 M)	107
TABLEAU 37 : TABLEAU D’ANALYSE DES RISQUES	108
TABLEAU 38 : GRILLE DE CRITICITE	110

1. PREAMBULE

1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par **EDF Renouvelables** pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze. 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.

Cette étude précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, 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 d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

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

- 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 :

N°	Désignation des activités	Classement	Rayon d'affichage
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	Autorisation	R = 6 km
	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 b) Inférieure à 20 MW	Autorisation Déclaration	R = 6 km Sans objet

Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze comprend **3 aérogénérateurs ayant une hauteur de mât supérieure à 50 m (130 m environ) pour une puissance totale installée de 10.8 MW** : 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. Les éoliennes du parc sont réparties sur la commune de Saint-Pardoux-le-Lac (commune née de la fusion des communes de Saint-Symphorien-sur-Couze, Roussac et Saint-Pardoux le 1^{er} janvier 2019) dans le département de la Haute-Vienne (87), en région Nouvelle-Aquitaine, anciennement Limousin, à environ 15 km de Bellac et 20 km de Limoges.

2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

EDF Renouvelables France, entité d'EDF Renouvelables comprenant l'activité de développement, a initié un projet éolien sur la commune de Saint-Symphorien-sur-Couze dans le département de la Haute-Vienne (87), à environ 20 km de Limoges.

Les renseignements administratifs concernant le demandeur sont fournis ci-dessous :

Dénomination sociale	PARC EOLIEN DE SAINT-SYMPHORIEN-SUR-COUZE
Forme juridique	Société par actions simplifiée (SAS)
N° SIRET	832.541.205.00015
Code APE	3511Z (Production d'électricité)
Adresse du siège social	Cœur Défense - Tour B 100 Esplanade du Général de Gaulle 92 932 PARIS LA DEFENSE Cedex
Associés et Direction	EDF Renouvelables France Cœur Défense - Tour B - 100, Esplanade du Général de Gaulle 92932 Paris la Défense Cedex
Nom et qualité de la personne responsable du suivi du projet	M. CAZALIS Henry – Chef de Projets
Adresse de correspondance	EDF Renouvelables France Agence de Toulouse 48, route de Lavour - CS 83104 3113 Balma cedex
Téléphone	05 34 26 53 30

Ce dossier est élaboré par :

I.D.E. Environnement
4, rue Jules Védrières
31031 Toulouse Cedex 4.

Il a été rédigé par Julien MARCHAND, Cécile ESCAFFRE et Mathilde MOUSTAFIADES, ingénieurs.

Toutefois, tous les renseignements consignés dans ce document émanent d'EDF Renouvelables France, qui en assure l'authenticité et en assume la responsabilité.

2.2. LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, composé de 3 aérogénérateurs, est localisé sur la commune de Saint-Pardoux-le-Lac, anciennement les communes de Saint-Symphorien-sur-Couze, Roussac et Saint-Pardoux, dans le département de la Haute-Vienne (87). La carte suivante présente la localisation du site.

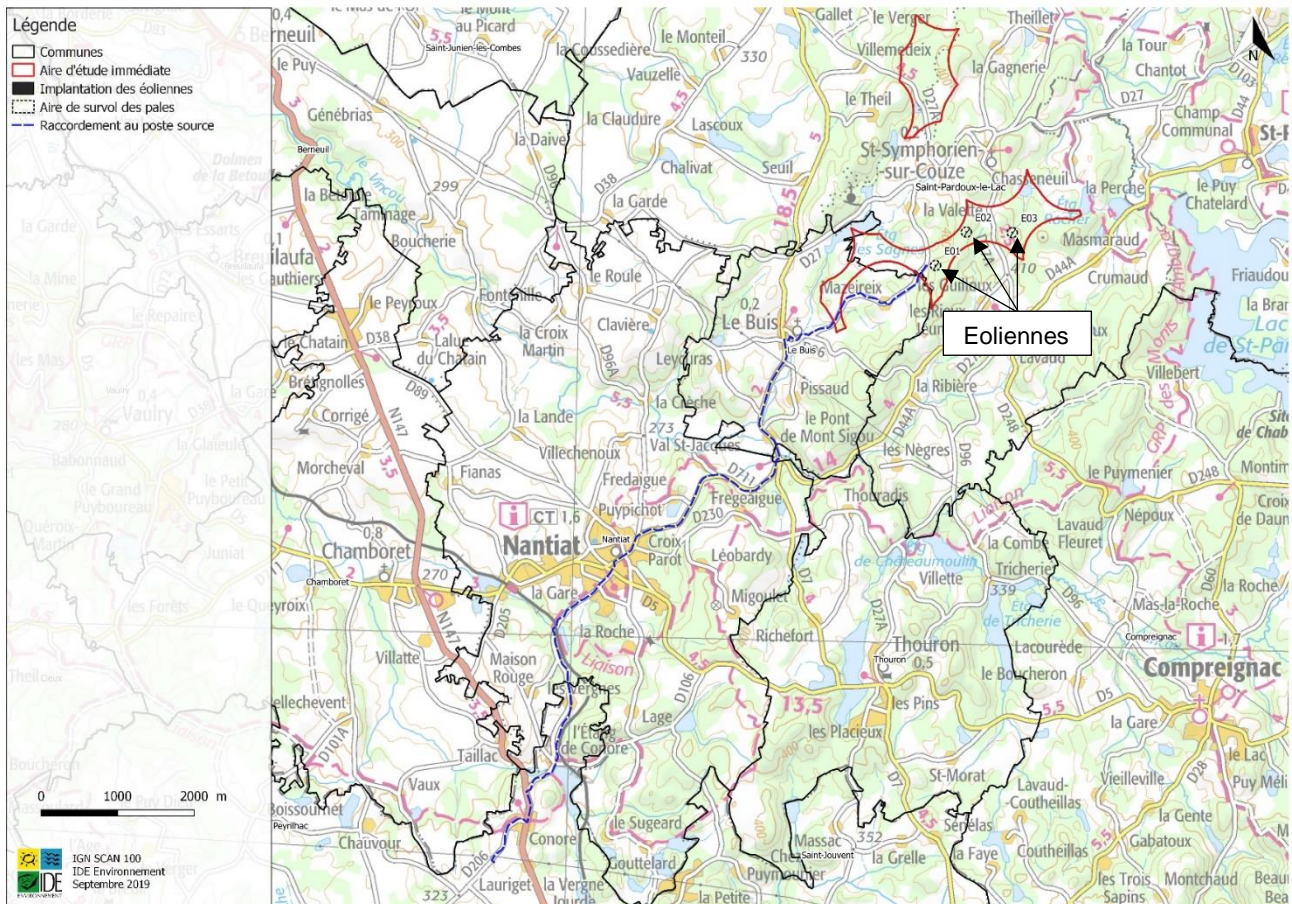


Figure 1 : Carte de localisation

2.3. DEFINITION DE L'AIRES D'ETUDE DE L'ETUDE DE DANGERS

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

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

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

Pour les besoins de l'étude d'impact et afin de prendre en considération l'ensemble des composantes environnementales, d'autres aires d'études ont été définies :

- **Aire d'étude immédiate : zone d'implantation potentielle** d'une superficie de 284 ha définie par les contraintes urbanistiques du site. Les différentes thématiques liées au milieu physique seront analysées à l'échelle de cette aire d'étude (géologie, pédologie, ressource en eau souterraine et superficielle, climatologie, risques naturels) ainsi que certaines thématiques liées au milieu humain (occupation des sols, contraintes urbanistiques, risques technologiques, nuisances et pollutions, santé, sécurité et salubrité publique). Une première analyse des milieux naturels (inventaires de terrain) et des paysages sera également réalisée à cette échelle
- **Aire d'étude rapprochée : rayon de 1 à 5 km** autour de l'aire d'étude immédiate, de manière à intégrer les principaux hameaux existants autour de l'aire d'étude immédiate. Cette aire d'étude permettra l'analyse des thématiques environnementales suivantes : patrimoine et paysage, étude acoustique, environnement démographique et socio-économique, milieux naturels (recherche de gîtes en milieu bâti pour les chauves-souris, observations d'oiseaux à large rayon d'action en périphérie de la zone d'étude et observations ponctuelles de passereaux, recueil de données pour la petite faune et observations occasionnelles, recherche de données pour la flore, les habitats et l'entomologie.

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 URBANISEES

3.1.1.1. DONNEES STATISTIQUES COMMUNALES

Source : INSEE

Les communes de l'aire d'étude immédiate présentent chacune une population communale inférieure à 600 habitants en 2013. Le taux de variation annuelle de la population varie entre +2% pour l'ancienne commune de Saint-Symphorien-sur-Couze. Sur l'ancienne commune de Saint-Symphorien-sur-Couze, on dénombre seulement 12,1 habitants/km².

Commune	Population communale							Variation de la population 2008-2013
	1968	1975	1982	1990	1999	2008	2013	
Saint-Symphorien-sur-Couze	427	347	258	241	238	219	242	2%
Saint-Pardoux	633	497	465	482	466	526	575	1,8%
Roussac	609	501	433	394	408	463	467	0,2%

Tableau 1 : Evolution de la population communale entre 1968 et 2013 sur les communes de l'aire d'étude (avant la fusion entre les communes de Saint-Symphorien-sur-Couze, Roussac et Saint-Pardoux)

Commune	Densité de population						
	1968	1975	1982	1990	1999	2008	2013
Saint-Symphorien-sur-Couze	21,4	17,4	12,9	12,1	11,9	11,0	12,1
Saint-Pardoux	27,2	21,4	20,0	20,7	20,1	22,6	24,8
Roussac	25,2	20,7	17,9	16,3	16,9	19,1	19,3

Tableau 2 : Evolution de la densité communale entre 1968 et 2013 sur les communes de l'aire d'étude (avant la fusion entre les communes de Saint-Symphorien-sur-Couze, Roussac et Saint-Pardoux)

3.1.1.2. HABITAT RIVERAIN

Conformément à l'article 3 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 et déclaration au titre de la rubrique 2980 de la législation des ICPE :

« L'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 [...] »

Les communes de l'aire d'étude comptent entre 110 et 430 logements avec une part de résidence secondaire de 18% à 36%. Les logements vacants sont également nombreux, à Saint-Pardoux-le-Lac notamment.

Tableau 3 : Caractéristiques de l'habitat des communes de l'aire d'étude immédiate avant la fusion entre les communes de Saint-Symphorien-sur-Couze, Roussac et Saint-Pardoux (Source : INSEE)

	Nombre de logements	Nombre de ménages	Part des résidences secondaires (y compris les logements occasionnels)	Part des logements vacants
Saint-Symphorien-sur-Couze	198	115	29,6%	12,3%
Saint-Pardoux	426	241	35,7%	7,7%
Roussac	296	214	18,6%	9,1%

Plusieurs bourgs et hameaux sont localisés à proximité de l'aire d'étude immédiate. Le tableau suivant recense ces hameaux et leur distance approximative à l'aire d'étude immédiate, dans un rayon d'un kilomètre :

Tableau 4 : Distance approximative des bourgs, hameaux et habitations isolées dans un rayon d'un kilomètre autour de l'aire d'étude

Bourgs, hameaux ou habitations isolées	Distance approximative à l'aire d'étude immédiate
Saint-Symphorien-sur-Couze	375 m
Chasseneuil	390 m
Villemedeix	420 m
Mazeireix	445 m
La Gorce	450 m
La Valette	464 m
Le Buis	476 m
Les Rieux Jeunes	480 m
Lège	480 m
Puyjouard	480 m
Le Fourvieux	490 m
La Gagnerie	490 m
Theillet	490 m

Bourges, hameaux ou habitations isolées	Distance approximative à l'aire d'étude immédiate
La Cour du Verger	500 m
La Tours	500 m
Fougerolles	500 m
Courieux	500 m
Le Theil	500 m
Petit Puy	515 m
Château Vauguenige	530 m
Crumaud	610 m
Le Verger	620 m
Les Rieux Vieux	725 m
Paulette	785 m
Masmaraud	812 m
Chantot	840 m
Pissaud	840 m
La Borderie	860 m
Combas	860 m
Champ communal	865 m
Seuil	885 m
La Churlerie	893 m
Le Moulin de Courieux	910 m
La Perche	950 m

3.1.2. ETABLISSEMENT RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Selon l'Institut national de l'information géographique français, il n'existe pas d'établissement recevant du public à moins de 500 m des aérogénérateurs.

3.1.3. INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Selon la base des Installations Classées, aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement n'est localisée au sein de l'aire d'étude rapprochée.

3.1.4. AUTRES ACTIVITES

3.1.4.1. PATRIMOINE CULTUREL ET PAYSAGER

Soixante-treize monuments historiques classés ou inscrits au titre de la loi de 1930 sont dénombrés sur l'ensemble de l'aire d'étude éloignée (20 km autour de l'aire immédiate) du projet de parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze.

Les monuments historiques classés ou partiellement classés sont indiqués en gras suivi de (c).

Tableau 5 : Monuments historiques localisés au sein de l'aire d'étude éloignée (Source : Atelier Claude Chazelle, volet « Paysage et patrimoine »)

N°	COMMUNES	MONUMENTS HISTORIQUES
2	Ambazac	Dolmen du Bois de la Lieue
2	Ambazac	Grange du Coudieré ayant dépendu de l'abbaye
2	Ambazac	Domaine de Montméry (c)
11	Bellac	Eglise de l'Assomption de la Très-Ste-Vier
11	Bellac	Vieux pont sur le Vincou
11	Bellac	Hôtel XVIIIème
12	Berneuil	Dolmen de la Borderie (c)
12	Berneuil	Dolmen de la Lue
13	Bersac-sur-Rivalier	Eglise de la Nativité-de-la-très-Ste-Vierge (c)
13	Bersac-sur-Rivalier	Château de Chambon
13	Bersac-sur-Rivalier	Château de Chambon
14	Bessines-s-Gartempe	Croix de Morterolles
18	Blond	Vestiges Gallo-Romains (c)
18	Blond	Eglise de l'Ordination de Saint-Martin
45	Cieux	Menhir d'Arnac
45	Cieux	Chapelle du Bois du Rat
45	Cieux	Chapelle du Bois du Rat
50	Couzeix	Château du Mas de l'Age
57	Dompierre-les-Eglises	Clocher de l'église St Pierre et St Paul
57	Dompierre-les-Eglises	Château de Dompierre
67	Folles	Dolmen du Monteil (c)
67	Folles	Eglise Saint-Blaise
68	Fromental	Dolmen de Bagnol (c)
68	Fromental	Menhir des Fichades (c)
68	Fromental	Source du château de Fromental (c)

N°	COMMUNES	MONUMENTS HISTORIQUES
68	Fromental	Château de Fromental (c)
76	Jabreilles-les-Bordes	Oppidum lieu-dit Le Châtelard
78	Javerdat	Menhir du Pic
83	Laurière	Calvaire de Saint Michel (c)
59	Le Dorat	Porte Bergère
59	Le Dorat	Collégiale Saint-Pierre-ès-Liens (c)
59	Le Dorat	Ancien hospice de Grandchamp
59	Le Dorat	Hôtel de la Pouge
85	Limoges	Substructions gallo-romaines "Uzurat" (c)
85	Limoges	Croix de Beaune les Mines (c)
85	Limoges	Château de Beauvais (c)
85	Limoges	Eglise de Beaune-les-Mines
85	Limoges	Château des Essarts
89	Magnac Laval	Eglise Saint Maximin
100	Montrou Senard	Croix (c)
100	Montrou Senard	Croix hosannière avec sa tribune (c)
100	Montrou-Senard	Chapelle des Morts (c)
100	Montrou-Senard	Eglise Paroissiale Saint-Julien
101	Mortemart	Motte Féodale au lieu-dit "Le Sénéchal" (c)
101	Mortemart	Château des Ducs et ses douves
101	Mortemart	Maison du Sénéchal et sa grange
101	Mortemart	Halle
101	Mortemart	Ancien couvent des Augustins
101	Mortemart	Ancien couvent des Carmes (c)
107	Nieul	Reposoir Place du château
107	Nieul	Pont de Puymaud
107	Nieul	Reposoir Place de l'église
110	Oradour-sur-Glane	Ruines du Village martyr (c)
110	Oradour-sur-Glane	Lanterne des Morts
110	Oradour-sur-Glane	Enceinte de terre "Le Moulin du Repaire"
110	Oradour-sur-Glane	Eglise Saint-Martin
110	Oradour-sur-Glane	Château de Laplaud
116	Peyrat de Bellac	Vieux pont de Beissat sur la Gartempe

N°	COMMUNES	MONUMENTS HISTORIQUES
133	St-Amand-Magnazeix	Lanterne des Morts (c)
133	St-Amand-Magnazeix	Chapelle templière de la Bussière-Rapy
143	Saint-Gence	Eglise Saint-Gentien
143	Saint-Gence	Enceinte romaine au lieu-dit "Camp de César"
143	Saint-Gence	Maison 16e siècle
157	St-Laurent-les-Eglises	Château et parc de Valmate
159	St-Léger-la-Montagne	Planche sur la Couze dite "Pont romain" (c)
159	St-Léger-la-Montagne	Eglise de Saint-Pierre-la-Montagne
160	St-Leger-Magnazeix	Celle grandmontaine des Bronzeaux (c)
178	Saint-Priest-Taurion	Domaine du Château de Bort (c)
181	Saint-Sulpice-Lauriere	Eglise Saint-Sulpice (c)
183	Saint-Sylvestre	Eglise de Saint Sylvestre
202	Veyrac	Pont surmonté d'un colombier (c)
202	Veyrac	Château de la Cosse (c)
206	Villefavard	La villa de la Solitude

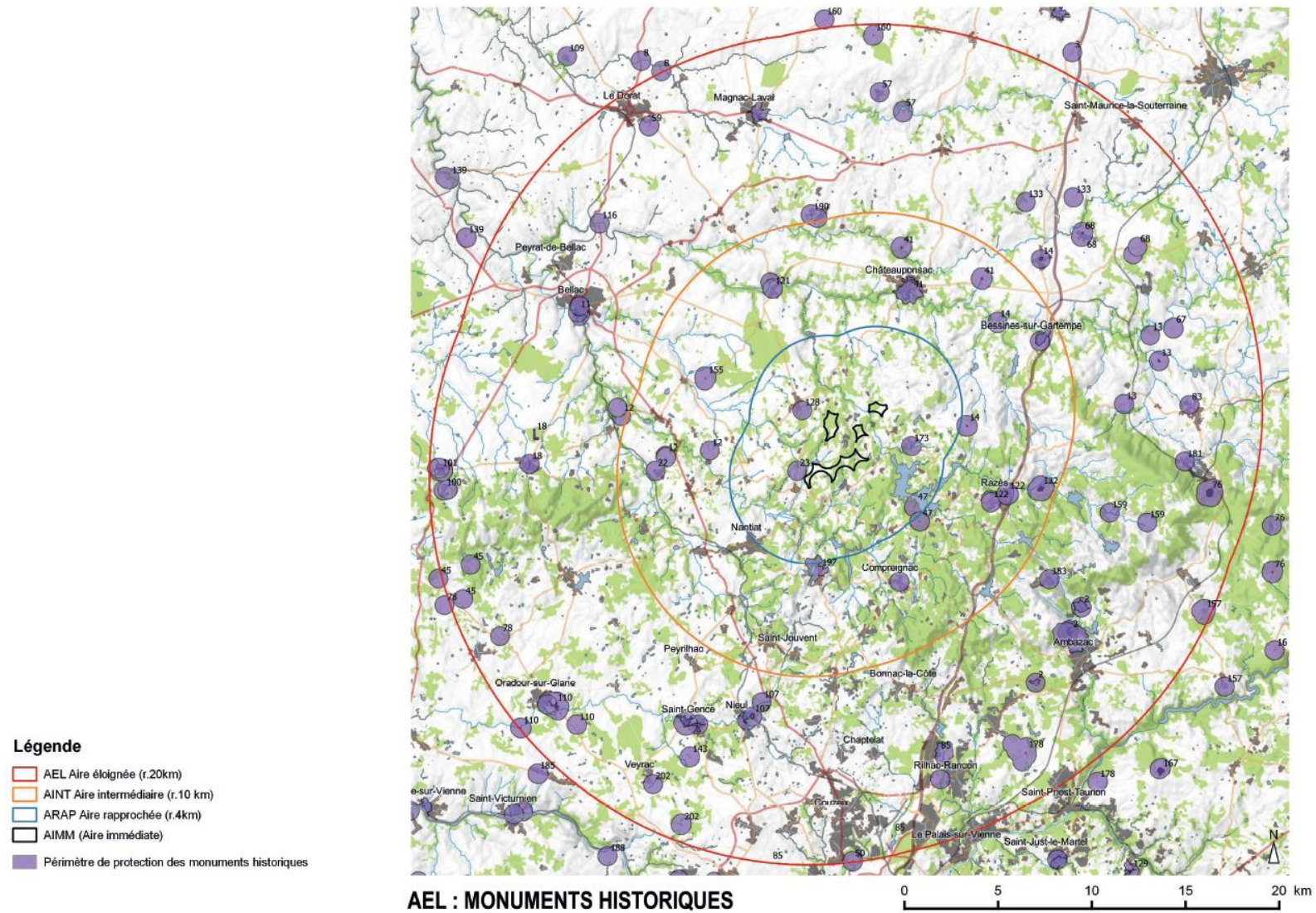


Figure 2 : Localisation des monuments historiques au sein des différentes aires d'étude

L'aire d'étude éloignée regroupe treize sites inscrits et un site classé. Les sites classés ou partiellement classés sont indiqués en gras suivi de (c) dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Sites inscrits ou classés situés au sein de l'aire d'étude éloignée (source : Atelier Claude Chazelle, volet "Paysage et patrimoine")

N°	COMMUNES	SITES
2	Ambazac	Mont Gerbassou
11	Bellac	Centre ancien de Bellac
13	Bersac sur Rivalier	Vallee de la Gartempe aux abords du viaduc de Rocherolles
18	Blond	Monts de Blond (Extension)
67	Folles	Lac du Pont-de-l'Age
75	Isle	Vallee de l'Aurence
101	Mortemart	Bourg de Mortemart (partie et extension)
107	Nieul	Vallee de la Glane
107	Nieul	Chateau et ses abords (c)
125	Rilhac Rancon	Vallee de la Mazelle
183	Saint Sylvestre	Village de Grandmont
159	Saint-Leger-la-Montagne	Site de la Pierre Millier
178	Saint-Priest-Taurion	Chateau de Tourniol
201	Verneuil-sur-Vienne	Vallee de la Vienne entre Saint-Victurnien et le Moulin de la Mie

3.1.4.2. ACTIVITES HUMAINES

Les principales activités recensées sur la commune de Saint-Pardoux-le-Lac sont les activités de commerce, transports et services divers ainsi que les activités agricoles (plusieurs AOC concernées) et sylvicoles.

A ce titre, la commune de Saint-Pardoux-le-Lac compte 88,3 ha de terres agricoles, principalement exploitées en prairies temporaires (48,5%), l'élevage étant l'orientation technico-économique majeure des communes d'implantation du parc éolien. Dans un périmètre de 2,5 km autour des zones d'implantation des éoliennes, deux forêts publiques sectionales sont présentes : la Forêt sectionale de Fourvieux et la Forêt sectionale de l'Age.

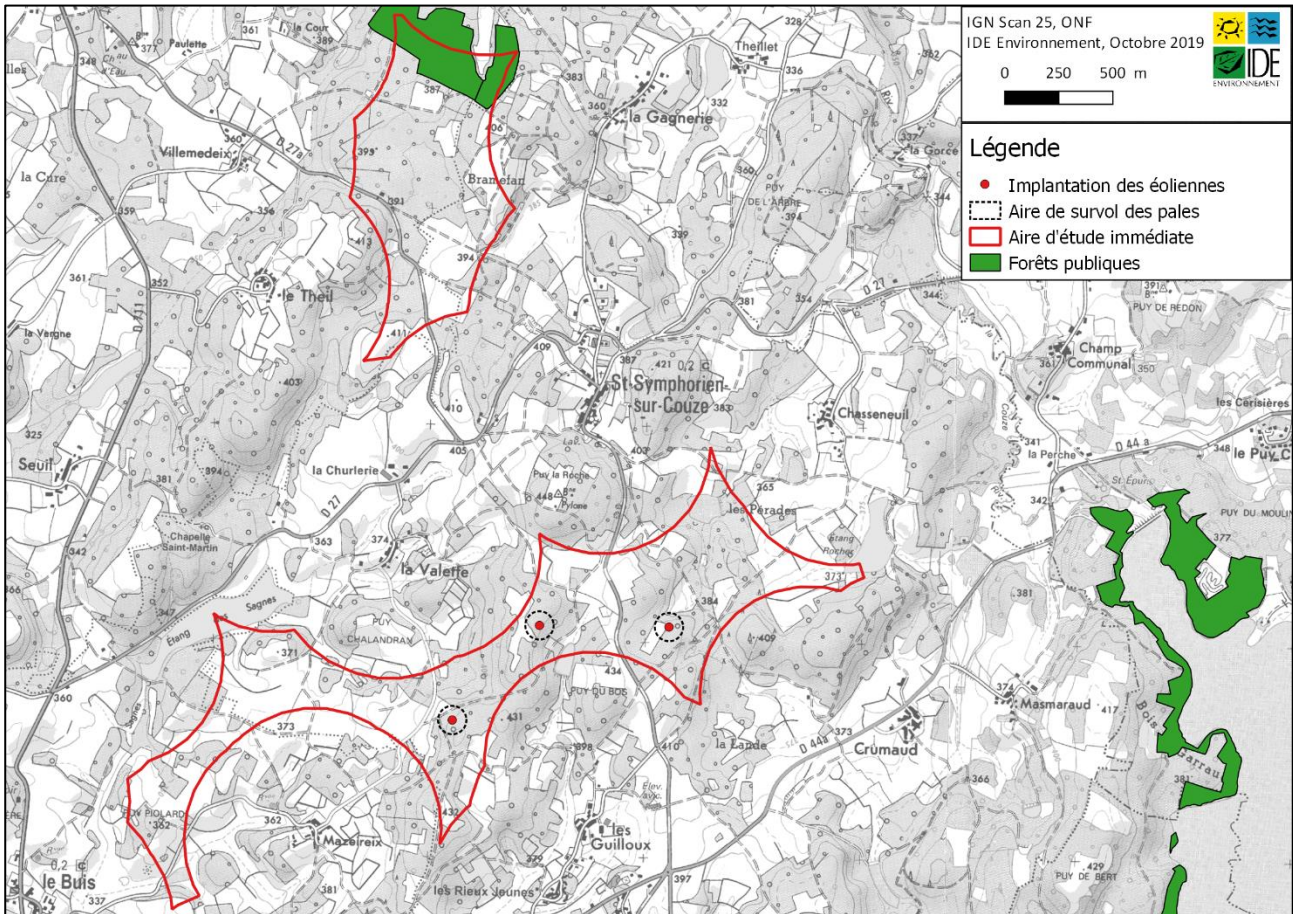


Figure 3 : Forêts publiques sectionales présentes à proximité des éoliennes du parc de Saint-Symphorien

Enfin, l'activité touristique est principalement marquée par les activités de nature. L'aire d'étude rapprochée ne compte toutefois pas de sites touristiques majeurs mais plusieurs itinéraires touristiques sont présents. De nombreux circuits de randonnée traversent l'aire d'étude rapprochée dont le chemin de grande randonnée (GR) Tour des Monts d'Ambazac ainsi que des itinéraires inscrits au Plan Départemental des Itinéraires de Promenades et de Randonnées de la Haute-Vienne, comme représenté sur la carte suivante :

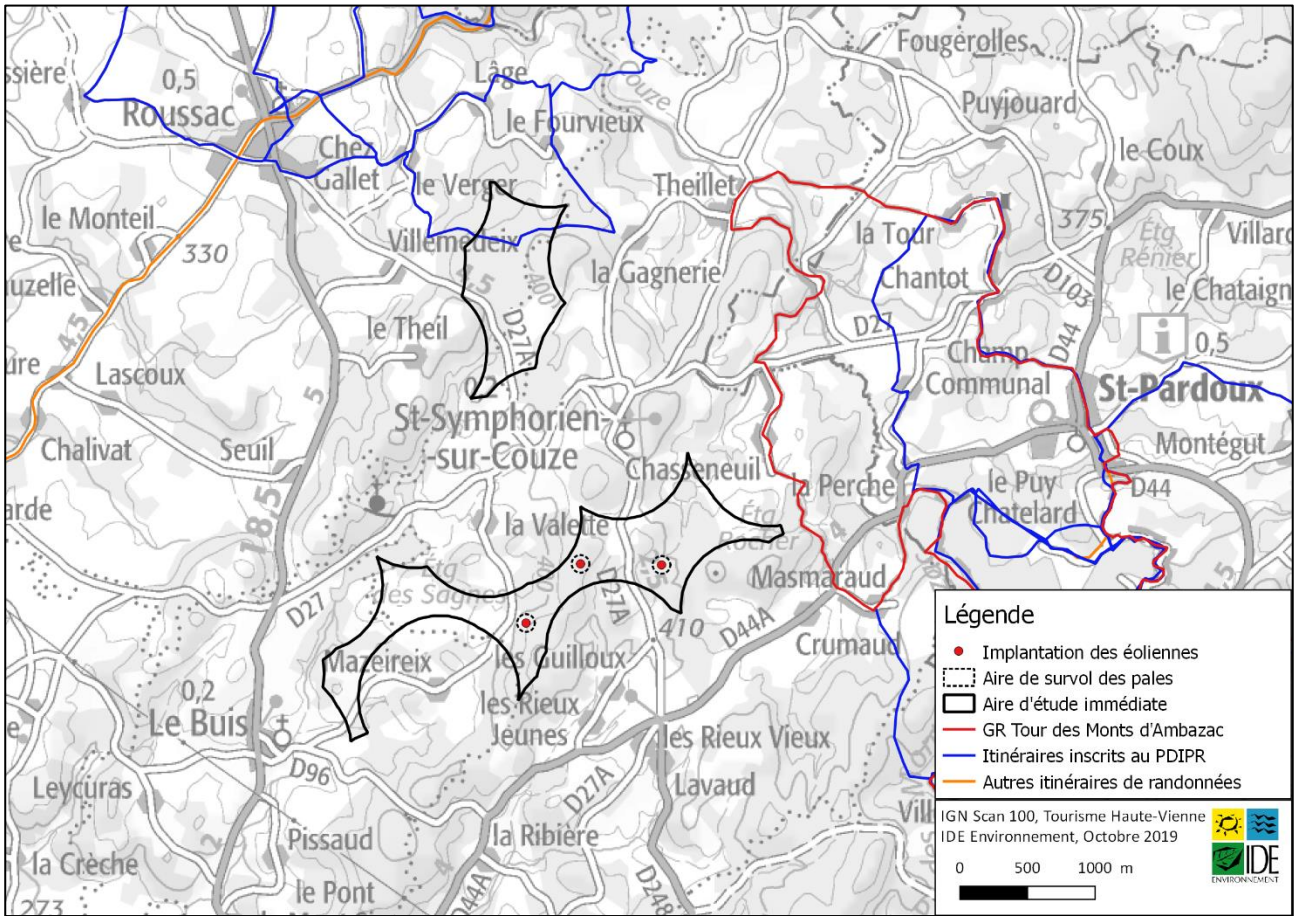


Figure 4 : itinéraires de randonnées au droit de l'aire d'étude rapprochée

La chasse et la pêche sont également des activités de loisirs importantes sur le territoire.

3.1.5. RISQUES TECHNOLOGIQUES MAJEURS

La commune de Saint-Pardoux-le-Lac n'est concernée par aucun risque minier, industriel ou de transport de matières dangereuses.

3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

3.2.1. CONTEXTE CLIMATIQUE

Situé à 200 km du littoral océanique, le Limousin est la première marche du Massif Central. La région offre donc un climat océanique, pluvieux et frais, fortement modulé par le relief.

3.2.1.1. POTENTIEL DE VENT

La caractérisation du potentiel éolien sur l'aire d'étude immédiate a été réalisée à l'aide d'un mât de mesure installé de juillet 2015 à mai 2018 sur la zone ouest de l'aire d'étude immédiate, sur la commune de Saint-Pardoux-le-Lac. La rose des vents et la rose énergétique issues des données de ce mât de mesure sont présentées ci-dessous :

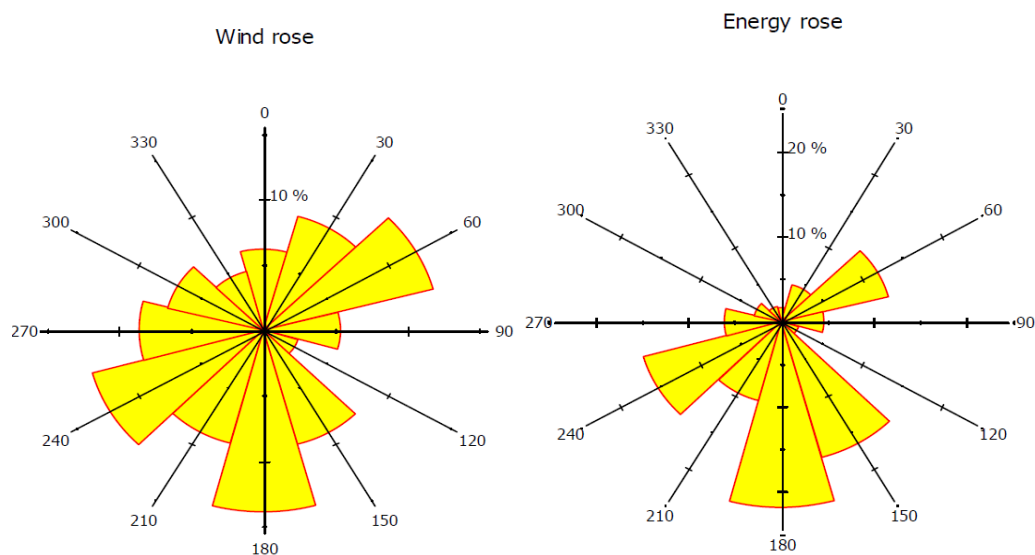


Figure 5 : Rose des vents et rose énergétique au droit de Saint-Pardoux-le-Lac

Source : EDF Renouvelables

Selon la rose des vents, la vitesse moyenne du vent est estimée à 5,78 m/s à 78 m. Les principaux vents proviennent du sud. En outre, selon les données Météo France, le nombre de jours moyen de vent avec rafales (force supérieure à 16 m/s) est de 30,3 par an entre 1961 et 1990.

3.2.1.2. PRÉCIPITATIONS, NEIGE ET ORAGES

Avec des précipitations de 1022,9 mm par an en moyenne sur la période 1961-1990, la station de Limoges-Bellegarde se situe au-dessus de la moyenne nationale de 770 mm/an. Les précipitations les plus importantes sont observées au printemps (mars à mai) et à l'automne (octobre), et en hiver (décembre à février). En outre, le nombre de jours moyen par an avec une hauteur des précipitations respectivement supérieures à 5 et 10 mm est de 70,7 et de 32,7 entre 1961 et 1990. Le nombre moyen de jour avec neige est de 18,1 par an sur la période avec un maximum atteint au mois de janvier (4,6 jours en moyenne).

Les mois de décembre à mars sont enneigés pendant près d'un quart du mois (entre 6 et 8 jours en moyenne en décembre, janvier et février).

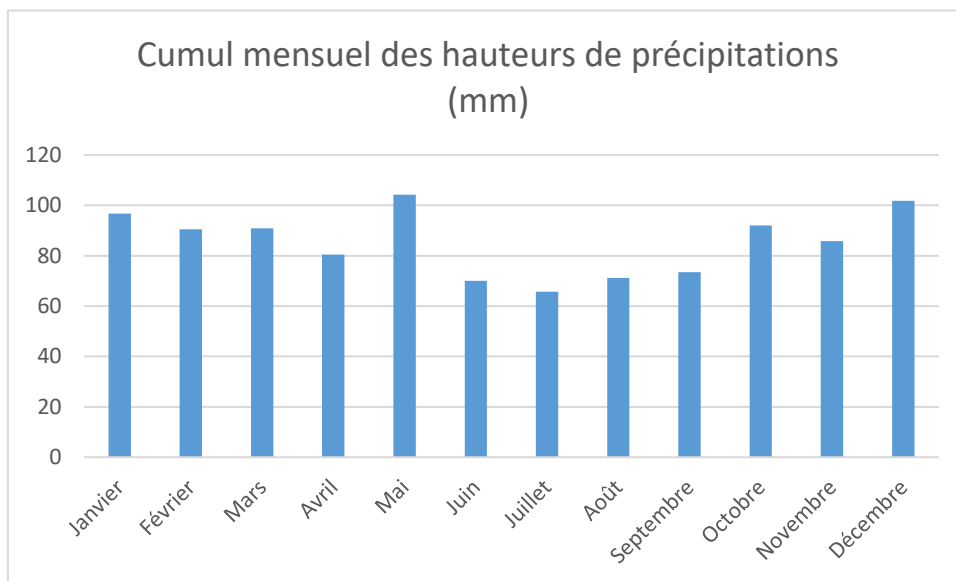


Tableau 7 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Limoges Bellegarde (norme 1961-2090) – (Source : Infoclimat)

Les orages, accompagnés généralement de vents violents, de fortes précipitations ou encore de foudre, peuvent affecter directement ou indirectement le chantier ou l'exploitation d'un parc éolien. Le nombre de jours moyen avec orages par an est de 23,5 entre 1961 et 1990. De plus, la Haute-Vienne présente une densité de foudroiement de 2,3 **foudroiements/km²/an**. Ainsi, le risque orageux du secteur peut être qualifié de «faible».

3.2.1.3. TEMPERATURES ET GELEES

La Haute-Vienne est marquée par une amplitude thermique assez importante, avec des hivers doux et des étés chauds. Les courbes de température présentées ci-dessous confirment cette tendance pour la station de mesure de Limoges Bellegarde. L'amplitude thermique y est de 22,4°C avec des températures minimales en janvier de 0,9°C et des températures maximales en juillet de 23,3°C environ.

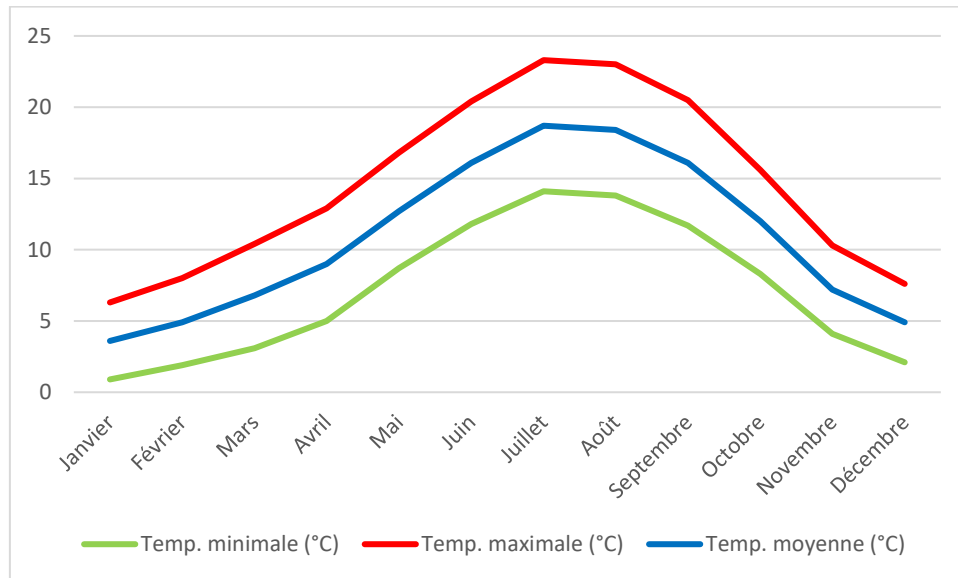


Figure 6 : Températures minimales, maximales et moyennes à la station de Limoges Bellegarde (norme 1961-1990) – (Source : Infoclimat)

Le nombre de jours moyens avec gelées est de 44,1 par an en moyenne.

3.2.1.4. BROUILLARD

Par convention, le terme « brouillard » correspond à une visibilité inférieure à 1 km. Dans la plupart des cas, les brouillards se forment au cours de la nuit et disparaissent durant la matinée, plus ou moins tardivement, mais il arrive parfois qu'ils persistent toute la journée.

Le nombre de jours moyen avec brouillard est de 84,5 par an au niveau de la station climatique de Limoges-Bellegarde sur la période 1961-1990.

La covisibilité sur le parc éolien est ainsi réduite durant ces jours de brouillard.

3.2.1.5. SYNTHÈSE

Le secteur présente des hivers doux et des étés chauds mais de fortes précipitations, notamment au printemps et à l'automne. Le site est soumis à un vent dominant en provenance majoritairement du sud/sud-ouest avec 16% des vents observés ayant une force supérieure à 6 m/s et 30,3 jours par an en moyenne présentant des rafales de vent.

En outre, des phénomènes météorologiques extrêmes tels que des gelées, des brouillards, des vents forts ou des orages pourront entraîner une diminution voire un arrêt de l'activité certains jours par an en raison de risques de bris de pales ou de chutes de glace par exemple. Les éoliennes sont néanmoins conçues pour s'arrêter automatiquement en cas de conditions météorologiques défavorables.

3.2.2. RISQUES NATURELS MAJEURS

La commune de Saint-Pardoux-le-Lac, sur laquelle sont localisées les éoliennes, est concernée par les risques naturels suivants :

- Rupture de barrage (excepté pour la commune de Le Buis) ;
- Séisme (zone de sismicité 2).

Ces quatre communes ont été soumises depuis 1982 à deux arrêtés de catastrophes naturelles :

Tableau 8 : Arrêtés de catastrophes naturels sur les communes de l'aire d'étude immédiate (source : Portail national de la prévention des risques majeurs, Prim.net)

Type de catastrophe	Période concernée	Date de l'arrêté
Tempête	6 au 10 novembre 1982	18/11/1982
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25 au 29 décembre 1999	29/12/1999

Tableau 9 : Risques naturels majeurs

Risque	Description
Risque de feu de forêt	<p>Les feux de forêt sont des incendies qui se propagent sur une surface d'au moins un hectare de forêt ou de lande.</p> <p>Le taux de boisement de la Haute-Vienne (IFN2012) est de 43%. En tenant compte des landes, la proportion du département potentiellement combustible atteint 62%.</p> <p>Tout le département peut être affecté par le risque de feu de forêt. La commune de Saint-Pardoux-le-Lac fait partie des communes à un risque de feu de forêt, notamment sur l'aire d'étude immédiate.</p>
Risque inondation	<p>Une inondation est une submersion plus ou moins rapide d'une zone habituellement hors d'eau, pouvant être habitée ou non. Les flots peuvent avoir des hauteurs et des vitesses très variables.</p> <p>L'aire d'étude immédiate n'est pas concernée par des inondations par débordement de cours d'eau. Néanmoins, elle est concernée par un risque d'inondation en cas de rupture de barrage et par un risque d'inondation par remontée de nappe.</p>

Risque	Description
Mouvements de terrain Cavités souterraines Aléa retrait/gonflement des argiles	<p>Le contexte géologique du département conditionne la susceptibilité à l'apparition de mouvements de terrain. Ainsi, le département de la Haute-Vienne peut être concerné par plusieurs types de mouvement de terrain :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les tassements et affaissements de sols compressibles hors aléa minier - Le retrait-gonflement des argiles - Les glissements de terrain - Les effondrements et affaissements liés à la présence de cavités souterraines - Les écroulements et chutes de blocs - Les coulées boueuses et torrentielles <p>En outre, quelques formations argileuses sont présentes au droit de l'aire d'étude immédiate. En période humide, elles fixent l'eau provoquant une augmentation de leur volume. A l'inverse, en période sèche, elles s'assèchent et leur volume diminue. Ceci est à l'origine du phénomène que l'on appelle « retrait-gonflement des argiles » qui peut entraîner des dégâts importants en surface au niveau des constructions et des infrastructures. A l'échelle de l'aire d'étude immédiate, l'aléa est toutefois considéré de nul à faible</p>
Risque sismique	<p>Un séisme est une fracturation brutale des roches le long des failles en profondeur dans la croûte terrestre. Le séisme génère des vibrations importantes du sol qui sont ensuite transmises aux fondations des bâtiments.</p> <p>L'aire d'étude immédiate est située en zone de sismicité 2 (aléa faible) selon le décret interministériel n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité sur le territoire français.</p> <p>Ainsi, l'aléa sismique doit obligatoirement être pris en compte sur la commune pour les installations à risque spécial, c'est-à-dire les installations classées et donc les éoliennes.</p>

Tableau 10 : Trafics moyens journaliers annuels des routes départementales à proximité de l'aire d'étude immédiate
 (Source : Conseil Départemental de la Haute-Vienne)

Route départementale	PR	Nombre de véhicules légers par jour	Nombre de poids lourds par jour
RD 27	25+000	273	19
RD 27	25+350	269	12
RD 27A	1+000	248	12
RD 27A	4+096	155	11
RD 44A	1+900	216	12
RD 103	7+000	73	2
RD 711	16+000	350	16

3.3.1.2. AXES FERROVIAIRES

Enfin, aucune voie ferrée n'est présente au sein de l'aire d'étude rapprochée. Un projet de Ligne à Grande Vitesse reliant Limoges à Poitiers est actuellement en cours d'étude. Après avoir reçu un avis favorable de la commission d'enquête sur le projet, la déclaration d'utilité publique a été signée en janvier 2015. Le tracé passerait à l'ouest de la ligne ferroviaire existante, à 7,5 km environ de l'aire d'étude immédiate.

3.3.1.3. TRANSPORT AERIEN

L'aéroport le plus proche de l'aire d'étude se situe à plus de 20 kilomètres au Sud à Limoges.

Les servitudes aéronautiques sont destinées à assurer la protection d'un aérodrome contre les obstacles, de façon à ce que les avions puissent y atterrir et en décoller dans les conditions optimales de sécurité et de régularité. Il existe deux types de servitudes aéronautiques : celles relatives à l'aviation civile (lignes aériennes commerciales, etc.) et celles relatives à l'aviation militaire (application défense, etc.).

L'aire d'étude immédiate est localisée au minimum à 6 km du plan de servitudes aéronautiques de Limoges.

3.3.1.4. VOIES FLUVIALES

Aucun axe de communication fluviale ne traverse l'aire d'étude immédiate.

3.3.2. RESEAUX PUBLICS ET PRIVES

3.3.2.1. CANALISATIONS DE TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES

Les communes de Saint-Pardoux-le-Lac et Le Buis ne sont pas concernées par le transport canalisé de matières dangereuses (hydrocarbures, gaz ...).

3.3.2.2. RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

Aucune station d'épuration n'est localisée dans le périmètre d'étude immédiate, ni même au sein de la commune de St-Symphorien-sur-Couze.

3.3.2.3. RESEAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Aucun captage d'alimentation en eau potable utilisé n'est présent au sein de l'aire d'étude immédiate. Néanmoins, le captage de Mazeireix (sis sur la commune du Buis), bien qu'abandonné, bénéficie d'un arrêté de déclaration d'utilité publique en date du 10 décembre 1998. Son périmètre de protection recoupe la zone sud de l'aire d'étude immédiate.

L'implantation du projet devra prendre en compte le réseau hydrographique afin de veiller à ne pas perturber les flux. Le projet devra en outre veiller à ne pas dégrader l'état des masses d'eau souterraines et superficielles, notamment en phase de chantier. Les éoliennes, les accès et les équipements connexes ne devront en outre pas être implantés au sein du périmètre de protection du captage d'eau potable de Mazeireix.

3.3.2.4. RESEAUX ELECTRIQUES

L'aire d'étude immédiate est traversée par un réseau de distribution électrique et est ainsi soumise aux servitudes correspondantes (14) comme l'illustre le tableau ci-après. Une partie de cette ligne devra être enterrée.

3.3.3. AUTRES OUVRAGES PUBLICS ET SERVITUDES D'UTILITES PUBLIQUES

Selon les données de la Direction Départementale des Territoires de la Haute-Vienne, les communes de l'aire d'étude immédiate sont concernées par les servitudes d'utilité publique suivantes :

Tableau 11 : Servitudes d'utilité publique au droit de la commune de Saint-Pardoux-le-Lac – (Source : DDT 87)

Commune	Servitudes d'utilité publique
Saint-Pardoux-le-Lac	AC2 : Ensemble formé par le Lac de Saint-Pardoux et ses abords AS1 : Captage de Rieux-Vieux protégé par deux périmètres de protection (immédiat et rapproché) AS1 : Captage de Courieux protégé par deux périmètres de protection (immédiat et rapproché) AS1 : Protection sanitaire du captage de Mazeireix (immédiat et rapproché) I4a : Ligne 90 kV Bellac-Le Maureix PT4 : Servitude d'égagement relative aux lignes de télécommunication (le report de ces servitudes n'est pas effectué sur la carte ci-après) AC1 : Eglise AC1 : Voie antique de « Combe Soleil » AC1 : Château de Monismes AC2 : Ensemble formé par le Lac de Saint-Pardoux et ses abords AS1 : Protection sanitaire du captage de Chatenet-Colon (immédiat et rapproché) EL7 : Servitudes attachées à l'alignement des voies (D44 dans sa traversée de Friaudour et du bourg de Saint-Pardoux et D103 dans sa traversée de Montégut) I6 : Concession minière de la Gartempe I6 : Concession minière de Saint-Sylvestre JS1 : Base de ski nautique Freaudour PT4 : Servitude d'égagement relative aux lignes de télécommunication (le report de ces servitudes n'est pas effectué sur la carte ci-après)

4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente (chapitre 5), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

4.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

4.1.1. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (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 ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public)
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité)
- Un réseau de chemins d'accès
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

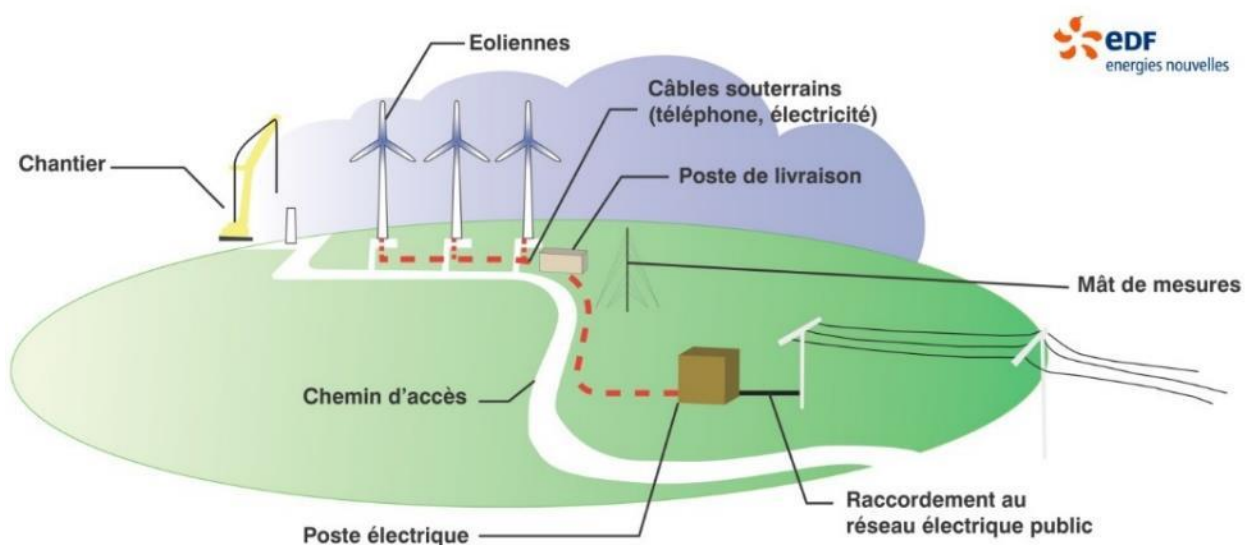


Figure 8 : Schéma de principe d'un parc éolien – Source : EDF Renouvelables

4.1.1.1. ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN AEROGENERATEUR

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 et déclaration 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 6 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- La nacelle abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - o le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique,
 - o le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas),
 - o le système de freinage mécanique,
 - o le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie,
 - o les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
 - o le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

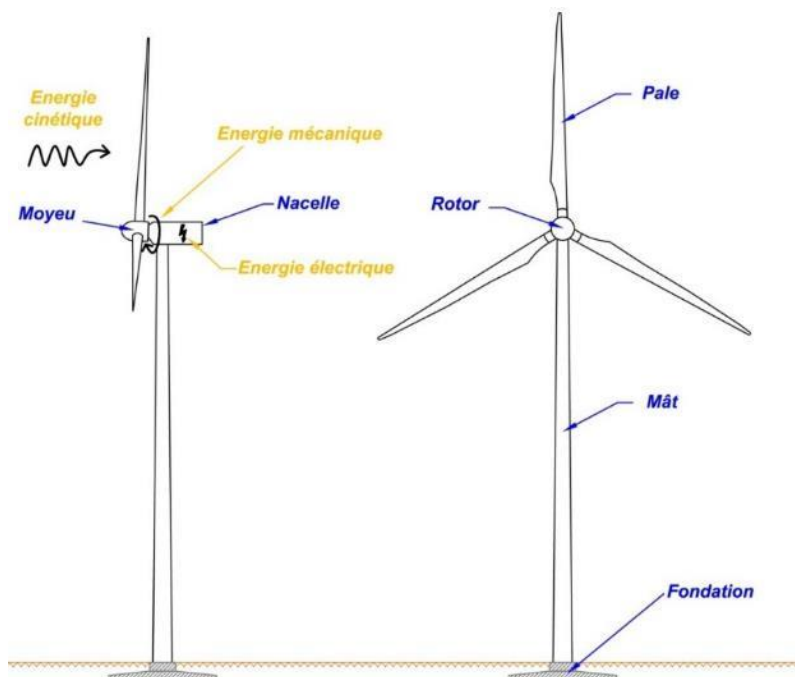


Figure 9 : Composition d'une éolienne et principe de fonctionnement - Source : EDF Renouvelables France

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.

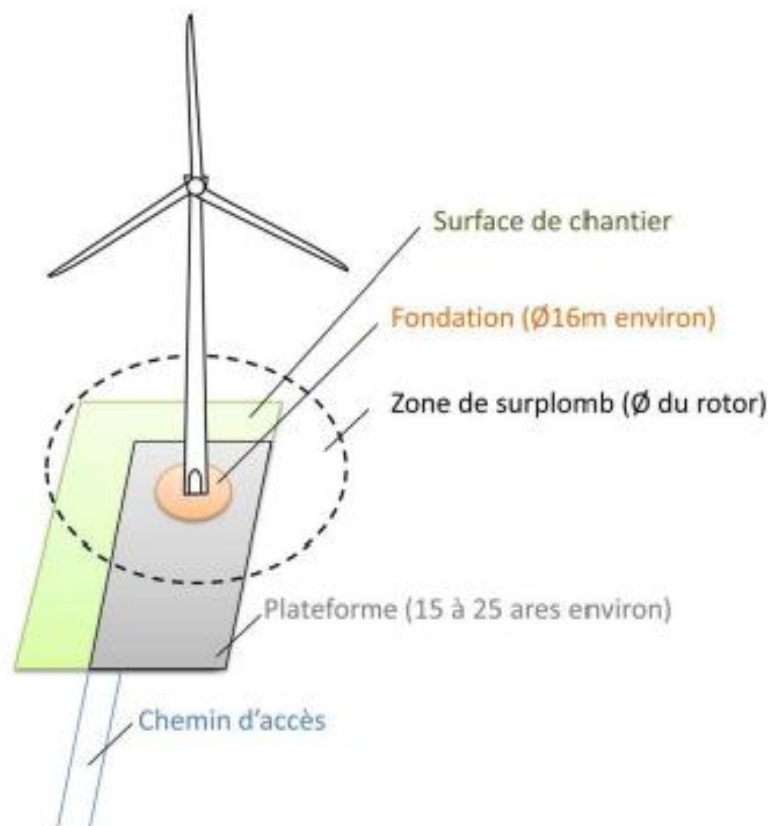


Figure 10 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

4.1.1.3. CHEMINS D'ACCES

Des pistes sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

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

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

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

4.1.1.4. AUTRES INSTALLATIONS

Certains parcs éoliens peuvent aussi être constitués d'aires d'accueil pour informer le public, de parkings d'accès, de parcours pédagogiques, etc.

Dans le cas du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, aucune autre installation n'est prévue.

4.1.2. ACTIVITES DE L'INSTALLATION

L'activité principale du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur moyeu de 134 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

4.1.3. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze est composé de 3 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 134 mètres et un diamètre de rotor de 131 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 199,5 mètres.

Le tableau en page suivante indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de livraison :

Tableau 12 : Coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison

Eoliennes n°	Lambert 93	
	X	Y
1	562887.68	6550948.76
2	563291.00	6551385.87
3	563889.14	6551379.80
Poste de livraison n°		
PDL 1	562770.97	6550949.55

Le plan détaillé de l'installation présentant l'emplacement des aérogénérateurs, du poste de livraison, des plateformes, des chemins d'accès et des câbles électriques enterrés est fourni en page suivante.

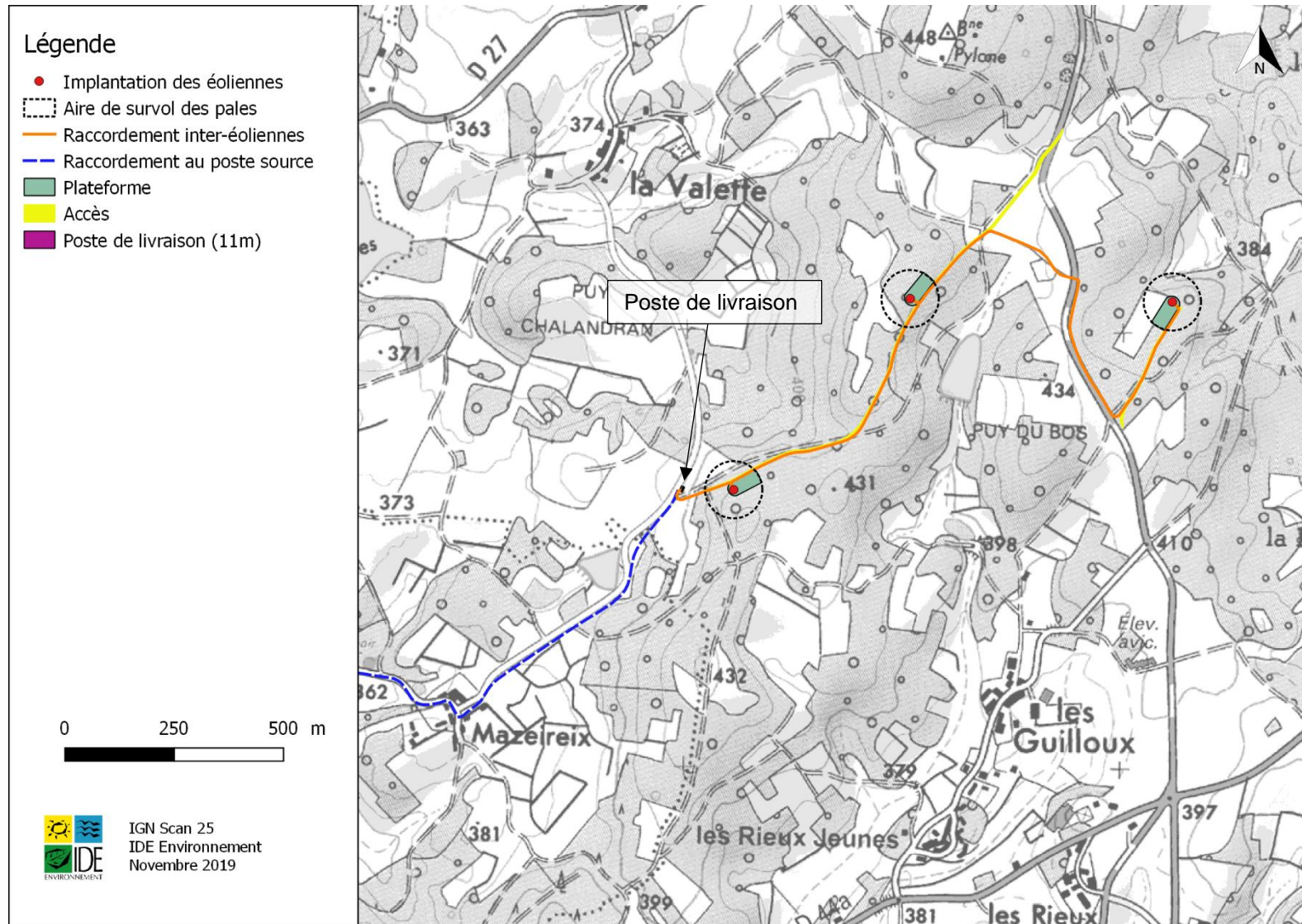


Figure 11 : Plan détaillé de l'installation

4.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

4.2.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR

4.2.1.1. GENERALITES

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 30 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne 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. 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 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite «nominale».

Pour un aérogénérateur de 2 MW par exemple, la production électrique atteint 2 000 kWh dès que le vent atteint environ 30 km/h pendant une heure. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h pendant un temps donné (paramètres variables selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

4.2.1.2. FONCTIONNEMENT DES EOLIENNES

Une éolienne transforme l'énergie du vent en énergie électrique. Cette transformation se fait en plusieurs étapes principalement par le couple rotor/nacelle.

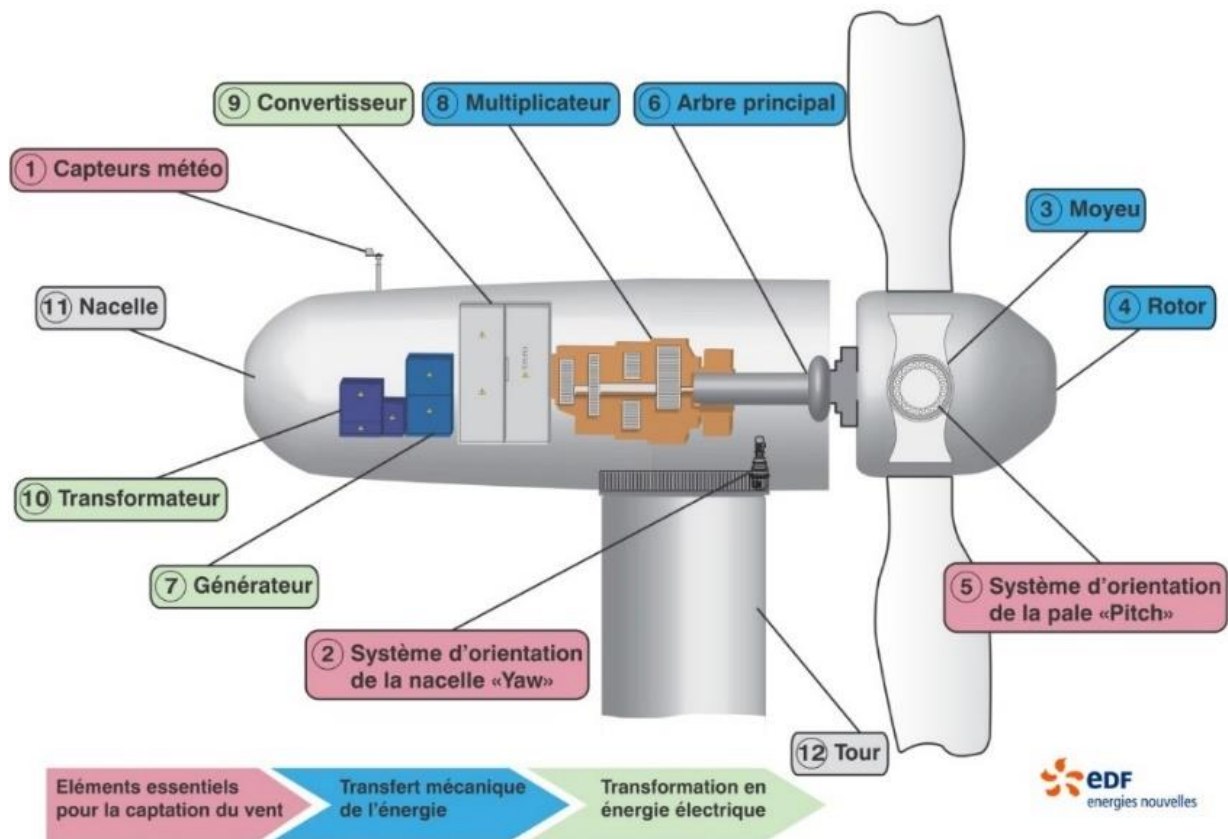


Figure 12 : Schéma descriptif du couple rotor/nacelle (Source : EDF Renouvelables France)

La transformation de l'énergie éolienne par les pales :

Quand le vent se lève, le **capteur météo (1)** informé par une girouette transmet au **système d'orientation de la nacelle « Yaw » (2)**. Cet automate commande alors aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent.

Les trois **pales**, fixées au **moyeu (3)**, se mettent en mouvement par la seule force du vent. Les pales fonctionnent sur le principe d'une aile d'avion : la différence de pression entre les deux faces de la pale crée une force aérodynamique, mettant en mouvement le **rotor (4)** par la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique.

Les pales sont orientables. L'angle des pales est contrôlé par le **pitch (5)**¹ de l'éolienne de manière à réguler la vitesse de rotation et le couple (mouvement mécanique) transmis à l'**arbre principal (6)**.

L'accélération du mouvement de rotation grâce au multiplicateur :

Les pales tournent à une vitesse relativement lente, de l'ordre de 5 à 15 tours par minute. Le générateur électrique transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. Mais la plupart des **générateurs (7)** ont besoin de tourner à très grande vitesse (de 1 000 à 2 000 tours par minute) pour produire de l'électricité.

C'est pourquoi, le mouvement lent du rotor est accéléré par un **multiplicateur (8)** (situé entre le rotor et le générateur).

¹ Pitch (automate) = système d'orientation de la pale.

Plus précisément, le rotor transmet l'énergie du vent au multiplicateur via un arbre lent (5 à 15 tours par minute). Le multiplicateur va ensuite entraîner un arbre rapide (de 1 000 à 2 000 tours par minute) et se coupler au générateur électrique. Un frein à disque est généralement monté directement sur l'arbre rapide.

La production d'électricité par le générateur :

L'énergie mécanique transmise par le multiplicateur est transformée en énergie électrique par le **générateur**. Il délivre alors un courant électrique alternatif à la tension de 400 à 1 000 V maximum, dont les variations sont fonction de la vitesse du vent. Ainsi, lorsque cette dernière croît, la portance s'exerçant sur le rotor s'accroît et la puissance délivrée par la génératrice augmente.

Deux types de générateurs existent :

- Les générateurs utilisés sont souvent asynchrones. Leur avantage est de supporter de légères variations de vitesse ce qui est un atout pour les éoliennes où la vitesse du vent peut évoluer rapidement notamment lors de rafales. On peut reconnaître une éolienne utilisant une génératrice asynchrone par la forme allongée de la nacelle, qui abrite la chaîne cinétique.
- La génératrice peut également être synchrone et être utilisée dans le cas d'un entraînement direct lorsque la liaison mécanique entre le moyeu de l'éolienne et la génératrice est directe, sans utiliser de multiplicateur.

Le traitement de l'électricité par le convertisseur et le transformateur :

Cette électricité ne peut pas être utilisée directement :

- Sa fréquence est aléatoire/variable en sortie du générateur ;
- Sa tension est comprise entre 400 à 1 000 V (proportionnellement à la vitesse du vent).

Le **convertisseur (9)** de fréquence va permettre de stabiliser la fréquence du courant alternatif à 50 Hz, tel que requiert l'injection de ce courant sur le réseau d'électricité public.

Le **transformateur (10)** constitue l'élément électrique qui va élever la tension issue du générateur pour permettre le raccordement au réseau de distribution. Le transformateur permettra d'élever la tension à 20 000 V ou 30 000 V.

Le convertisseur et le transformateur peuvent être dans la nacelle ou bien dans le mât.

En sortie d'éolienne, l'électricité est alors acheminée à travers un câble enterré jusqu'à un poste de livraison, pour être injectée sur le réseau électrique, puis distribuée aux consommateurs les plus proches.

Production d'électricité et régulation de la puissance du vent :

La production électrique varie selon la vitesse du vent. Concrètement une éolienne fonctionne dès lors que la vitesse du vent est suffisante pour entraîner la rotation des pales. Plus la vitesse du vent est importante, plus l'éolienne délivrera de l'électricité (jusqu'à atteindre le seuil de production maximum).

- **Lorsque le vent est inférieur à 12 km/h (3,5 m/s)**, l'éolienne est arrêtée car le vent est trop faible. Cela n'arrive que 15 à 20 % du temps selon les régions.
- **Entre 12 km/h (3,5 m/s) et 30 km/h (9 m/s)**, la totalité de l'énergie du vent récupérable est convertie en électricité, la production augmente très rapidement en fonction de la vitesse de vent².

² Formule de Betz : La puissance fournie par une éolienne est proportionnelle au carré des dimensions du rotor et au cube de la vitesse du vent.

- **Entre 30 km/h (9 m/s) et 90 km/h (25 m/s)**, l'éolienne produit à pleine puissance (puissance nominale sur le projet de Saint-Pardoux-le-Lac : 12 MW). A 30 km/h, le seuil de production maximum est atteint. Les pales se mettent à tourner sur elles-mêmes afin de réguler la production. La production reste constante et maximale jusqu'à une vitesse de vent de 90 km/h.
- **A partir de 90 km/h (25 m/s)**, l'éolienne est arrêtée progressivement pour des raisons de sécurité. Cela n'arrive que sur des sites très exposés, quelques heures par an, durant de fortes tempêtes. Lorsque le vent dépasse 90 km/h pendant plus de 100 secondes, les pales sont mises en drapeau (parallèles à la direction du vent). L'éolienne ne produit plus d'électricité. Le rotor tourne alors lentement en roue libre et la génératrice est déconnectée du réseau. Dès que la vitesse du vent redevient inférieure à 65 km/h pendant 10 minutes, l'éolienne se remet en production.

Toutes ces opérations sont totalement automatiques et gérées par ordinateur. En cas d'urgence, un frein à disque placé sur l'axe permet de placer immédiatement l'éolienne en sécurité.

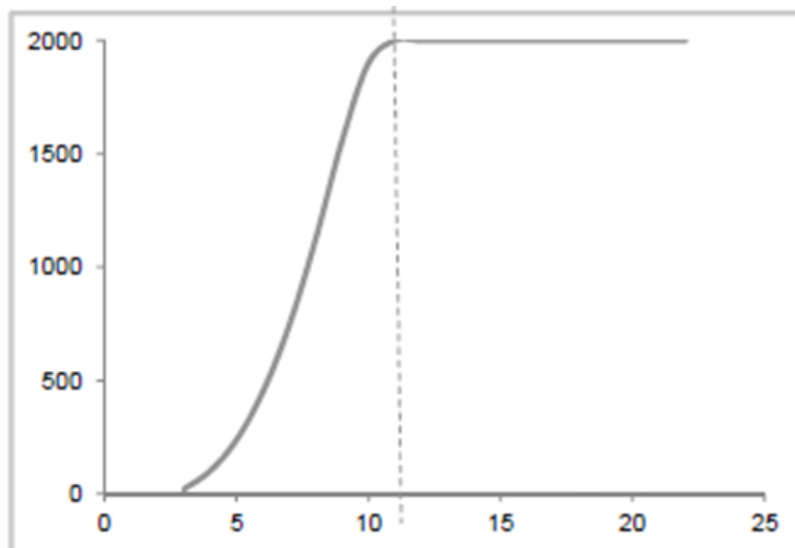


Figure 13 : Courbe de puissance d'une éolienne de 2000 kW
 (horizontal : vitesse de vent en m/s, vertical : puissance instantanée en kW)
 Source : EDF Renouvelables France

Respect des normes en vigueur :

L'éolienne répondra aux normes en vigueur notamment celles de l'arrêté du 26 août 2011 :

- Conformément à l'article 8, les éoliennes du projet répondront aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2005 (ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union Européenne). L'électricité est évacuée de l'éolienne puis elle est délivrée directement sur le réseau électrique. L'électricité n'est donc pas stockée, comme pour tout moyen de production électrique (hors sites isolés).
- Conformément à l'article 9, l'installation sera mise à la terre. Les éoliennes respecteront les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010).
- Conformément à l'article 10, les installations électriques à l'intérieur des aérogénérateurs respecteront les dispositions de la directive du 17 mai 2006 qui leur sont applicables. Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur seront conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).

Refroidissement et lubrification :

Refroidissement :

Le refroidissement des composants principaux de la nacelle (multiplicateur, groupe hydraulique, convertisseur, générateur) peut se faire par un système de refroidissement à air ou un système de refroidissement à eau.

De même, tous les autres systèmes de production de chaleur sont équipés de ventilateurs ou de refroidisseurs mais ils sont considérés comme des contributeurs mineurs à la thermodynamique de la nacelle.

Lubrification :

La présence de nombreux éléments mécaniques dans la nacelle implique un graissage au démarrage et en exploitation afin de réduire les différents frottements et l'usure entre deux pièces en contact et, en mouvement l'une par rapport à l'autre.

Les éléments chimiques et les lubrifiants utilisés dans les éoliennes sont notamment :

- Le liquide de refroidissement (eau glycolée) ;
- Les huiles de lubrification pour la boîte de vitesse ;
- Les huiles pour certains transformateurs ;
- Les huiles pour le système hydraulique du système de régulation ;
- Les graisses pour la lubrification des roulements ;
- Les divers agents nettoyants et produits chimiques pour la maintenance de l'éolienne.

Couleur et balisage des éoliennes :

Du fait de leur hauteur, les éoliennes peuvent constituer des obstacles à la navigation aérienne. Elles doivent donc être visibles et respecter les spécifications de la DGAC (Direction Générale de l'Aviation Civile), fixées par l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes et en vigueur depuis le 1er février 2019 :

- **Couleur** : La couleur des éoliennes est limitée au domaine **blanc** dont les quantités calorimétriques répondent à l'arrêté du 23 avril 2018 (facteur de luminance supérieur ou égal à 0,4). Cette couleur est appliquée uniformément sur l'ensemble des éléments constituant l'éolienne.
- **Balisage** : Conformément à l'arrêté de 23 avril 2018, tous les aérogénérateurs doivent être équipés :
 - o d'un balisage **diurne** : feux d'obstacle de moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 candelas) ;
 - o d'un balisage **nocturne** : feux d'obstacle de moyenne intensité de type B (feux à éclats rouges de 2 000 cd).

Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et doivent assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

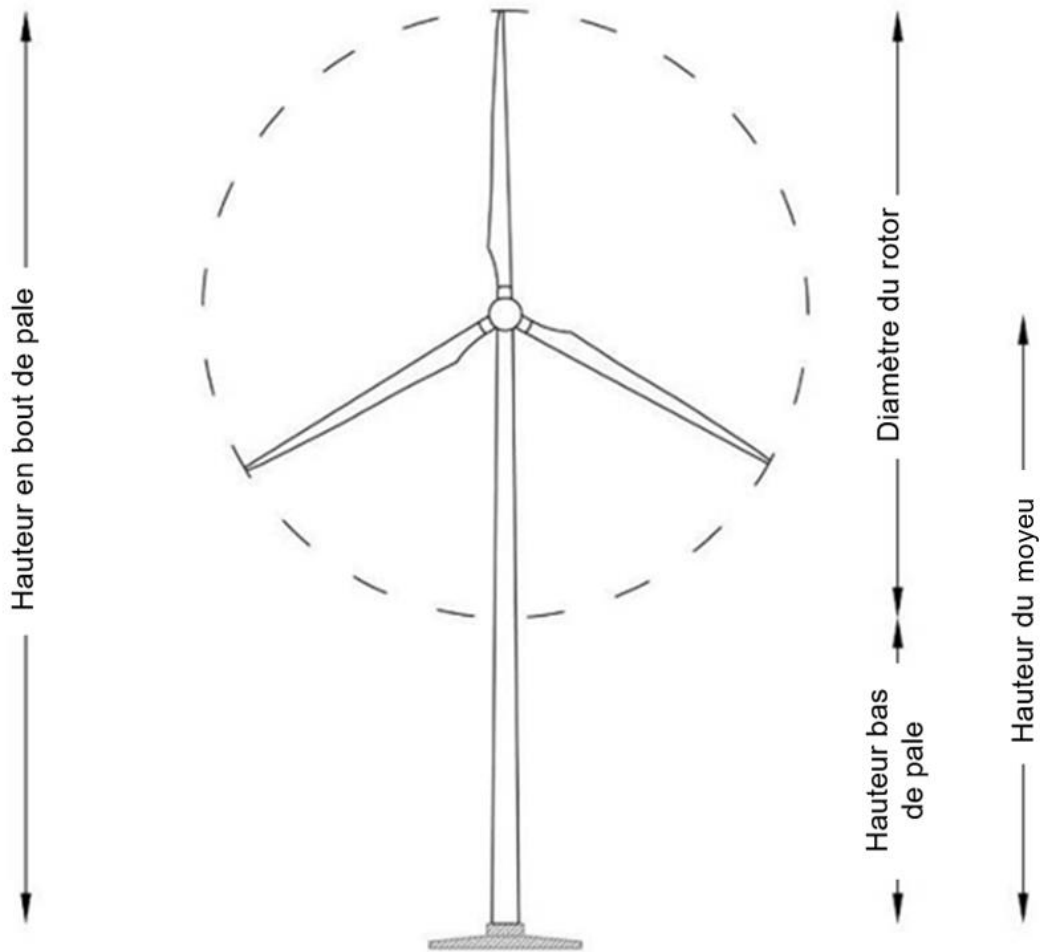
De plus, dans le cas d'une éolienne terrestre de hauteur totale supérieure à 150 mètres, le balisage par feux de moyenne intensité décrit ci-dessus est complété par des feux d'obstacles de basse intensité de type B (rouges, fixes, 32 cd) installés sur le fût, opérationnels de jour comme de nuit. Un ou plusieurs niveaux intermédiaires sont requis en fonction de la hauteur totale de l'éolienne conformément au tableau ci-après. Un nombre suffisant de feux est installé à chaque niveau de manière à assurer la visibilité du fût dans tous les azimuts (360°).

Tableau 13 : Niveaux intermédiaires en fonction de la hauteur totale de l'éolienne (source : arrêté du 23 avril 2018)

Hauteur totale de l'éolienne	Nombre de niveaux	Hauteurs (*) d'installation des feux basse intensité de type B
$150 < h \leq 200$ m	1	45 m
$200 < h \leq 250$ m	2	45 et 90 m
$250 < h \leq 300$ m	3	45, 90 et 135 m
$150 + (n-1) \times 50 < h \leq 150 + n \times 50$ m	n	Tous les 45m jusqu'à $n \times 45$ m

Les feux de balisage font l'objet d'un certificat de conformité, délivré par le Service Technique de l'Aviation Civile (STAC) de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC), en fonction des spécifications techniques correspondantes. Le STAC se chargera de les synchroniser.

4.2.1.3. TABLEAU DE SYNTHÈSE



Principe de dimensionnement d'une fondation

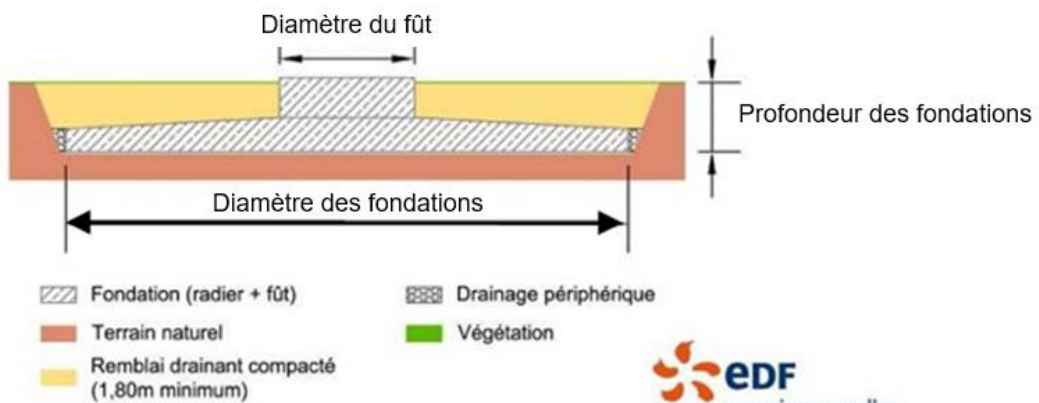


Figure 14 : Principe de dimensionnement de l'éolienne (Source : EDF Renouvelables France)

Tableau 14 : Composition d'une éolienne (Source : EDF Renouvelables France)

Elément	Composition	Matériaux usuels	Dimensions	Equipements internes
Rotor	3 pales	Fibre de verre renforcée et fibre de carbone	Poids une pale ~ 15 t Longueur une pale ~ 60 m	Système de captage de la foudre
	1 moyeu	Acier	Poids = ~ 20 t	Système de commande (processeurs)
Nacelle	Enveloppe de la nacelle	Fibre de verre	Poids ~ 60 à 80 t Dimensions : variable selon le design	Arbre de transmission Génératrice Multiplicateur Transformateur Convertisseur Onduleur Système de commande (processeurs) Armoire de commande (dont système auxiliaires : moteurs, pompes, ventilateurs, appareils de chauffage) Câbles haute-tension Capteurs de vent
	Châssis	Structure métallique		
Mât	3-6 tours tubulaires creuses	Acier	Poids un tube ~ 30 à 60 t Longueur un tube ~ 30 m Diamètre au sol ~ 6 m	Câbles électriques et fibres optiques Echelle/ascenseur/monte-charge Système de commande (processeurs) Panneaux de contrôle de l'automatisme Parfois des éléments électriques de puissance (transformateurs ou convertisseurs) pour alléger la nacelle Câbles haute-tension
Fondation	Massif en forme circulaire	Béton armé Ferrailles	Poids ~ 1 000 t Diamètre ~ 25 m Profondeur ~ 3-6 m	/

4.2.2. SECURITE DE L'INSTALLATION

Chaque éolienne est équipée d'un **processeur** collectant et analysant en temps réel les informations de fonctionnement des éoliennes et celles remontées par les **capteurs externes** (température, vitesse de vent, etc.). Celui-ci donne automatiquement les ordres nécessaires pour adapter le fonctionnement des machines. Le parc éolien, comprenant de nombreux automates, est raccordé à un centre d'exploitation à distance. Le suivi de l'installation est donc permanent (24h/24), notamment sa productivité, les éventuels dysfonctionnements...

Le fonctionnement automatisé du parc éolien permet :

- **D'optimiser la production du parc** : placer le nez des éoliennes face au vent, mise en place du système en cas de givre (pales chauffantes), etc.,
- **D'assurer la sécurité de l'installation** : transmission des informations sur le fonctionnement de chaque éolienne au centre de supervision de l'exploitant, arrêt automatique des éoliennes au-delà d'un seuil de vent fort, notamment lors de rafales, etc.,
- D'ajuster le fonctionnement de l'éolienne en fonction des systèmes d'asservissement liés aux obligations réglementaires et/ou environnementaux (acoustique, chiroptères, etc.). Ces obligations sont définies au cas par cas en fonction des caractéristiques intrinsèques du site et de l'installation envisagée.

4.2.2.1. COMMUNICATION ET INTERVENTIONS NON PROGRAMMEES

L'ensemble du parc éolien est en communication avec un serveur situé au poste de livraison du parc, lui-même en communication constante avec l'exploitant et le turbinier. Ceci permet à l'exploitant de recevoir les messages d'alarme, de superviser, voire d'intervenir à distance sur les éoliennes. Une astreinte 24h sur 24, 7 jours sur 7, 365 jours par an, est organisée au centre de gestion de l'exploitant pour recevoir et traiter ces alarmes.

Lorsqu'une information ne correspond pas à un fonctionnement « normal » de l'éolienne, celle-ci s'arrête et se met en sécurité. Une alarme est envoyée au centre de supervision à distance qui analyse les données et porte un diagnostic :

- Pour les alarmes mineures (n'induisant pas de risques pour la sécurité de l'éolienne, des personnes et de l'environnement), le centre de supervision est en mesure d'intervenir et de redémarrer l'éolienne à distance ;
- Dans le cas contraire, ou lorsque le diagnostic conclut qu'un composant doit être remplacé, une équipe technique présente à proximité est envoyée sur site.

Le schéma suivant présente le système de communication entre les éoliennes et le centre de supervision de l'exploitant.

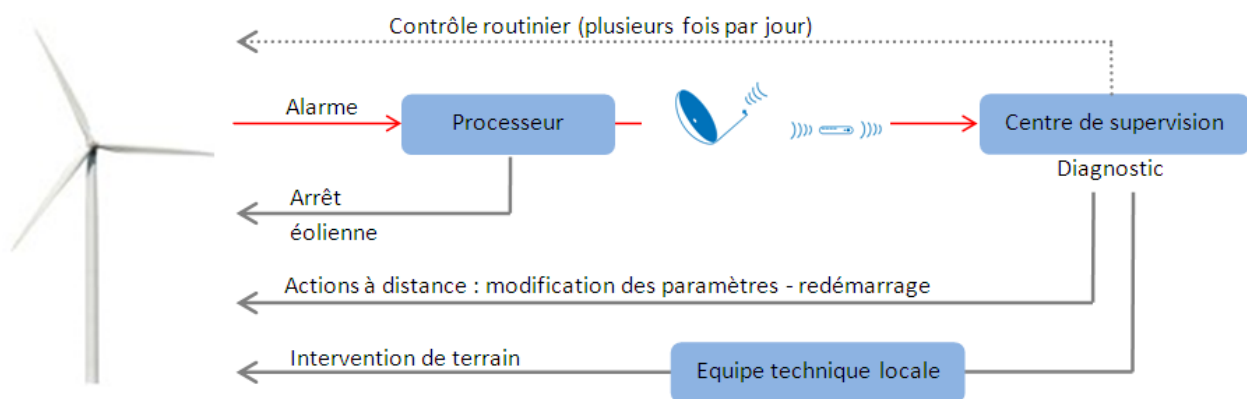


Figure 15 : Communication - Système de supervision et d'intervention

Les alarmes majeures associées à un arrêt automatique sans redémarrage à distance possible, correspondent à des situations de risque potentiel pour l'environnement, tel que présence de givre, fumées dans la nacelle, etc.

4.2.2.2. DISPOSITIFS DE CONTROLE

Les éoliennes sont équipées du dispositif de contrôle qui assure le bon fonctionnement et l'intégrité des différents systèmes internes.

Le système de contrôle est constitué de quatre processeurs principaux interconnectés :

- le contrôleur principal qui supervise l'ensemble des processeurs subordonnés ;
- un contrôleur spécifique qui régule principalement la production de la génératrice ;
- un contrôleur de production, qui régule principalement la production électrique délivrée sur le réseau public ;
- et le processeur situé dans le rotor qui ajuste et supervise principalement l'angle des pales.

En parallèle à ces systèmes de conduite et de contrôle, les machines sont équipées de dispositifs de sécurité afin de détecter tout début de dysfonctionnement et de limiter les risques liés à ceux-ci. L'objectif est de pouvoir stopper le fonctionnement de l'éolienne en toute sécurité, même en cas de défaillance du système contrôle commande.

A titre d'exemple, les niveaux de pression et les niveaux de batterie sont très régulièrement testé par un automate, à la moindre anomalie, la machine se met à l'arrêt. Cette mise à l'arrêt est également systématique au moindre problème de communication entre le centre de maintenance et la supervision in-situ des machines.

1. Régulation de la vitesse

L'objectif d'une éolienne est la production d'électricité à destination du réseau public tout en limitant les perturbations de celui-ci. Ceci passe par une qualité de courant la plus constante possible, malgré les variations de vitesse du vent.

En utilisant les différentes données mesurées par les capteurs (vitesse de vent, angle des pales, vitesses de rotation de l'arbre lent et de l'arbre rapide) le contrôleur principal supervise la production des éoliennes et s'assure que les conditions de fonctionnement sont optimales, avec notamment :

- une vérification constante de la chaîne de sécurité et des différents capteurs ;
- une limitation des charges admissibles en accordance avec l'éolienne ;
- une limitation du niveau sonore ;
- une production maximale de qualité.

Sous des vitesses de vents réduits, les éoliennes n'atteignent pas leur production nominale. Dans ce cas, le système assure une production partielle. Si la vitesse de vent atteint la valeur nominale de productivité de l'éolienne, la production est constante jusqu'à ce que la limite haute de vent soit atteinte.

Les éoliennes sont équipées de deux capteurs de vent, mais un seul est activé (raccordé au système de contrôle). En cas de défaillance du premier capteur, le deuxième capteur peut être raccordé, mais ceci nécessite une intervention humaine.

2. Régulation de la puissance

Les systèmes de conversion assurent la régulation du fonctionnement du générateur et du courant délivré au réseau. Ils déclenchent le couplage de l'éolienne au réseau à l'atteinte d'une certaine vitesse minimale de rotation de la génératrice et provoquent l'arrêt de celle-ci sur vitesse trop élevée. La mesure de la vitesse de rotation de l'éolienne est assurée par des capteurs de rotation disposés d'une part sur l'arbre lent et, d'autre part, sur l'arbre rapide.

Ces systèmes assurent également la régulation en tension et fréquence du courant délivré au réseau.

4.2.2.3. MOYENS DE DETECTION

1. Détection des survitesses

Les régimes de survitesses sont susceptibles de porter atteinte à l'intégrité de la machine.

Il est ainsi essentiel de pouvoir arrêter l'éolienne en cas de survitesse liée aux conditions atmosphériques, à la déconnexion du réseau électrique ou en cas de détection d'une anomalie (surchauffe ou défaillance d'un composant).

Les éoliennes implantées sur les sites développées et exploitées par EDF Renouvelables sont systématiquement équipées de système de détection des régimes de survitesse. Des systèmes de coupure s'enclenchent en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis et permettent de mettre en drapeau les pales de la machine (freins aérodynamiques). Le freinage est effectué en tournant ensemble les 3 pales d'un angle de 85 à 90°, afin de positionner celles-ci en position où elles offrent peu de prise au vent.

Les vitesses de rotation du générateur et de l'arbre lent sont mesurées et analysées en permanence par le système de contrôle. Cette mesure redondante permet de limiter les défaillances liées à un seul capteur. En cas de discordance des mesures, l'éolienne est mise à l'arrêt. Les parties en rotation sont donc protégées contre les erreurs de mesure de vitesse de rotation.

En cas de défaillance du système de contrôle, un système indépendant permet également d'arrêter le rotor, par mise en drapeau des pales (rotation à 90°). Il s'agit d'un système à sécurité positive auto-surveillé. Le système de mesure de la vitesse de rotation de l'arbre lent est indépendant du système de mesure utilisé pour la conduite.

Il est à noter que chaque pale est autonome lors de leur mise en drapeau et qu'une fois mise en drapeau, le régime de survitesse devient bien entendu impossible. Des systèmes de contrôle redondants sont placés sur chaque pale permettant un contrôle de positionnement à au moins à 2 endroits.

Le système d'alimentation de la mise en drapeau est également doublé en cas d'indisponibilité de l'un ou de l'autre :

- d'un système hydraulique fonctionnant grâce à un accumulateur positionné dans chaque pale ;
- d'un système électrique fonctionnant grâce à des batteries autonomes présentes dans chacune des pales.

D'autre part, en cas d'arrêt par survitesse, l'éolienne ne peut être redémarrée à distance. Il est nécessaire de venir acquitter localement le défaut et d'effectuer un contrôle de la machine avant de relancer l'éolienne.

Enfin, en termes de cinétique, l'effectivité de l'arrêt d'une machine va dépendre de la vitesse du vent. Selon les données constructeur, ce temps d'arrêt ne peut dépasser 10 minutes.

2. Détection des vents forts

Des vitesses de rotation élevées du rotor peuvent conduire à :

- des dégâts sur le multiplicateur et la génératrice avec des risques d'échauffement pouvant conduire à un incendie,
- des contraintes fortes sur les pales pouvant conduire à des ruptures entières ou totales de celles-ci.

Comme dans le paragraphe précédent, la mise en drapeau des pales de l'éolienne permet le freinage aérodynamique de la machine. Cette mise en drapeau est décidée suite aux informations issues de capteurs de vitesse de la chaîne cinématique.

3. Détection de givre

La formation de glace ou de givre sur les pales peut conduire à des effets de projections sur des tiers.

Un système de détection de givre sera prévu sur les machines. En cas de détection, la mise en route de la machine sera stoppée. Une procédure adéquate de démarrage sera mise en place. Selon les possibilités offertes par les machines retenues, le redémarrage pourra se faire automatiquement (à distance) ou suite à une visite des équipes de maintenance de la machine.

4. Détection incendie

Des capteurs de température sont présents au sein de la nacelle afin de permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine.

La machine est mise à l'arrêt, une télésurveillance est activée et, si besoin, les pompiers peuvent être amenés à se rendre sur site. En cas d'incendie de la nacelle, compte tenu des difficultés pour intervenir à cette hauteur par rapport au sol, leur rôle sera principalement de protéger les avoisinants.

4.2.2.4. PREVENTION DU RISQUE Foudre

Le système de protection contre la foudre est mis à la terre afin de protéger les éléments de l'aérogénérateur. Celui-ci est conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400.

De plus, les pales sont équipées de pastilles métalliques en acier inoxydable (ou en cuivre), reliées entre elles par une tresse en cuivre, interne à la pale. Un dispositif métallique flexible assure la continuité électrique entre la pale et le châssis métallique de la nacelle (système de contact glissant).

Ce châssis est relié électriquement à la tour, elle-même reliée au réseau de terre disposé en fond de fouille. En cas de coup de foudre sur une pale, le courant de foudre est ainsi évacué vers la terre via la fondation et des prises profondes.

4.2.2.5. AUTRES SYSTEMES DE SECURITE

Les systèmes de sécurité sont multiples. En plus des moyens de détection listés dans les paragraphes ci-après, les dispositifs de sécurité principaux sont les suivants :

- Les **dispositifs de freinage de l'éolienne**. Le frein principal de l'éolienne est un frein aérodynamique à commande hydraulique. Il stoppe le rotor par action sur l'orientation des pales (orientation de 85 à 90° par rapport à la direction du vent).
- Les **dispositifs d'arrêt d'urgence**. Différents arrêts d'urgence sont disposés au sein de la machine (tour et nacelle). Ils sont actionnables à distance (pilotage des machines à distance) mais également sur site, par le personnel amené à intervenir sur les machines.
- **Surveillance des dysfonctionnements électriques**. Des détecteurs d'arcs sont mis en place en plus des protections traditionnelles contre les surintensités et les surtensions.
- **Balisage aviation**. Afin que les éoliennes soient repérables par les avions, un système de balisage lumineux clignotant bicolore est mis en place, conformément à l'arrêté du 23 avril 2018. Celui-ci est également 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.

4.2.3. OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Des cycles de maintenance préventive sont mis en place à un rythme défini en fonction de l'entrée en exploitation du parc éolien.

La maintenance sera conforme aux termes de l'Arrêté du 26 Août 2011³ spécifiant que « trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât.

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité. Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. L'exploitant tient à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées. ».

Maintenance 3 mois : Une première opération de maintenance a lieu dans les trois mois qui suivent la mise en exploitation. Cette période correspond en effet à une période de « rodage », où des pièces ayant éventuellement un défaut de fabrication pourraient montrer des défaillances.

Maintenance périodique biannuelle : Le retour d'expérience des nombreuses éoliennes mises en service à travers le monde, l'analyse fonctionnelle des parcs éoliens et l'analyse des diverses défaillances ont permis de définir des plans de maintenance permettant d'optimiser la production électrique des éoliennes en minimisant les arrêts de production.

Des cycles de maintenance ont lieu tous les 6 mois. Ces maintenances permettent de contrôler les éléments suivants :

- Inspection générale (inspection visuelle, détection de bruits de fonctionnement anormaux...);
- Contrôle des systèmes d'orientation des pales (position, lubrification, état des roulements, du système de parafoudre, infiltration d'eau, etc.);
- Contrôle/test des principaux éléments mécaniques, des capteurs, des connections électriques;
- Contrôle des systèmes de freinage;
- Contrôle des anémomètres et de la girouette;
- Contrôle du balisage;
- Contrôle des systèmes de sécurité (boutons d'arrêt d'urgence, extincteurs, kit de premiers secours, système d'évacuation de la nacelle, etc.).

Le parc éolien fera également l'objet de contrôles spécifiques supplémentaires :

- Contrôle des huiles des parties mécaniques (tous les ans);
- Contrôle du serrage de l'ensemble des boulons d'assemblage, par échantillonnage (tous les 3 ans);
- Analyse vibratoire des machines tournantes.

La maintenance préventive des éoliennes a pour but premier de réduire les coûts d'interventions et d'immobilisation des éoliennes. En effet, grâce à l'optimisation et à la programmation des arrêts destinés à la maintenance, les pièces d'usures sont analysées (et éventuellement remplacées) avant que ne survienne une panne. Les arrêts de production d'énergie éolienne sont anticipés pour réduire leur durée et leurs coûts.

³ Les articles 17, 18 et 19 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 et déclaration au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

4.2.4. CONDITIONS D'EXPLOITATION DU PARC EOLIEN

4.2.4.1. ORGANISATION GENERALE DE LA SECURITE

En l'absence de personnel présent en permanence sur le site, le parc éolien sera relié au centre européen d'exploitation et de maintenance d'EDF Renouvelables de Colombiers (Hérault) et son antenne régionale de Salles-Curan (Aveyron) ou autre, afin de permettre le diagnostic et l'analyse de performance des machines en permanence. Ce dispositif assure la transmission des alertes en temps réel en cas de panne ou de dysfonctionnement.

Si besoin est, les dispositifs d'arrêts d'urgence sont actionnés dans un délai très court (largement inférieur au délai de 60 min demandé dans l'article 24 de l'arrêté du 26 août 2011).

Selon la nature du dysfonctionnement, les éoliennes sont susceptibles d'être relancées à distance si les paramètres requis sont validés. C'est en général le cas lors de l'arrêt des éoliennes par des systèmes normaux de commande (vents faibles, vents forts, ..).

Certaines alertes nécessitent néanmoins l'intervention de personnel (alarme incendie, pression d'huile ...) sur site afin d'effectuer des vérifications. Suite à celles-ci, la machine est remise en route, éventuellement à la suite d'opérations de maintenance.

4.2.4.2. FORMATION DU PERSONNEL

Il n'y a pas de personnel présent en permanence sur le site. Le seul personnel intervenant est celui constituant les équipes de montage et maintenance.

L'ensemble de ce personnel est formé aux risques inhérents à leur activité et détient un niveau de compétence propre à la réalisation des tâches que lui incombent.

La formation du personnel porte notamment sur :

- la présentation générale d'une éolienne et les risques associés à son fonctionnement ;
- les règles de sécurité à respecter sous forme de procédures : consignes de sécurité pour les opérateurs et techniciens ; instruction lorsque la machine entre en mode dégradé.

Les opérations réalisées tant dans le cadre du montage, de la mise en service que des opérations de maintenance périodique, sont effectuées suivant des 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. CONSIGNES ET PROCEDURES

1. Consignes de sécurité pour le personnel de maintenance

Les consignes de sécurité à observer par le personnel intervenant sur les machines sont regroupées dans des manuels qui détaillent l'ensemble des consignes destinées à préserver la santé et la sécurité au travail.

Des consignes de sécurité comportent notamment les éléments suivants :

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

2. Procédures d'exploitation

Un ensemble de procédures d'exploitation est mis en place par l'exploitant. Ces procédures se conforment notamment aux obligations de l'arrêté du 26 août 2011.

4.2.4.4. ACCES AU SITE

Le parc éolien n'est pas clôturé dans son ensemble afin de laisser libre champ aux utilisateurs du site et à la faune.

Néanmoins, l'accès au poste de transformation et à chaque éolienne est verrouillé. L'interdiction d'accès pour toute personne non autorisée est stipulée par affichage sur les portes de ces installations.

D'autre part, les prescriptions à observer par les tiers seront affichées en caractères lisibles, sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison :

- les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ;
- la mise en garde face aux risques d'électrocution ;
- la mise en garde, face au risque de chute de glace.

4.2.4.5. CAS PARTICULIER DES ESSAIS

Comme le stipule l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011, avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements de sécurité.

Ces essais en situation réelle comprendront notamment :

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

Puis, comme il l'est précisé dans la partie « 4.2.3 », dans l'année suivant la mise en service, l'exploitant réalisera 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 (ou simulation de survitesse).

Ces opérations feront l'objet d'enregistrements.

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 parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze.

En règle générale, les aérogénérateurs nécessitent très peu de substances liquides dangereuses pour leur fonctionnement, seules des huiles hydrauliques sont parfois nécessaires. Lorsque c'est le cas, la nacelle est équipée de rétention sur les zones accueillant les circuits d'huiles (multiplicateur, groupe hydraulique).

4.3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

4.3.1. RACCORDEMENT ELECTRIQUE

Le raccordement électrique comprend :

- Le raccordement électrique interne au parc éolien jusqu'au(x) poste(s) de livraison ;
- Le(s) poste(s) de livraison ;
- Le raccordement électrique externe au parc éolien.

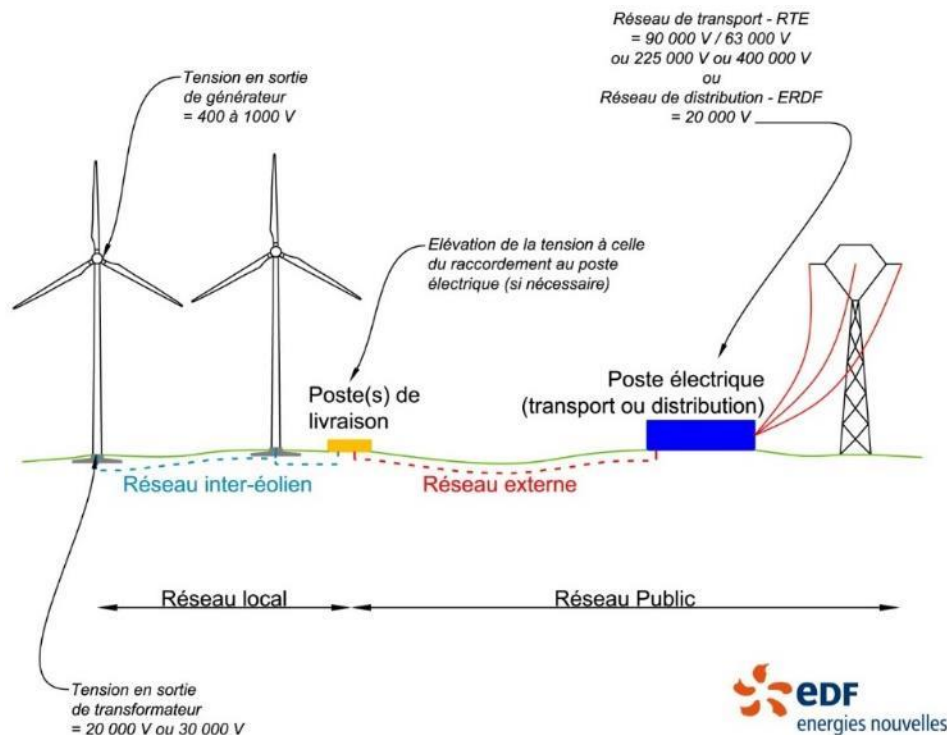


Figure 16 : Principe du raccordement électrique d'une installation éolienne - Source : EDF Renouvelables France

4.3.1.1. RESEAU INTER-EOLIEN

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

Cas de l'installation de Saint-Pardoux-le-Lac

Le réseau inter-éolien est constitué de 3 câbles torsadés d'une tension de 20 000 V (ou 30 000 V). Ils sont systématiquement enterrés à 0,80 m au moins de profondeur (selon les prescriptions du gestionnaire local (RTE/ERDF)).

Les réseaux internes sont préférentiellement réalisés au droit ou en accotement des chemins d'accès. Afin d'optimiser les travaux, le réseau de fibre optique permettant la supervision et le contrôle des éoliennes à distance est inséré dans les tranchées réalisées pour les réseaux électriques internes.

4.3.1.2. POSTE DE LIVRAISON

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

La localisation exacte des emplacements des postes de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

Cas de l'installation de Saint-Pardoux-le-Lac

Un poste de livraison standard permet de raccorder une puissance de 12 MW environ au réseau électrique (jusqu'à 17 MW par dérogation). Compte tenu de la puissance maximale envisagée de 12MW sur le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, un seul poste de livraison sera implanté pour évacuer l'électricité produite. Le poste doit être accessible en voiture pour la maintenance et l'entretien. Il sera ici placé à proximité des chemins d'exploitations existants et sera donc facilement accessible.

4.3.1.3. RESEAU ELECTRIQUE EXTERNE

Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ERDF-Électricité Réseau Distribution France). Il est lui aussi entièrement enterré.

4.3.2. AUTRES RESEAUX

Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

5. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle, seront traitées 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 parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze 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 déclaration, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou le(s) poste(s) de livraison.

5.1.1. INVENTAIRE DES PRODUITS

Les substances ou produits chimiques mis en œuvre dans l'installation sont dépendants du fournisseur qui sera retenu. Quels qu'ils soient, les produits dangereux mis en œuvre dans l'installation resteront limités.

Les produits susceptibles d'être présents en phase d'exploitation seront :

- l'huile hydraulique (circuit haute pression) dont la quantité présente est de l'ordre de quelques centaines de litres,
- l'huile de lubrification du multiplicateur (également quelques centaines de litres),
- l'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), qui est parfois utilisée comme liquide de refroidissement (quelques centaines de litres),
- les graisses pour les roulements et systèmes d'entrainements,
- l'hexafluorure de soufre (SF₆), qui est le gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique. La quantité présente varie suivant le nombre de caissons composant la cellule mais ne représente en tout que quelques kilogrammes.

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).

Il est important de noter que selon le choix sur le type de machine qui sera effectué par le développeur, les produits cités ci-dessus seront présents en quantité plus ou moins significative (exemple : pas ou peu d'huiles hydrauliques dans les modèles de la marque ENERCON ou POMA). Cette étude de dangers retient comme hypothèse que l'ensemble de ces produits à risques seront présents.

5.1.2. DANGERS INTRINSEQUES DES PRODUITS

5.1.2.1. INFLAMMABILITE ET COMPORTEMENT VIS A VIS DE L'INCENDIE

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

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

Le SF6 est pour sa part ininflammable.

5.1.2.2. TOXICITE 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).

5.1.2.3. DANGEROUSITE POUR L'ENVIRONNEMENT

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

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

5.1.2.4. BILAN

En conclusion, il ressort que les produits utilisés sur un parc éolien présentent les dangers suivants :

- risque incendie du fait de la combustibilité,
- risque de pollution des eaux ou des sols en cas de déversement.

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

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze 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 ;
- Court-circuit électrique (aérogénérateur ou poste de livraison).

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Tableau 15 : Liste des potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

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

Remarque : Aucune disposition particulière n'existe sur les aérogénérateurs prévus pour le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, il n'y a donc aucun risque potentiel autre que les dangers génériques listés dans le tableau précédent.

5.3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

5.3.1. PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

Cette partie explique les choix qui ont été effectués par le porteur de projet au cours de la conception du projet pour réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Des variantes ont été étudiées afin de rechercher la variante de moindre impact.

Ces variantes sont détaillées et comparées dans le document « Etude d'impact » du présent dossier.

5.3.2. UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

Les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) ont été élaborées en application de la Directive n°2008/1/CE du 15 janvier 2008 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (dite directive IPPC) aujourd'hui abrogée et refondue dans la Directive n°2010/75/UE du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (dite directive IED).

La directive IED a pour objet la prévention et la réduction intégrées des pollutions en provenance des activités énumérées dans son annexe I. Elle prévoit les mesures visant à éviter et, lorsque cela s'avère impossible, à réduire les émissions des activités dans l'air, l'eau et le sol, y compris les mesures concernant les déchets, afin d'atteindre un niveau élevé de protection de l'environnement considéré dans son ensemble.

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

6. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

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

6.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze.

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 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. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur foncée ;
- La répartition des causes premières pour chacun des événements décrits ci-dessus. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur claire.

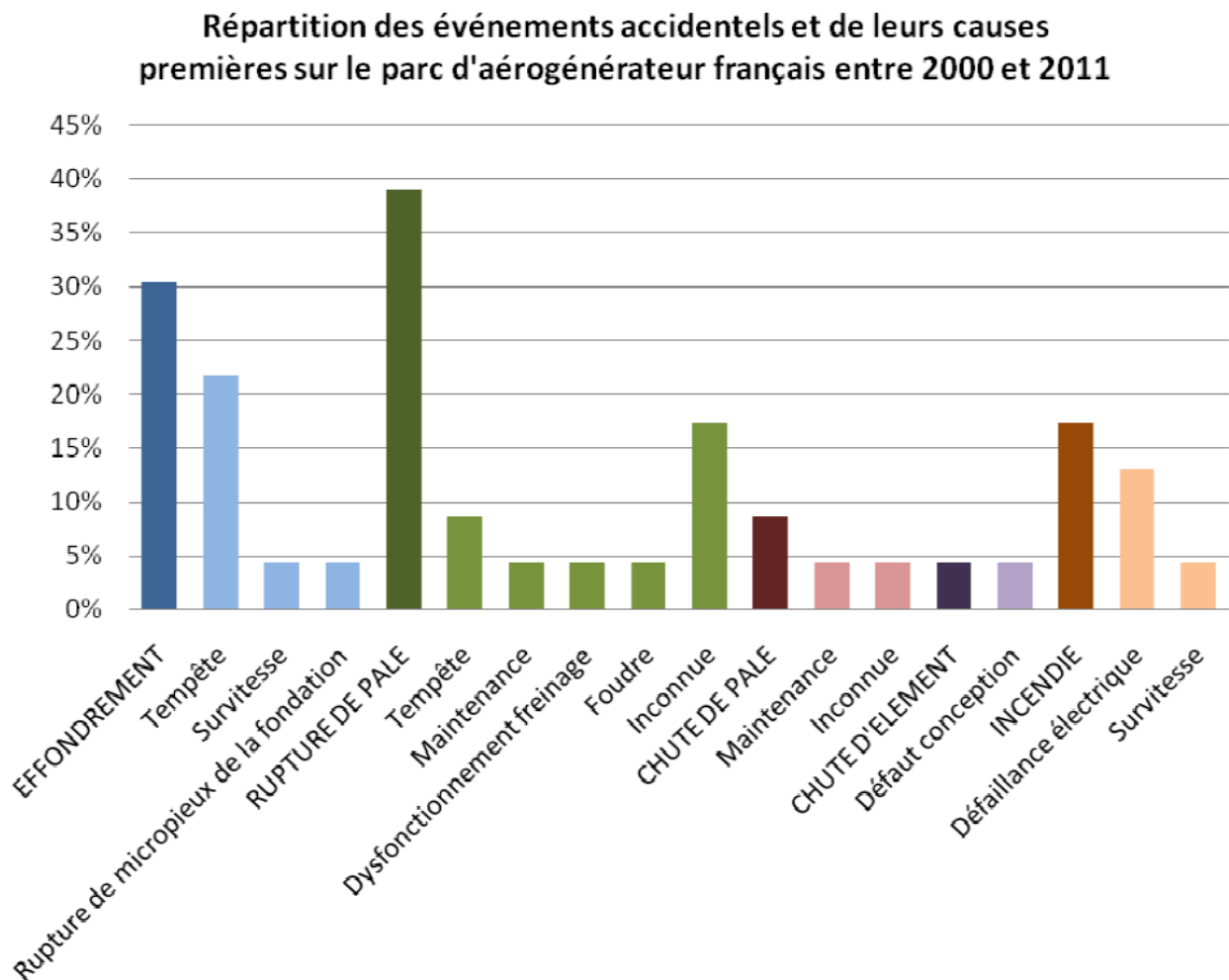


Figure 17 : Répartition des accidents sur des parcs éoliens français (Source : Guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens)

Une nouvelle recherche dans la base de données ARIA sur la base des données suivantes :

- Localisation : France entière,
- Type d'évènement : Installations Classées (Accidents / Incidents concernant une installation classée ou susceptible de l'être)
- Activité D35.11 « Production d'électricité,
- Mots-clés : éolien.

La base ARIA recense 15 nouveaux accidents survenus en France depuis le 5 janvier 2012 (lendemain du dernier incident considéré par groupe de travail de SER/FEE) (voir en annexe) :

- 10 ruptures ou chutes de pales dont les causes sont :
 - o Défaillance matérielle : 2
 - o Tempête : 1
 - o Foudre : 2
 - o Suite à un incendie sur l'éolienne : 2
 - o Défaut de conception : 1
 - o Inconnue : 2 ;
- 3 incendies, tous les 3 étant liés à une défaillance électrique, deux ont donné lieu à des ruptures de pales dont un a été entraîné une pollution des sols ;
- 1 effondrement de l'éolienne suite à des rafales de vents (> à 130 km/h) ;
- 2 pollutions des sols dont une suite à un incendie,
- 2 accidents de maintenance (non considérés dans les études de dangers).

La nouvelle répartition des accidents sur le parc éolien français est présentée ci-après :

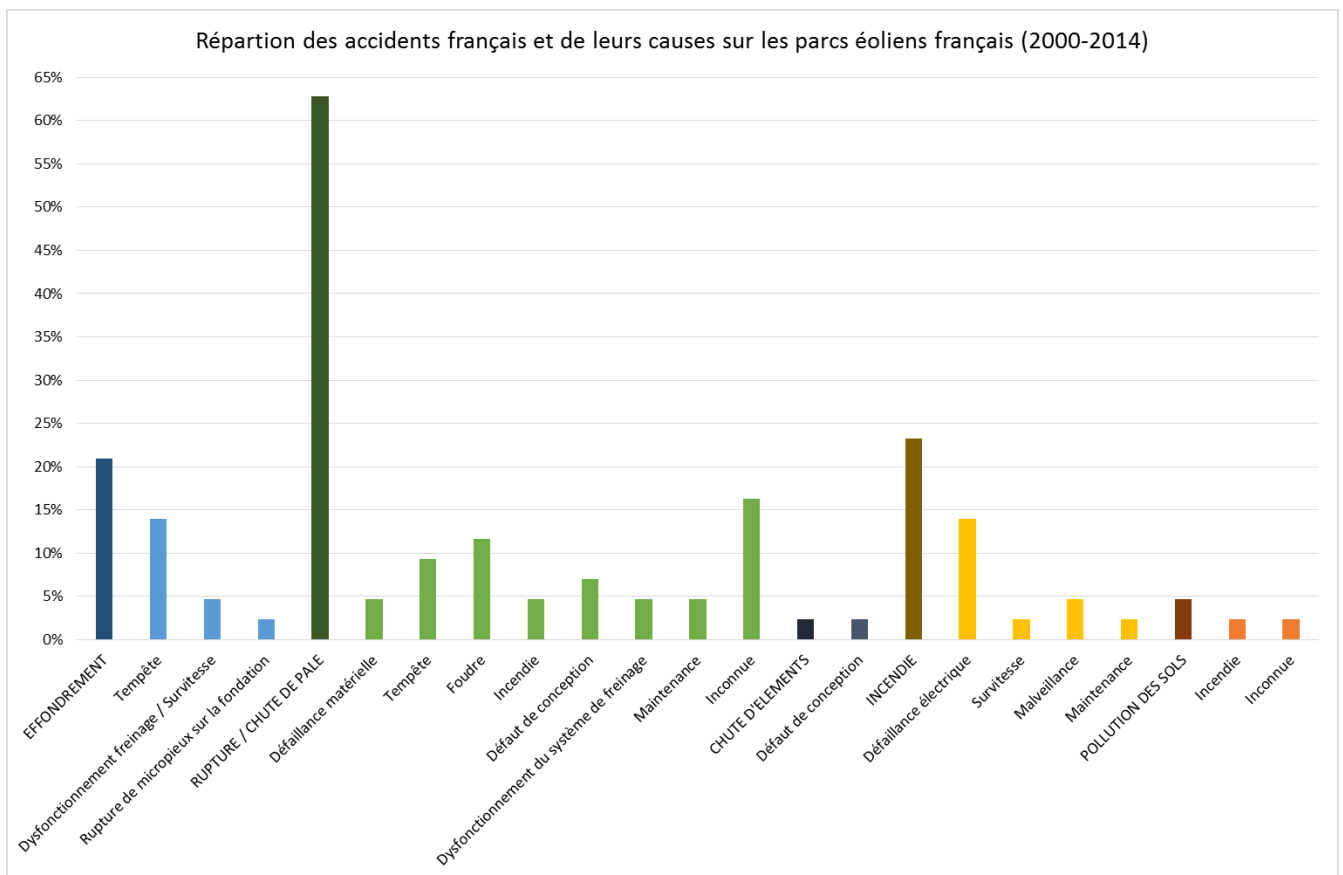


Figure 18 : Répartition des accidents sur des parcs éoliens français (2000 – 2014)

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures et chutes de pale, les effondrements, les incendies, les pollutions de sols et les chutes des autres éléments de l'éolienne.

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

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

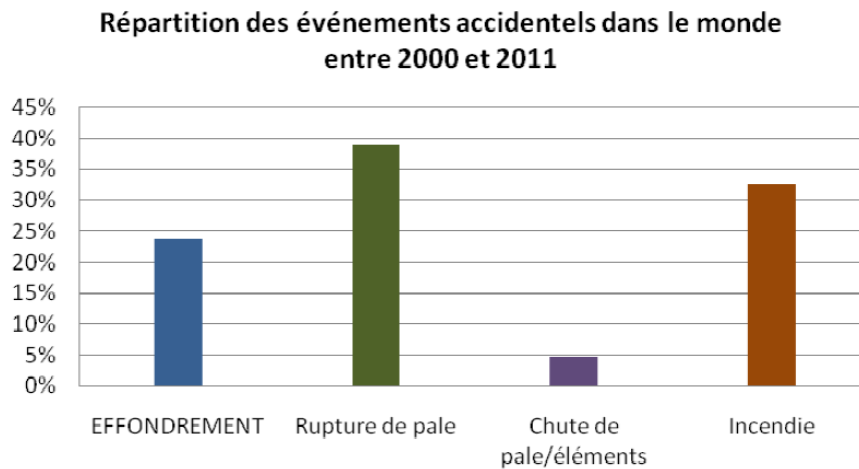


Figure 19 : Répartition des accidents sur des parcs éoliens dans le monde

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

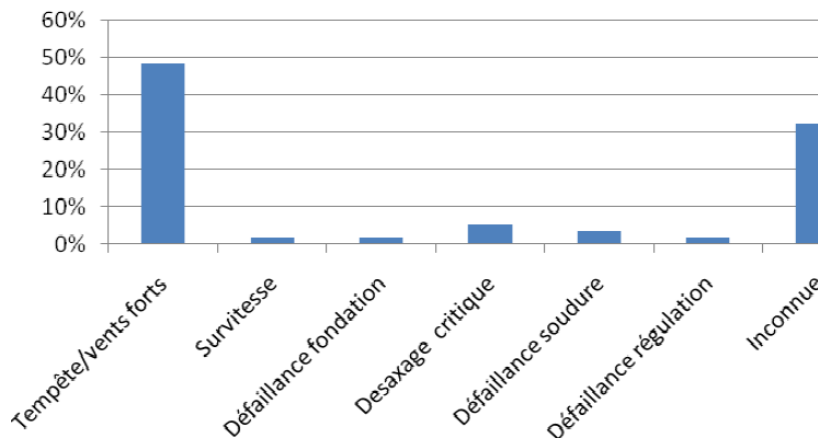


Figure 20 : Répartition des causes premières d'effondrement

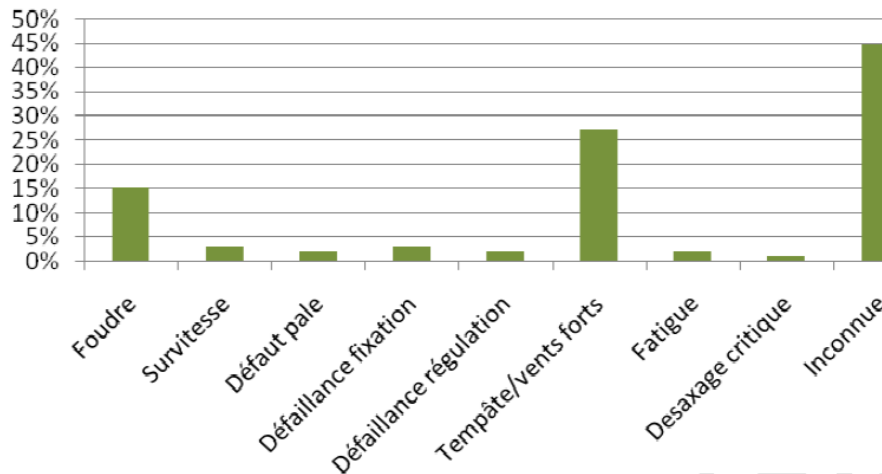


Figure 21 : Répartition des causes premières de rupture de pale

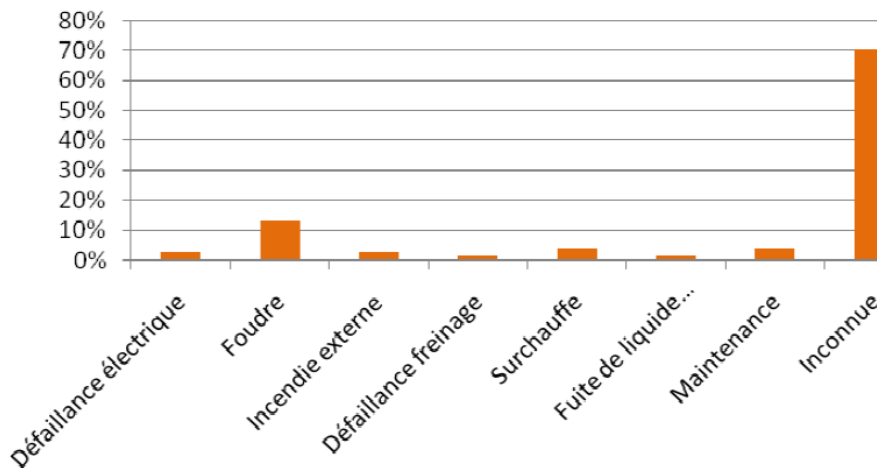


Figure 22 : Répartition des causes premières d'incendie

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. SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPÉRIENCE

6.3.1. 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.

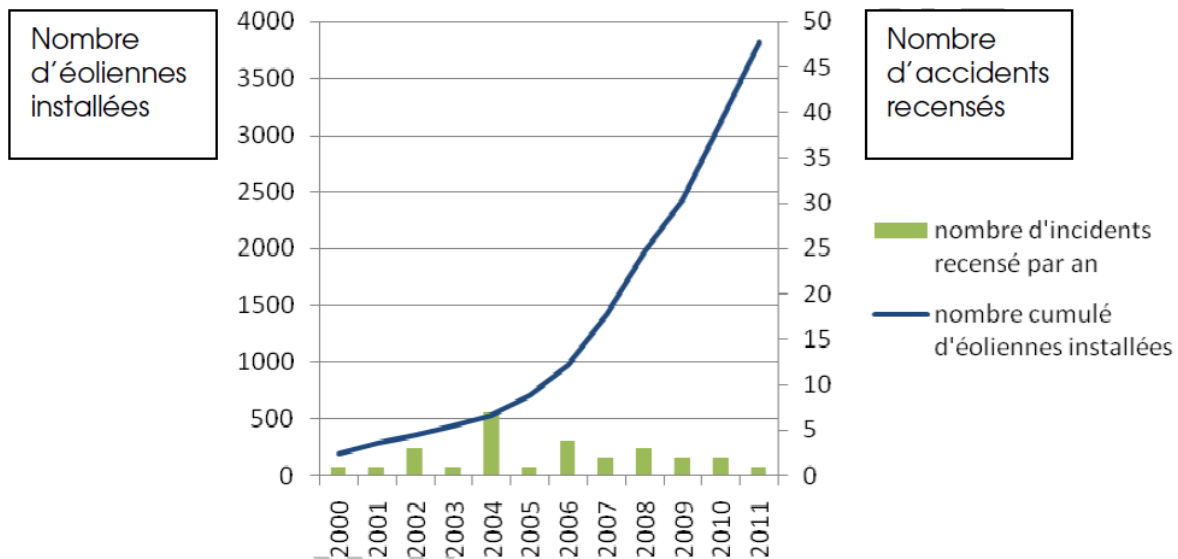


Figure 23 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

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

6.3.2. ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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.

6.4. 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 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. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

7.3.1. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

7.3.1.1. INDUSTRIES CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

1. Installations classées SEVESO

Aucune installation classée SEVESO n'est recensée dans le département. **Le risque lié aux industries SEVESO ne sera donc pas pris en compte dans l'analyse des risques.**

2. ICPE voisines

Aucun établissement soumis à autorisation au titre des ICPE n'est localisé dans un rayon de 500 m autour du site. Ainsi, aucun périmètre d'effets domino n'atteindra les éoliennes.

Le risque lié aux ICPE voisines est donc exclu de l'analyse des risques.

7.3.1.2. AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

La commune de Saint-Pardoux-le-Lac n'est pas classée dans le Dossier Départemental des Risques Majeurs comme une commune concernée par le risque rupture de barrage.

Toutefois, conformément à la circulaire du 10 mai 2010, ce type d'événements initiateurs est exclu de l'analyse des risques.

7.3.1.3. AUTRES AEROGENERATEURS

Un accident sur un aérogénérateur pouvant générer des projections d'élément, les éoliennes situées dans un rayon de 500 m sont potentiellement source de dangers pour l'aérogénérateur.

Le risque lié aux aérogénérateurs voisins sera inclus dans l'analyse des risques.

7.3.1.4. CIRCULATION EXTERIEURE AU SITE ET TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES

1. Circulation aérienne

D'après la Protection civile, les risques les plus importants de chute d'aéronefs se situent au moment du décollage et de l'atterrissage. La zone admise comme étant la plus exposée est celle qui se trouve à l'intérieur d'un rectangle délimité par :

- une distance de 3 km de part et d'autre en bout de piste,
- une distance de 1 km de part et d'autre dans le sens de la largeur de la piste.

La Direction Générale de l'Aviation Civile a estimé la probabilité de chute d'avions sur l'ensemble du territoire national à 2.10^{-6} par km^2 , et ce, quelle que soit la nature du trafic aérien.

La circulaire du 10 mai 2010 ainsi que l'arrêté du 10 mai 2000 ont établi une liste des événements externes pouvant ne pas être pris en considération dans les études de dangers. Ainsi, la circulaire du 10 mai 2010 exclut la prise en compte en tant qu'événement initiateur de la chute d'aéronef sur le site lorsque le site se trouve à plus de 2 000 mètres en tout point de la piste de décollage ou d'atterrissage.

L'aérodrome le plus proche de l'aire d'étude, se situe à plus de 20 kilomètres au Sud à Limoges.

Le risque de chutes d'avion ne sera pas pris en considération dans l'analyse des risques.

2. Circulation ferroviaire

La commune de Saint-Pardoux-le-Lac n'est pas desservie par un service ferroviaire. Ainsi aucune voie ferrée n'est présente au sein même des aires d'étude rapprochée et éloignée.

Les risques liés aux accidents ferroviaires (et donc au risque Transport Ferroviaire de Matières Dangereuses) ne seront donc pas pris en compte dans l'analyse des risques.

3. Circulation routière (externe)

Etant donné que l'éolienne 3 est située le long du domaine public, la route départementale D27a, elle est soumise au règlement départemental des voiries de la Haute-Vienne. Ce document stipule que « *une distance égale au moins à 1,5 fois la hauteur totale de l'ouvrage (pale + fût) le long du réseau départemental classé dans les Grands Axes Economiques (GAE) selon la politique routière départementale* ».

Cependant, une commission permanente du conseil départemental du 7 novembre 2017 ajoute à la mention précédente, la règle suivante : « *abaisse cette marge de recul à 1 fois la hauteur totale de l'ouvrage (pale + fût) pour le reste du réseau routier départemental* »

La hauteur totale en bout de pale des éoliennes est de 199,5 m, donc la distance réglementaire par rapport à la route départementale D27a devra être de 199,5 m.

Le réseau viaire de l'aire d'étude immédiate et distance de l'éolienne répertoriée dans le tableau suivant :

Tableau 16 : Distances entre les éoliennes et les voiries les plus proches

	E01	E02	E03
Route départementale D27a	935 m	375 m	220 m
Chemin communal le plus proche	30 m	110 m	190 m

En raison de la distance des éoliennes par rapport aux routes environnantes extérieures, **le risque lié à un accident routier sera donc pris en compte dans l'analyse des risques.**

7.3.1.5. TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES (GAZODUCS – OLEODUCS)

La commune de Saint-Pardoux-le-Lac n'est pas concernée par le transport canalisé de matières dangereuses (hydrocarbures, gaz ...).

Le risque lié aux TMD par gazoducs ne sera pas pris en considération dans l'analyse des risques.

7.3.1.6. RESEAUX ELECTRIQUES

Aucune éolienne n'est située à moins de 200 m de lignes très haute tension ou haute tension, **les risques liés à la rupture d'un câble électrique ne seront donc pas pris en considération dans l'analyse des risques.**

Néanmoins, un réseau 20 kV traverse l'aire d'étude immédiate.

7.3.1.7. ACTES DE MALVEILLANCE

Les actes de malveillance peuvent se caractériser par :

- des vols de matériels liés à la sécurité ou nécessaires au bon fonctionnement des installations,
- des incendies volontaires,
- des destructions de matériels nécessaires au bon fonctionnement des installations, ...

Ces actes, dépendant du facteur humain, se caractérisent par leur imprévisibilité.

Les postes de transformation et les abords immédiats des éoliennes sont entièrement clôturées et fermés ce qui limite le risque d'intrusion.

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les actes de malveillance sont exclus de l'analyse des risques.

7.3.1.8. SYNTHESE DES RISQUES EXTERNES LIES AUX ACTIVITES HUMAINES IDENTIFIEES SUR LE SITE

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

Tableau 17 : Synthèse des dangers externes liés aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Evènement redouté	Dangers potentiels	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
Voiries	Transport	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	E01 à 124 m d'une route communale (La Valette) E01 à 30 m d'un chemin communal E02 à 375 m de la D27a E02 à 110 m d'un chemin communal E03 à 220 m de la D27a E03 à 190 m d'un chemin communal

7.3.2. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

7.3.2.1. INONDABLE

Une inondation est une submersion plus ou moins rapide d'une zone, avec des hauteurs d'eau et des vitesses de courant variables. Elle est due à une augmentation du débit d'un cours d'eau provoquée par des pluies importantes et durables. Il existe différents types de crues :

- des inondations de plaine (ou crues lentes) provoquées par un débordement direct du cours d'eau plus ou moins rapide ;
- des crues torrentielles qui charrient des boues et/ou des matériaux solides dont la densité peut être importante. Elles sont en général rapides et très destructrices, provoquées par des précipitations extrêmes qui s'abattent sur de petits bassins versants fortement pentus ;
- des crues dues ruissellements en secteur urbain (saturation des aménagements urbains d'évacuation des eaux) ;
- des remontées de nappe ;
- la submersion de zones littorales (phénomène fluviomaritime) : de fortes marées submergent les zones littorales. Outre l'action propre de la mer, ce phénomène peut provoquer le débordement des cours d'eau qui débouchent à la mer.

a. Réseau hydrographique

La commune de Saint-Pardoux-le-Lac n'est pas concernée par le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI).

b. Remontée de nappes

L'analyse des remontées de nappes a été réalisée au niveau de la commune de Saint-Pardoux-le-Lac comme présenté sur la figure ci-après (Source : <http://www.inondationsnappes.fr>, site du BRGM).

L'aire d'étude immédiate est soumise à un aléa remontée de nappe faible au sud à fort voire élevé à l'est, à l'ouest et au nord.

Le risque de remontée de nappes est donc retenu dans l'analyse des risques.

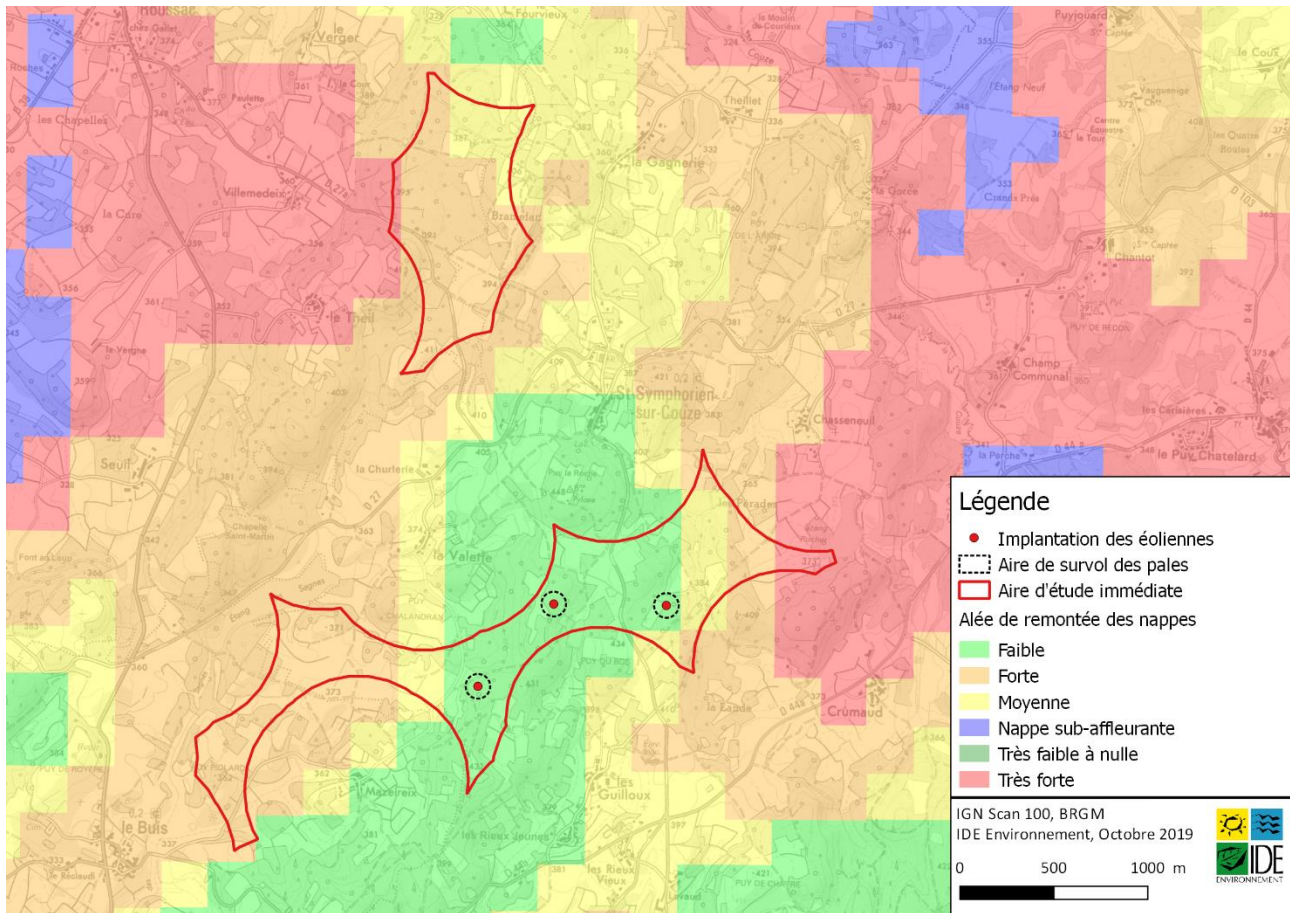


Figure 24 : Carte des remontées de nappe

7.3.2.2. MOUVEMENTS DE TERRAIN

Le risque mouvement de terrain peut se traduire par:

- des mouvements de terrain regroupant :
 - o des glissements de terrain,
 - o des éboulements, chutes de blocs et de pierres,
 - o des coulées boueuses et torrentielles ;
- des affaissements plus ou moins brutaux de cavités souterraines naturelles ou artificielles (mines, carrières, karst...) ; on parle d'effondrement pour les phénomènes les plus brutaux,
- des phénomènes de tassement par retrait ou de gonflement : déformation de la surface du sol liée aux variations d'humidité des sols argileux, qui intervient après une sécheresse prononcée et/ou durable. Ces phénomènes sont à l'origine de fissures du bâti.

a. Eboulement – Glissement de terrain

La Base de Données Nationale Mouvements de Terrain disponible sur le site georisques.gouv permet de recenser les mouvements de terrain d'origine naturelle et anthropique tels que les glissements, chutes de blocs - éboulements, coulées, effondrements, érosions de berges...).

Selon cette base de données, aucun mouvement de terrain n'est recensé à proximité des éoliennes.

Le risque de mouvements de terrain (autres que le retrait-gonflement des argiles) n'est pas retenu dans l'analyse des risques.

b. Retrait-gonflement des argiles

Les éoliennes se situent toutes dans une zone à aléas nul à faible pour le phénomène de retrait-gonflement des argiles comme le montre la carte ci-après. Aucun plan de prévention des risques ne concerne l'aire d'étude immédiate.

Le risque lié aux mouvements de terrain dus au retrait-gonflement des argiles n'est pas retenu dans cette étude.

c. Cavités souterraines

Selon le BRGM, trois cavités souterraines sont recensées à proximité de l'aire d'étude immédiate, comme l'illustre la carte ci-après. Cependant, aucune cavité souterraine n'est située au niveau d'une aire d'étude des éoliennes du projet.

Par conséquent, le risque lié à la présence de cavités souterraines ne sera pas retenu dans cette étude.

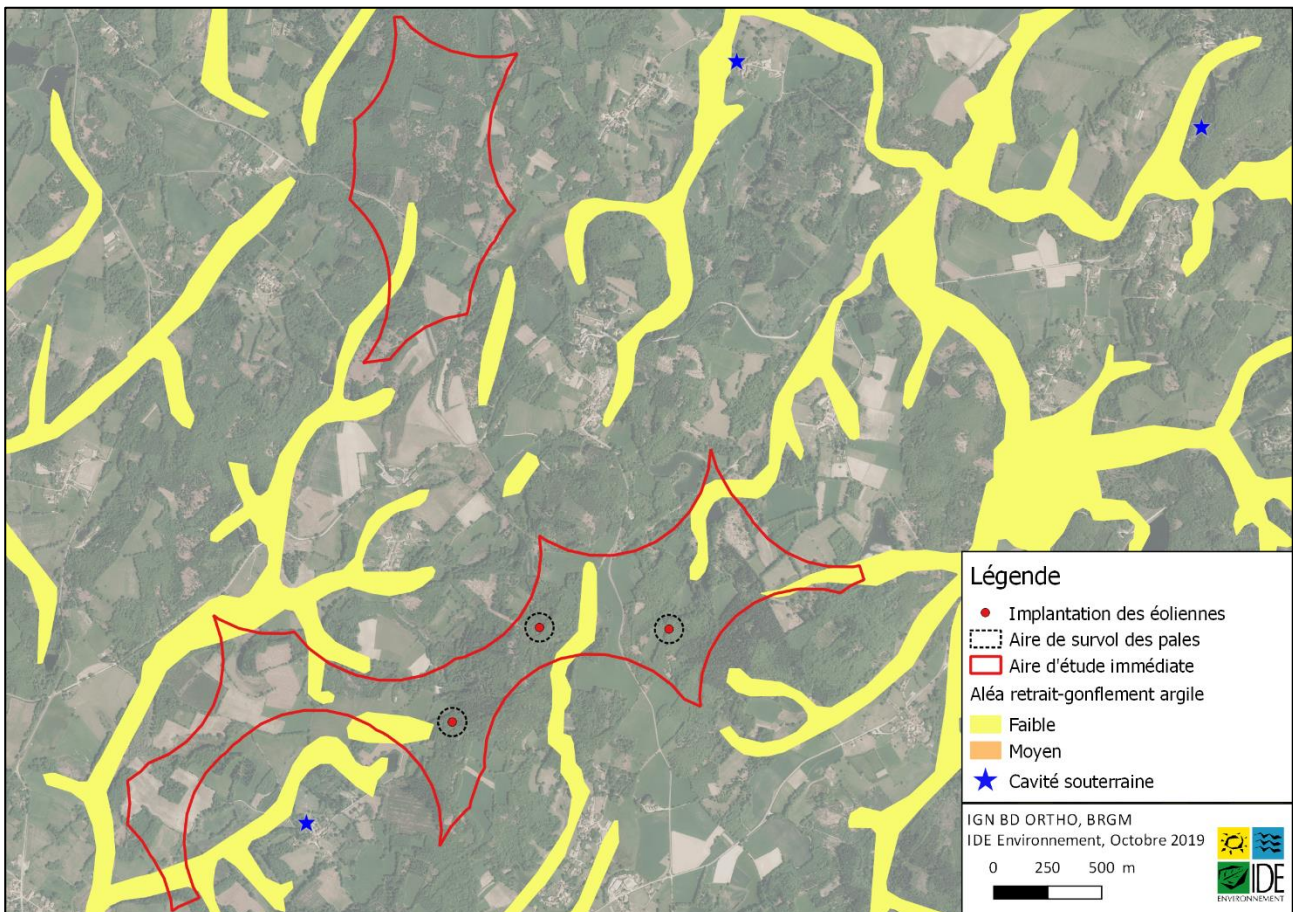


Figure 25 : Carte des aléas liés au retrait- gonflement des argiles et cavités souterraines recensées au droit de l'aire d'étude immédiate

7.3.2.3. SISMICITE

Les risques sismiques sur le territoire français sont décrits par les décrets n°2010-1255 du 22 octobre 2010 relatifs au risque sismique, qui définissent respectivement :

- d'une part les catégories de bâtiments, équipements et installations, répartis en deux catégories dites « à risque normal » et « à risque spécial » ;
- d'autre part les zones de sismicité sur le territoire national.

D'après les dispositions de ce texte, la commune de Saint-Pardoux-le-Lac est classée en zone de sismicité faible (2).

Le risque sismique ne sera donc pas pris en compte dans l'analyse des risques.

7.3.2.4. FEUX DE FORET

Le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable en cas de feux de forêt.

La commune de Saint-Pardoux-le-Lac n'est pas classée comme une commune à risque incendie dans le Dossier Départemental de Risque Majeur.

Le risque lié aux feux de forêt ne sera donc pas pris en compte dans l'analyse des risques.

7.3.2.1. RISQUES D'ORIGINE METEOROLOGIQUE

a. Vent / Tempête

Les tempêtes les plus fréquentes qui sévissent en Europe, sont des tempêtes extratropicales. Elles surviennent le plus souvent en automne-hiver, d'où leur appellation de tempêtes d'hiver, mais elles peuvent également se produire en toute saison, souvent sous l'influence d'un cyclone ayant quitté les régions tropicales.

Le risque tempête est aléatoire et peut survenir dans n'importe quelle commune du département.

Des vents forts peuvent entraîner des vitesses de rotation élevées du rotor peuvent conduire à :

- des dégâts sur le multiplicateur et la génératrice avec des risques d'échauffement pouvant conduire à un incendie,
- des contraintes fortes sur les pales pouvant conduire à des ruptures entières ou totales de celles-ci.

D'après la station de météo Limoges Bellegarde à plus de 30 km au Sud-Ouest de la zone du projet, des jours avec des rafales de vent de plus de 16 m/s sont au nombre de 31 en moyenne par an.

Le risque lié aux vents forts et aux tempêtes sera donc pris en compte dans l'analyse des risques.

b. Températures : vulnérabilité du site au froid et à la chaleur

La formation de glace ou de givre sur les pales peut conduire à des effets de projections sur des tiers.

Il n'existe pas de risque particulier pour le site lié à la canicule, si ce n'est le risque de développements d'incendies en période de sécheresse (type feu de forêts).

Le risque lié au gel sera pris en considération dans l'analyse de risque mais pas le risque lié aux fortes températures.

c. Pluies

Même en cas de très fortes pluies, il n'y a pas de risque particulier à craindre pour le fonctionnement des équipements.

Le risque lié aux fortes pluies ne sera donc pas pris en compte dans l'analyse des risques.

d. Foudre

Deux effets sont à envisager pour le cas de foudroiement :

- effets directs,
- effets indirects (surtensions, dysfonctionnement du matériel électronique...).

Des moyens de prévention et de protection contre la foudre seront mis en œuvre sur le parc éolien. Le système de protection contre la foudre est mis à la terre afin de protéger les éléments de l'aérogénérateur. Celui-ci est conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400.

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée (Source : Guide technique de l'INERIS pour l'élaboration des études de dangers dans le cadre des parcs éoliens, Mai 2012). 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.

Ainsi conformément au guide technique de l'INERIS pour l'élaboration des études de dangers dans le cadre des parcs éoliens (Mai 2012), **le risque foudre ne sera pas pris en considération dans l'analyse des risques.**

7.3.2.2. SYNTHÈSE DES RISQUES EXTERNES D'ORIGINE NATURELLE IDENTIFIÉS SUR LE SITE

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Bon potentiel éolien avec une vitesse moyenne de vent de 3,3 m/s sur 10 mn. Intensité maximale des vents observée à Saint-Pardoux-le-Lac : 31,1 jours par an, des vitesses de vent supérieures ou égales à 16 m/s
Gel	Conditions climatiques relativement stables chaque année mais des événements extrêmes possibles (gelée, brouillard) : <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="432 763 1318 797">• 6,4 jours par an où les températures minimales sont inférieures à -5°C<li data-bbox="432 815 1339 848">• 0,7 jours par an où les températures minimales sont inférieures à -10°C

7.4. SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Le tableau ci-dessous 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 du 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.

Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze ne possédant aucune spécificité particulière, ce tableau d'analyse des risques est représentatif des risques pouvant se produire sur les éoliennes du parc.

Tableau 18 : Tableau d'analyse des risques (source : Guide d'élaboration d'une étude de dangers dans la cadre d'un parc éolien de l'INERIS)

N°	Evènement initiateur	Evènement intermédiaire	Evènement redouté central	Fonction de sécurité	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)	Chute/projection d'éléments enflammés	Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2

N°	Evènement initiateur	Evènement intermédiaire	Evènement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
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

N°	Evènement initiateur	Evènement intermédiaire	Evènement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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
C03	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 importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2

N°	Evènement initiateur	Evènement intermédiaire	Evènement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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
E03	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
E04	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)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	<p>Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)</p> <p>Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12)</p> <p>Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)</p>	Projection/chute fragments et chute mât	2

N°	Evènement initiateur	Evènement intermédiaire	Evènement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E06	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	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.

7.5. EFFETS DOMINO

Lors d'un accident majeur sur une éolienne, une possibilité est 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 ».

C'est la raison pour laquelle il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

7.6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze. 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 de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou 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, un essai 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 n°1	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.
Description	Système de détection redondant du 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	Non – Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011
Efficacité	100 %
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement

Fonction de sécurité n°2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine 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 %
Tests	Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.
Maintenance	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 n°3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques
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
Description	/
Indépendance	Oui
Temps de réponse	NA
Efficacité	100 %
Tests	A préciser si possible
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 n°4	Prévenir la survitesse
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.
Description	<p>Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande.</p> <p>NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.</p>
Indépendance	Oui
Temps de réponse	<p>Temps de détection < 1 minute</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 conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.</p>
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.
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 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.)</p> <p>Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.</p>

Fonction de sécurité n°5	Prévenir les courts-circuits
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.
Description	<p>Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés.</p> <p>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.</p>
Indépendance	Oui
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde
Efficacité	100 %
Tests	/
Maintenance	<p>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.</p> <p>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.</p>

Fonction de sécurité n°6	Prévenir les effets de la foudre
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques
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 n°7	Protection et intervention incendie
Mesures de sécurité	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 Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours
Description	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. 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)
Indépendance	Oui
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme 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.
Efficacité	100 %
Tests	/
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. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.

Fonction de sécurité n°8	Prévention et rétention des fuites
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution
Description	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.</p> <p>Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange.</p> <p>Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) - de récupérer les déchets absorbés. <p>Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.</p>
Indépendance	Oui
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite
Efficacité	100 %
Tests	/
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an

Fonction de sécurité n°9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)
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	<p>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 nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23.</p> <p>Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.</p>
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 Yam Gear, 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 n°10	Prévenir les erreurs de maintenance
Mesures de sécurité	Procédure maintenance
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel
Indépendance	Oui
Temps de réponse	NA
Efficacité	100 %
Tests	/
Maintenance	NA

Fonction de sécurité n°11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort
Mesures de sécurité	<p>Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents.</p> <p>Détection et prévention des vents forts et tempêtes</p> <p>Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite</p>
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.
Indépendance	Oui
Temps de réponse	<p>< 1 min</p> <p>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.</p>
Efficacité	100 %
Tests	/
Maintenance	/

Fonction de sécurité n°12	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques
Mesures de sécurité	Mise en place d'une procédure de veille cyclonique et d'intervention + mise en œuvre d'éoliennes équipées de dispositifs anticycloniques permettant abattage et arrimage au sol des éléments les plus sensibles, en particulier les pales
Description	<p>L'ensemble de la structure [mât et/ou nacelle + hélice] peut être rabattu et arrimé au sol</p> <p>Détection des cyclones</p> <p>Formation des opérateurs</p> <p>Mise en place d'une procédure d'intervention suivant les niveaux d'alerte</p>
Indépendance	Oui
Temps de réponse	/
Efficacité	100 %
Tests	/
Maintenance	Contrôle et entretien des équipements de repli cyclonique

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

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

7.7. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, quatre 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)	<p>En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs.</p> <p>Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m² 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.</p> <p>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.</p>
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	<p>En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton.</p> <p>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).</p>
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	<p>Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul.</p> <p>Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.</p>
Infiltration d'huile dans le sol	<p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.</p> <p>Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.</p>

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.

Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d'accident. En estimant la probabilité, gravité, cinétique et intensité de ces événements, il est possible de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents.

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 de 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 nationale 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. CINETIQUE

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une cinétique rapide. Ce paramètre ne sera donc pas détaillé à nouveau dans chacun des phénomènes redoutés étudiés par la suite.

8.1.2. INTENSITE

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13]).

On constate que les scénarios retenus au terme de l'analyse préliminaire des risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

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

Dans le cas de scénarios de projection, l'annexe II de cet arrêté précise : « Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection, l'évaluation des effets de projection d'un phénomène dangereux nécessite, le cas échéant, une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant. Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, cette délimitation s'appuie sur une analyse au cas par cas proposée par l'exploitant ».

C'est pourquoi, pour chacun des événements accidentels retenus (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), deux valeurs de référence ont été retenues :

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

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

Tableau 19 : Cotation de l'intensité

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. GRAVITE

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

Tableau 20 : Cotation de la gravité

Niveau de 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
5	désastreux	> 10 personnes exposées	> 100 personnes exposées	>1000 personnes exposées
4	catastrophique	< 10 personnes exposées	entre 10 et 100 personnes	entre 100 et 1 000 personnes exposées
3	important	au plus 1 personne exposée	entre 1 et 10 personnes	entre 10 et 100 personnes exposées
2	sérieux	aucune personne exposée	au plus 1 personne	< 10 personnes exposées
1	modéré	pas de zone de létalité hors de l'établissement		présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à "une personne"

8.1.4. PROBABILITE

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

Tableau 21 : Cotation de l'occurrence

	E	D	C	B	A
	événement possible mais extrêmement peu probable	événement très improbable	événement improbable	événement probable	événement courant
Appréciation qualitative	<i>n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années et d'installations</i>	<i>s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité</i>	<i>un événement similaire déjà rencontré dans ce 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</i>	<i>s'est produit et / ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation</i>	<i>s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives</i>
Appréciation semi-quantitative	<i>Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place, conformément à l'article 4 du présent arrêté</i>				
Appréciation quantitative	< 10 ⁻⁵	< 10 ⁻⁴	< 10 ⁻³	< 10 ⁻²	> 10 ⁻²

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, la probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne est déterminée en fonction :

- de la bibliographie relative à l'évaluation des risques pour des éoliennes,
- du retour d'expérience français,
- des définitions qualitatives de l'arrêté du 29 Septembre 2005.

Il convient de noter que la probabilité qui sera évaluée pour chaque scénario d'accident correspond à la probabilité qu'un événement redouté se produise sur l'éolienne (probabilité de départ) et non à la probabilité que cet événement produise un accident suite à la présence d'un véhicule ou d'une personne au point d'impact (probabilité d'atteinte). En effet, l'arrêté du 29 septembre 2005 impose une évaluation des probabilités de départ uniquement.

Cependant, on pourra rappeler que la probabilité qu'un accident sur une personne ou un bien se produise est très largement inférieure à la probabilité de départ de l'événement redouté.

La probabilité d'accident est en effet le produit de plusieurs probabilités :

$$P_{\text{accident}} = P_{\text{ERC}} \times P_{\text{orientation}} \times P_{\text{rotation}} \times P_{\text{atteinte}} \times P_{\text{présence}}$$

P_{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 SCENARI 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 199,5 m** dans le cas des éoliennes **du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze**.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie. 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. INTENSITE

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.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze.

Tableau 22 : Intensité – Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)

	Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié	Intensité
Formule de calcul	$Z_i = L \times H + \frac{3 \times R \times LB}{2}$ Avec : L = Base du mât (en m) H = Hauteur du mât (en m) R = Longueur de pales des aérogénérateurs (en m) LB = largeur de la base de la pale (en m)	$Z_e = \pi \times (H + R)^2$ Avec : H = Hauteur du mât (en m) R = Longueur de pales des aérogénérateurs (en m)	$d = Z_i / Z_e$ Avec : Z _i = Zone d'impact (en m ²) Z _e = Zone d'effet (en m ²)	-
Application au site	$Z_i = 800,22 \text{ m}^2$ Avec : L = 4,05 m H = 130,8 m R = 64,4 m LB = 2,8 m	$Z_e = 119704,23 \text{ m}^2$ Avec : H = 130,8 m R = 64,4 m	$d = 0,67 \%$ $d < 1 \%$	Exposition modérée

L'intensité du phénomène d'effondrement est nulle au-delà de la zone d'effondrement.

8.2.1.3. GRAVITE

En fonction de cette intensité (forte) et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées = « Désastreux » (5)
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées = « Catastrophique » (4)
- Entre 10 et 100 personnes exposées = « Important » (3)
- Moins de 10 personnes exposées = « Sérieux » (2)
- Présence humaine exposée inférieure à 1 personne = « Modéré » (1).

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée :

Tableau 23 : Gravité – Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)

Eolienne n°	Caractéristique de la cible en dehors du site où l'effet serait observé	Nombre de personnes extérieures au site	Niveau de gravité
Eoliennes 1, 2, et 3	Champs – bois et chemins ruraux : S = 123 194 m ²	Terrains peu fréquentés et routes d'accès à des hameaux soit peu de personnes : entre 1 et 10 personnes exposées	2

8.2.1.4. PROBABILITE

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 x 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 : « *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* ».

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.

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.

Par ailleurs, notons que d'après le retour d'expérience français, hormis l'effondrement d'une éolienne du parc éolien de la Mardelle dans le Loiret en 2018, aucun autre effondrement n'a eu lieu sur les éoliennes mises en service après 2005, grâce à la mise en place de mesures correctives. De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation et déclaration permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité d'effondrement.

Ainsi, nous considérerons pour le scénario effondrement de l'éolienne la classe de probabilité de l'accident « D », à savoir : « S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité ».

8.2.1.5. ACCEPTABILITE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable / inacceptable) :

Tableau 24 : Niveau de risque – Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)

N° sc.	Eolienne	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
1	1 à 3	Exposition forte	D	2	Risque très faible

Ainsi, pour Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.2. CHUTE DE GLACE

8.2.2.1. CONSIDERATIONS GENERALES

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 WECO⁵, 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.

8.2.2.2. 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 parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, la zone d'effet à donc un **rayon de 65,5 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.

8.2.2.3. INTENSITE

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 parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze.

Tableau 25 : Intensité – Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)

	Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié	Intensité
Formule de calcul	$Z_i = SG$ Avec : SG = surface du morceau de glace majorant (SG = 1 m ²)	$Z_e = \pi \times R^2$ Avec : R = Longueur de pales des aérogénérateurs (en m)	$d = Z_i / Z_e$ Avec : Z _i = Zone d'impact (en m ²) Z _e = Zone d'effet (en m ²)	-
Applicatio n au site	$Z_i = 1 \text{ m}^2$	$Z_e = 13029,32 \text{ m}^2$ Avec : R = 64,4 m	$d = 0,0077\%$ $d < 1 \%$	Exposition modérée

L'intensité est nulle au-delà de la zone de survol.

⁵ Wind Energy Production in Cold Climate (WECO), Final Report – Bengt Tammelin et al., Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000

8.2.2.4. GRAVITE

En fonction de cette intensité (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 d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées = « Désastreux » (5)
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées = « Catastrophique » (4)
- Entre 10 et 100 personnes exposées = « Important » (3)
- Moins de 10 personnes exposées = « Sérieux » (2)
- Présence humaine exposée inférieure à 1 personne = « Modéré » (1).

Il est à noter que pour la plupart des parcs éoliens, la zone de survol de l'éolienne est un terrain non aménagé et peu fréquenté (1 personne pour 100 ha d'après la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010). Pour une éolienne d'une longueur de pale inférieure à 100 m, le nombre équivalent de personnes permanentes sera donc inférieur à 1.

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 :

Tableau 26 : Gravité – Chute de glace (dans la zone de survol)

Eolienne n°	Caractéristique de la cible en dehors du site où l'effet serait observé	Nombre de personnes extérieures au site	Niveau de gravité
Eoliennes 1, 2, et 3	Champs – bois et chemins ruraux : S = 13029,32 m ²	Terrains et routes peu fréquentés : 1 pers. par tranche de 100 ha => moins d'une personne exposée	1

8.2.2.5. PROBABILITE

De façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe A, c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10⁻², selon le guide des études de dangers éolien.

8.2.2.6. ACCEPTABILITE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable / inacceptable) :

Tableau 27 : Niveau de risque – Chute de glace (dans la zone de survol)

N° sc.	Eolienne	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
2	1 à 3	Exposition modérée	A	1	Risque faible

Ainsi, pour Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.3. CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE

8.2.3.1. 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.

8.2.3.2. INTENSITE

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 parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze.

Tableau 28 : Intensité – Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)

	Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié	Intensité
Formule de calcul	$Z_i = \frac{R \times LB}{2}$ Avec : R = Longueur de pales des aérogénérateurs (en m) LB = largeur de la base de la pale (en m)	$Z_e = \pi \times R^2$ Avec : R = Longueur de pales des aérogénérateurs (en m)	$d = Z_i / Z_e$ Avec : Z _i = Zone d'impact (en m ²) Z _e = Zone d'effet (en m ²)	-
Application au site	$Z_i = 90,16 \text{ m}^2$ Avec : R = 64,4 m LB = 2,8 m	$Z_e = 13029,32$ Avec : R = 64,4 m	$d = 0,69 \%$ $d < 1 \%$	Exposition modérée

L'intensité est nulle au-delà de la zone de survol.

8.2.3.3. GRAVITE

En fonction de cette intensité (forte) et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées = « Désastreux » (5)
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées = « Catastrophique » (4)
- Entre 10 et 100 personnes exposées = « Important » (3)
- Moins de 10 personnes exposées = « Sérieux » (2)
- Présence humaine exposée inférieure à 1 personne = « Modéré » (1).

Il est à noter que pour la plupart des parcs éoliens, la zone de survol de l'éolienne est un terrain non aménagé et peu fréquenté (1 personne pour 100 ha d'après la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010). Pour une éolienne d'une longueur de pale inférieure à 100 m, le nombre équivalent de personnes permanentes sera donc inférieur à 1.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne et la gravité associée :

Tableau 29 : Gravité – Chute d'éléments de l'éolienne (dans la zone de survol)

Eolienne n°	Caractéristique de la cible en dehors du site où l'effet serait observé	Nombre de personnes extérieures au site	Niveau de gravité
Eoliennes 1 à 3	Champs – bois et chemins ruraux : S = 13029,32m ²	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. par tranche de 100 ha => moins d'une personne exposée	1

8.2.3.4. PROBABILITE

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 4.47×10^{-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.

8.2.3.5. ACCEPTABILITE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, la gravité associée et le niveau de risque :

Tableau 30 : Niveau de risque – Chute d'éléments de l'éolienne (dans la zone de survol)

N° sc.	Eolienne	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
3	1 à 3	Exposition modérée	C	1	Risque très faible

Ainsi, pour Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne 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, 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 éolienne⁶.

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres⁷.

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. INTENSITE

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 (500 m).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze.

Tableau 31 : Intensité – Projection d'éléments de l'éolienne (zone de 500 m autour de chaque éolienne)

	Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié	Intensité
Formule de calcul	$Z_i = \frac{R \times LB}{2}$ Avec : R = Longueur de pales des aérogénérateurs (en m) LB = largeur de la base de la pale (en m)	$Z_e = \pi \times d^2$ Avec : d = distance d'effet = 500 m	$d = Z_i / Z_e$ Avec : Z _i = Zone d'impact (en m ²) Z _e = Zone d'effet (en m ²)	-
Application au site	$Z_i = 90,16 \text{ m}^2$ Avec : R = 64,4 m LB = 2,8 m	$Z_e = 785\,400 \text{ m}^2$	$d = 0,11 \%$ $d < 1 \%$	Exposition modérée

⁶ Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum

⁷ En particulier dans les études suivantes :

- 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
- Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellshaft, 2004

8.2.4.3. GRAVITE

En fonction de cette intensité 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 1 000 personnes exposées = « Désastreux » (5)
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées = « Catastrophique » (4)
- Entre 10 et 100 personnes exposées = « Important » (3)
- Moins de 10 personnes exposées = « Sérieux » (2)
- Présence humaine exposée inférieure à 1 personne = « Modéré » (1).

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 :

Tableau 32 : Gravité – Projection d'éléments de l'éolienne (dans un rayon de 500 m)

Eolienne n°	Caractéristique de la cible en dehors du site où l'effet serait observé	Nombre de personnes extérieures au site	Niveau de gravité
Eolienne 1	Champs – bois et chemins ruraux : S = 785 400 m ²	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. permanente par tranche de 100 ha soit 0,78 pers. permanente	1
Eolienne 2	Champs – bois et chemins ruraux : S = 785 400 m ² Route départementale D27a sur 612 m	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. permanente par tranche de 100 ha soit 0,78 pers. permanente Trafic routier D27a : 166 véhicules par jour ⁸ soit $0,4 \times 0,612 \times 166 / 100 = 0,4$ pers. permanente => au plus 2 personnes exposées	2
Eolienne 3	Champs – bois et chemins ruraux : S = 785 400 m ² Route départementale D27a sur 1000 m	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. permanente par tranche de 100 ha soit 0,78 pers. permanente Trafic routier D27a : 166 véhicules par jour ⁹ soit $0,4 \times 1 \times 166 / 100 = 0,7$ pers. permanente => au plus 2 personnes exposées	2

⁸ Trafic moyen journalier annuel (TMJA) selon les données trafics du Conseil Départemental de la Haute-Vienne en 2015.

⁹ Trafic moyen journalier annuel (TMJA) selon les données trafics du Conseil Départemental de la Haute-Vienne en 2015.

8.2.4.4. PROBABILITE

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 assesment for a wind farm project – Case study – Germanisher Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhem-Koog GmbH, 2010/08/24	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
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	$1, 1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004Guide for risk based zoning of wind turbines	$6,1 \times 10^{-4}$	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 : « *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.

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 et déclaration permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité de projection.

Ainsi, nous considérerons pour le scénario effondrement de l'éolienne la classe de probabilité de l'accident « D », à savoir : « S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité ».

8.2.4.5. ACCEPTABILITE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, la gravité associée et le niveau de risque :

Tableau 33 : Niveau de risque – Projection d'éléments de l'éolienne (dans un rayon de 500 m)

N° sc.	Eolienne	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
4	1 à 3	Exposition modérée	D	2	Risque très faible

Ainsi, pour Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, le phénomène de projection d'éléments de l'éolienne 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 référence¹⁰ 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 :

Distance d'effet = $1,5 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{diamètre de rotor})$
--

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures¹¹. 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.

Dans le cas du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, la **distance d'effet est de 397,5 m**.

8.2.5.2. INTENSITE

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m^2) 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 parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze.

Tableau 34 : Intensité – Projection de morceaux de glace (zone de 397,5 m autour de chaque éolienne)

	Zone d'impact (en m^2)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m^2)	Degré d'exposition du phénomène étudié	Intensité
Formule de calcul	$Z_i = SG$ Avec : SG = surface du morceau de glace majorant ($SG = 1 \text{ m}^2$)	$Z_e = \pi \times [1,5 \times (H + 2R)]^2$ Avec : H = Hauteur du mât (en m) R = Longueur de pales des aérogénérateurs (en m)	$d = Z_i / Z_e$ Avec : Z_i = Zone d'impact (en m^2) Z_e = Zone d'effet (en m^2)	-
Application	$Z_i = 1 \text{ m}^2$	$Z_e = 476367,11 \text{ m}^2$ Avec : H = 130,8 m R = 64,4 m	$d = 2,1 \cdot 10^{-4} \%$ $d < 1 \%$	Exposition modérée

¹⁰ Wind Energy Production in Cold Climate (WECO), Final Report – Bengt Tammelin et al., Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000

¹¹ Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A. Kröning J., DEWI, Avril 2003

8.2.5.3. GRAVITE

En fonction de cette intensité 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 1 000 personnes exposées = « Désastreux » (5)
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées = « Catastrophique » (4)
- Entre 10 et 100 personnes exposées = « Important » (3)
- Moins de 10 personnes exposées = « Sérieux » (2)
- Présence humaine exposée inférieure à 1 personne = « Modéré » (1).

Il a été observé dans la littérature disponible¹² 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 et la gravité associée :

Tableau 35 : Gravité – Projection d'éléments de glace (dans un rayon de 397,5 m)

Eolienne n°	Caractéristique de la cible en dehors du site où l'effet serait observé	Nombre de personnes extérieures au site	Niveau de gravité
Eolienne 1	Champs – bois et chemins ruraux : S = 780 400 m ²	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. permanente par tranche de 100 ha soit 0,78 pers. permanente	1
Eolienne 2	Champs – bois et chemins ruraux : S = 780 400 m ² Route départementale D27a sur 382 m	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. permanente par tranche de 100 ha soit 0,78 pers. Permanente Trafic routier D27a : 166 véhicules par jour ¹³ soit $0,4 \times 0,382 \times 166 / 100 = 0,25$ pers. permanente => au plus 2 personnes exposées	2
Eolienne 3	Champs – bois et chemins ruraux : S = 780 400 m ² Route départementale D27a sur 778 m	Terrains très peu fréquentés : 1 pers. permanente par tranche de 100 ha soit 0,78 pers. permanente Trafic routier D27a : 166 véhicules par jour ¹⁴ soit $0,4 \times 0,778 \times 166 / 100 = 0,52$ pers. permanente => au plus 2 personnes exposées	2

¹² Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A. Kröning J., DEWI, Avril 2003

¹³ Trafic moyen journalier annuel (TMJA) selon les données trafics du Conseil Départemental de la Haute-Vienne en 2015.

¹⁴ Trafic moyen journalier annuel (TMJA) selon les données trafics du Conseil Départemental de la Haute-Garonne en 2015.

8.2.5.4. PROBABILITE

Au regard de la difficulté d'établir un retour d'expérience précis sur cet événement et considérant des 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 proposé pour cet événement.

8.2.5.5. ACCEPTABILITE

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « sérieux ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 10 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, la gravité associée et le niveau de risque :

Tableau 36 : Niveau de risque – Projection de glace (dans un rayon de 397,5 m)

N° sc.	Eolienne	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
5	1 à 3	Exposition modérée	B	2	Risque faible

Ainsi, pour Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

Notons également que les éoliennes du parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze seront munies de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et qu'une procédure de redémarrage sera établie.

8.3. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES ET CONCLUSIONS

8.3.1. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

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

Tableau 37 : Tableau d'analyse des risques

Scénario		Moyens de maîtrise des risques	Eolienne n°	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
1	Effondrement de l'éolienne	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) – Procédures qualités – Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)	E1 à E3	Disque de rayon 199,5 m	Rapide	Exposition forte	D	2
2	Chute de glace	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage. Panneau mis en place à l'entrée de chaque chemin d'accès à une éolienne avec mise en garde face au risque de chute de glace	E1 à E3	Zone de survol = 65,5 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	A	1
3	Chute d'élément de l'éolienne	Détection de survitesse et système de freinage Protection contre le risque foudre (respect de la norme IEC 61 -400) Prévention et protection contre l'incendie (Prévention des courts-circuits, 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, Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle, Intervention des services de secours) Procédure de maintenance	E1 à E3	Zone de survol = 65,5 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	C	1

Scénario		Moyens de maîtrise des risques	Eolienne n°	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
4	Projection d'éléments de l'éolienne	Détection de survitesse et système de freinage Protection contre le risque foudre (respect de la norme IEC 61 -400) Prévention et protection contre l'incendie (Prévention des courts-circuits, 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, Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle, Intervention des services de secours) Procédure de maintenance	E1 à E3	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	2
5	Projection de glace	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.	E1 à E3	397,5 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	2

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.

Tableau 38 : Grille de criticité

Probabilité Gravité	E	D	C	B	A	
5						Non Acceptable
4						Acceptable avec moyens de maîtrises
3						
2		Sc. 1 Sc.4		Sc. 5		Situation Acceptable
1			Sc. 3		Sc. 2	

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice,
- 2 scénarios figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 sont mises en place.

8.3.3. CARTOGRAPHIES DES RISQUES

Les cartographies des zones de dangers figurent en page suivante.

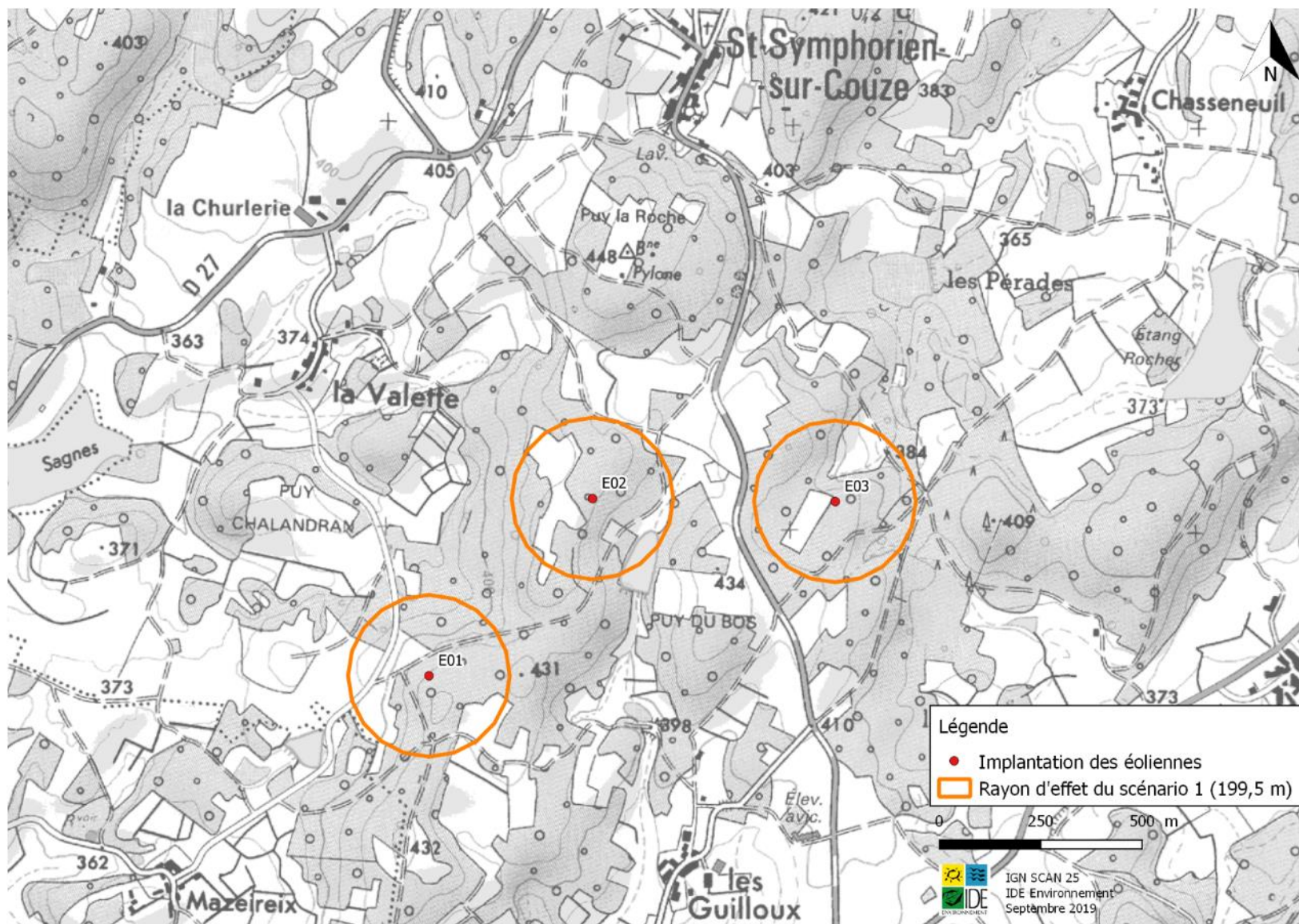


Figure 26 : Cartographie des zones de danger pour le scénario 1 « Effondrement de l'éolienne »

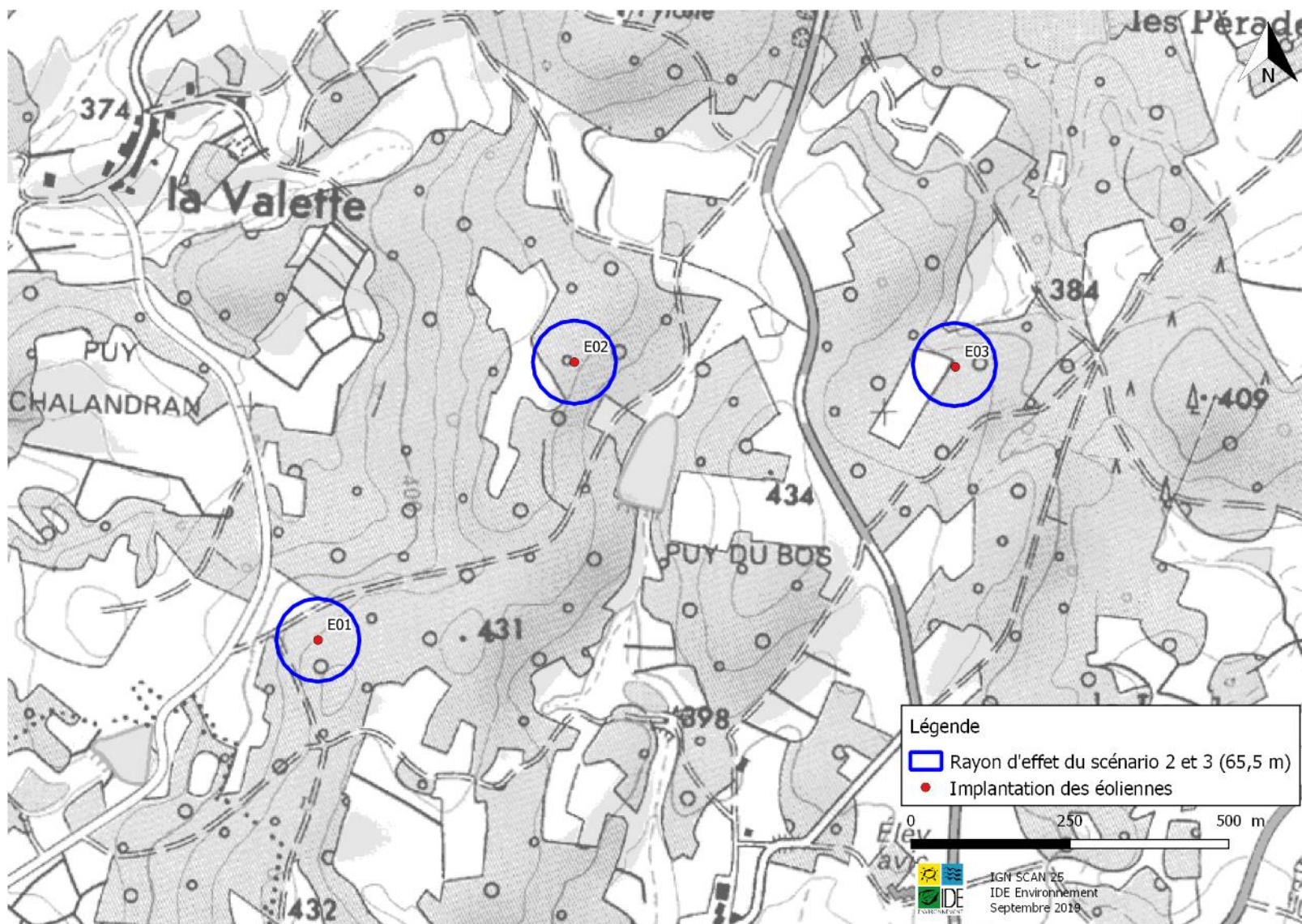


Figure 27 : Cartographie des zones de dangers pour les scénarios 2 « Chute de glace » et 3 « Chute d'élément de l'éolienne »

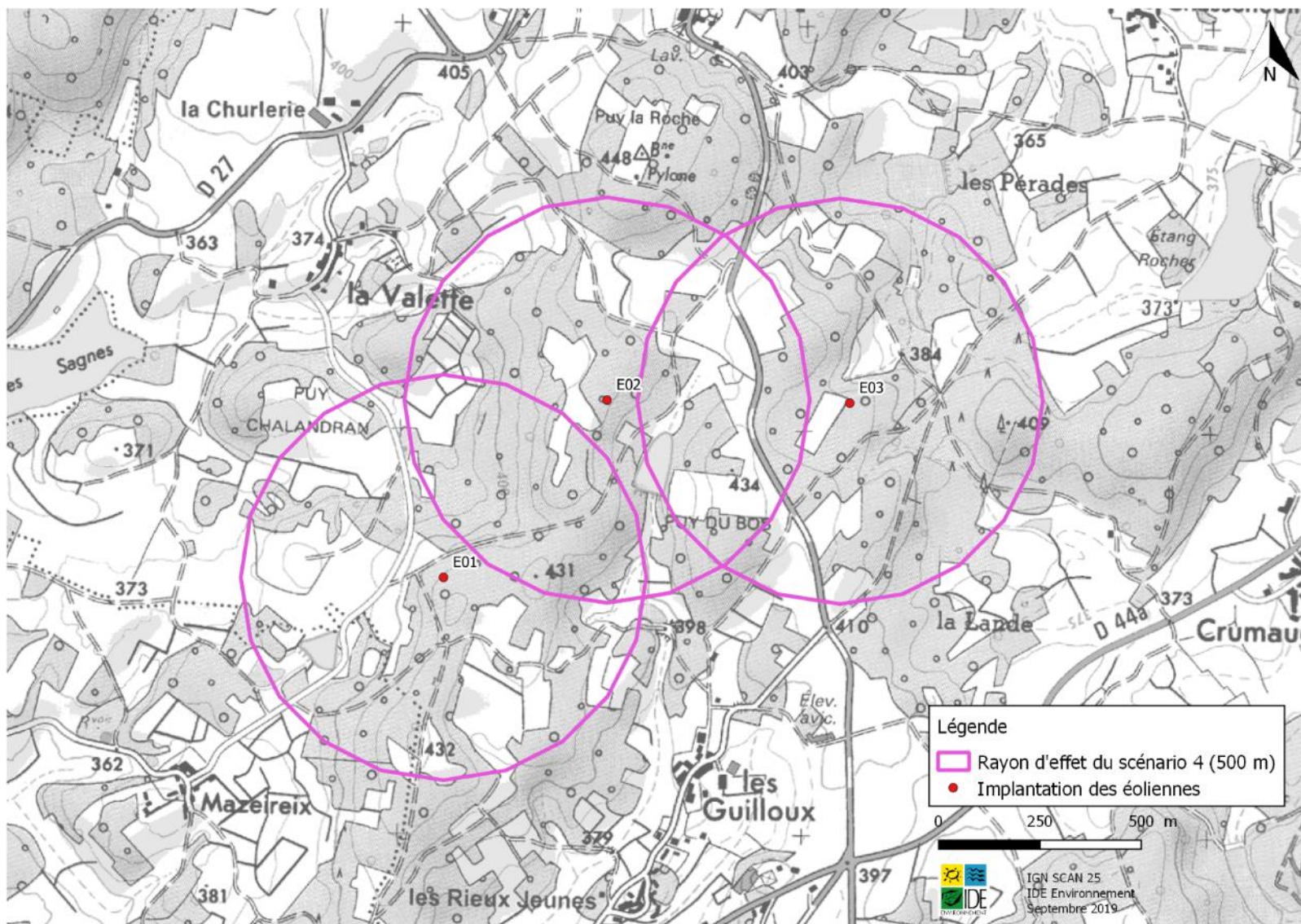


Figure 28 : Cartographie des zones de dangers pour le scénario 4 « Projection d'éléments de l'éolienne »

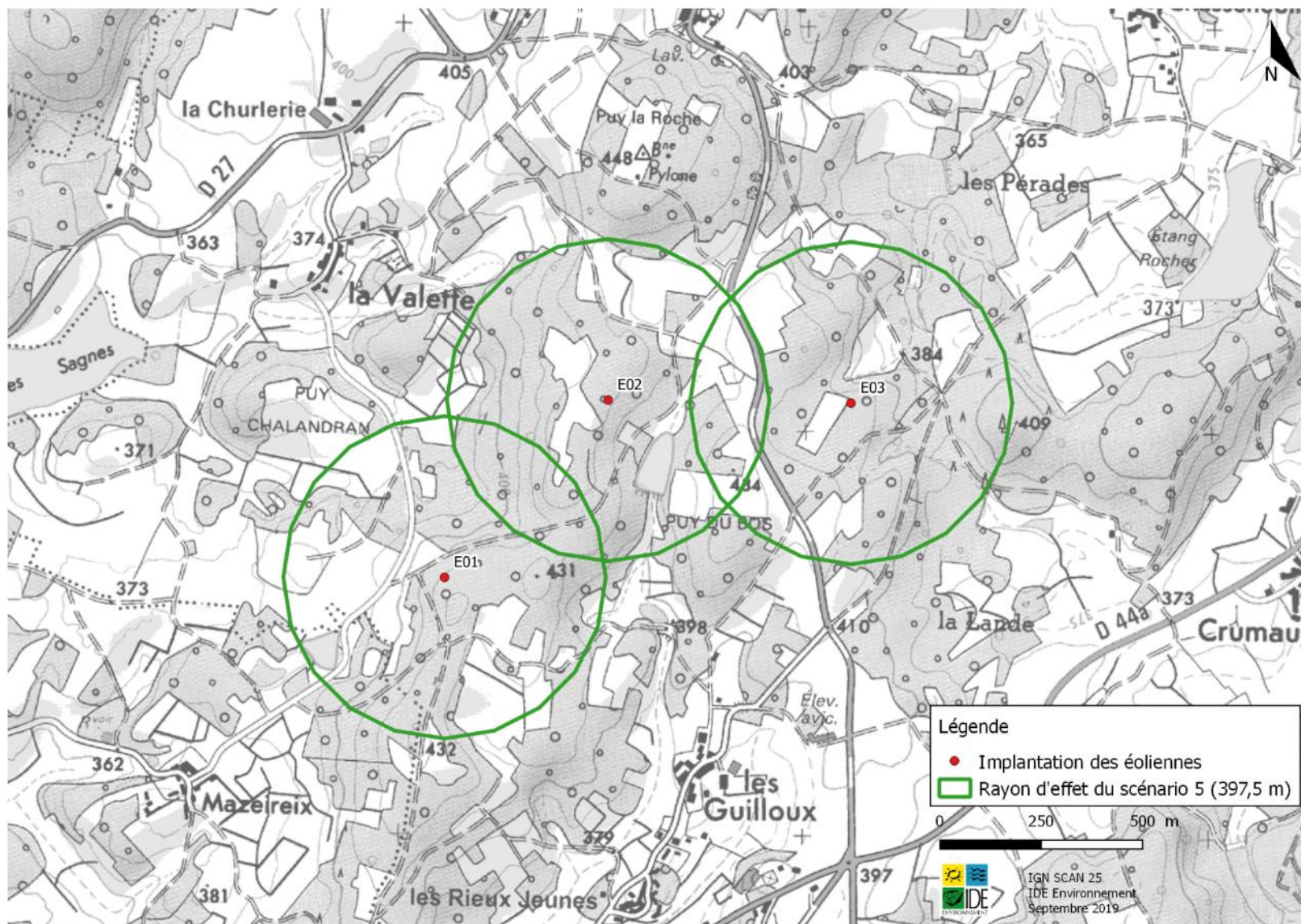


Figure 29 : Cartographie des zones de dangers pour le scénario 5 « Projection de glace »

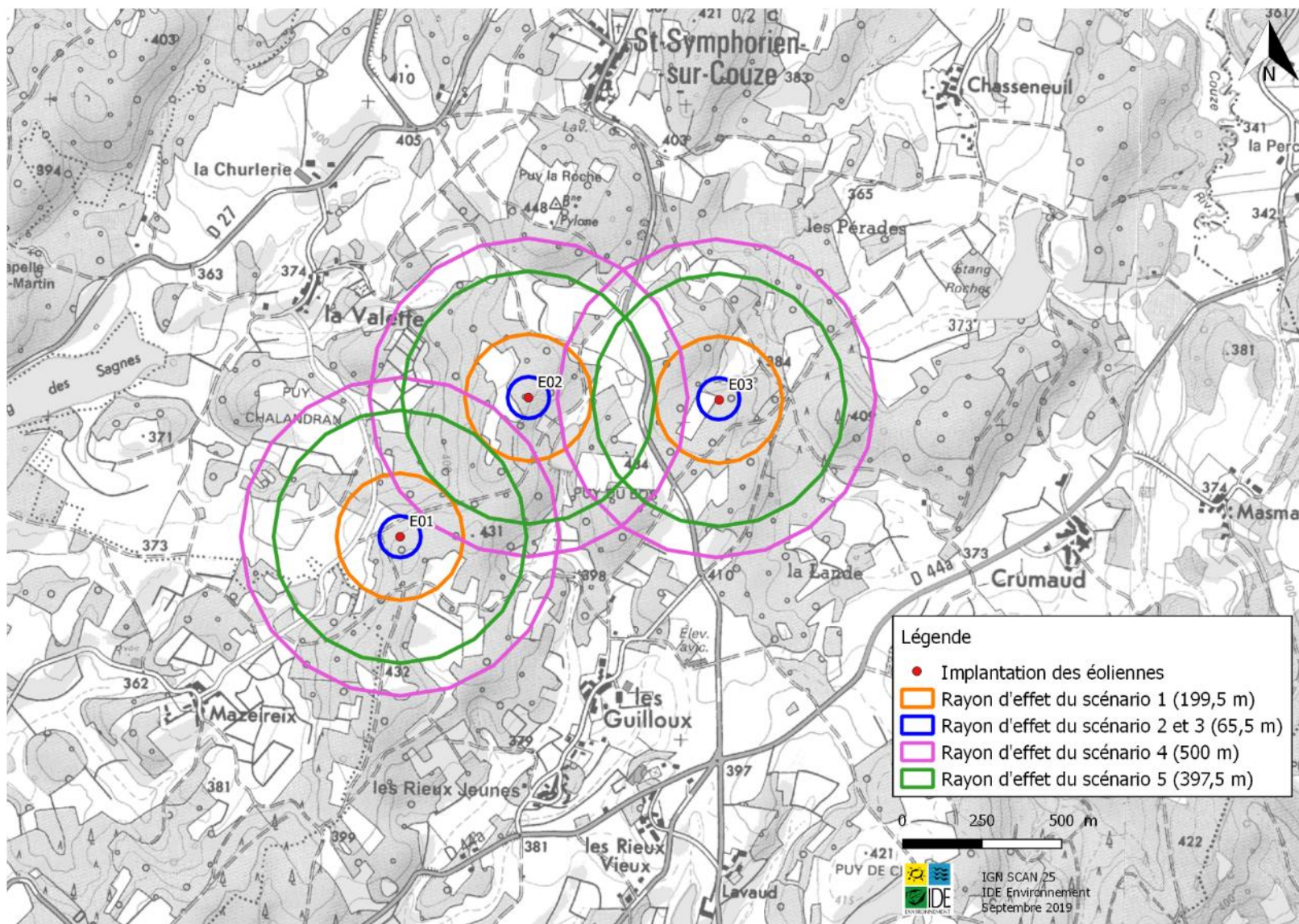


Figure 30 : Cartographie des zones de dangers pour l'ensemble des scénarios

8.4. CONCLUSION

Le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze se compose de 3 aérogénérateurs et a fait l'objet d'une étude de dangers comprenant l'analyse de 5 scénarios, décrits en suivant.

1. Effondrement de l'éolienne

Dans une zone d'effet de 199,5 m autour de l'éolienne, les calculs d'intensité révèle une exposition modérée au phénomène d'effondrement de l'éolienne. Le niveau de gravité pour ce scénario est de 2 : « Sérieux », moins de 10 personnes exposées. Enfin, selon les retours d'expérience disponible, la probabilité d'effondrement d'une éolienne est classée en D, à savoir « *S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité* ».

Ainsi, pour ce scénario, le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze constitue un risque très faible, soit acceptable pour les personnes.

2. Chute de Glace

Dans une zone d'effet de 65,5 m autour de l'éolienne, les calculs d'intensité révèle une exposition modérée au phénomène d'effondrement de l'éolienne. Le niveau de gravité pour ce scénario est de 1 : « Modéré », présence humain exposée inférieure à 1 personne. Enfin, selon les retours d'expérience disponible, la probabilité d'effondrement d'une éolienne est classée en A.

Ainsi, pour ce scénario, le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze constitue un risque faible, soit acceptable pour les personnes.

3. Chute d'éléments de l'éolienne

Dans une zone d'effet de 65,5 m autour de l'éolienne, les calculs d'intensité révèle une exposition modérée au phénomène d'effondrement de l'éolienne. Le niveau de gravité pour ce scénario est de 1 : « Modéré », présence humain exposée inférieure à 1 personne. Enfin, selon les retours d'expérience disponible, la probabilité d'effondrement d'une éolienne est classée en C, à savoir « *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* ».

Ainsi, pour ce scénario, le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze constitue un risque très faible, soit acceptable pour les personnes.

4. Projection de pales ou de fragments de pales

Dans une zone d'effet de 500 m autour de l'éolienne, les calculs d'intensité révèle une exposition modérée au phénomène d'effondrement de l'éolienne. Le niveau de gravité pour ce scénario est différent pour les 3 éoliennes : pour l'éolienne 1 le niveau de gravité est de 1 - « Modéré », et pour les éoliennes 2 et 3 le niveau de gravité est de 2 – « Sérieux ». Enfin, selon les retours d'expérience disponible, la probabilité d'effondrement d'une éolienne est classée en C, à savoir « *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* ».

Ainsi, pour ce scénario, le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze constitue un risque très faible, soit acceptable pour les personnes.

5. Projection de glace

Dans une zone d'effet de 397,5 m autour de l'éolienne, les calculs d'intensité révèle une exposition modérée au phénomène d'effondrement de l'éolienne. Le niveau de gravité pour ce scénario est différent pour les 3 éoliennes : pour l'éolienne 1 le niveau de gravité est de 1 - « Modéré », et pour les éoliennes 2 et 3 le niveau de gravité est de 2 – « Sérieux ». Enfin, selon les retours d'expérience disponible, la probabilité d'effondrement d'une éolienne est classée en B, à savoir « *Evénement probable* ».

Ainsi, pour ce scénario, le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze constitue un risque faible, soit acceptable pour les personnes.

L'analyse des risques réalisée pour le parc éolien de Saint-Symphorien-sur-Couze fait ressortir deux scénarios d'accident classés comme acceptables avec moyens de maîtrise des risques (risque faible) :

- le risque de chute de glace ;
- le risque de projection de glace.

Toutefois, au regard des moyens de maîtrise des risques mis en place et synthétisés dans le tableau en page 112, on constate qu'aucun des scénarios inventoriés ne présente de conséquences inacceptables.

9. ANNEXES

A1 – ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE POUR LA PERIODE 2000 – 2014

A2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE (2000 – 2012) – GUIDE TECHNIQUE DE L'INERIS POUR L'ELABORATION DES ETUDES DE DANGERS DANS LE CADRE DES PARCS EOLIENS, MAI 2012

ANNEXE 1 :

ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE POUR LA PERIODE 2000 – 2014

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	-
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
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour cartériser 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	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)	-
Rupture de pale	2004	Escalles-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise

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	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 (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
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 micropieux 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 + 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

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
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)

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
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 non éclaircie	Site FED Interne exploitant	-

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
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)	-
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 Quessant-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	-

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
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)
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	Interne exploitant	-

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
								base entraînant la chute de l'ensemble.		
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)

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
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)

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
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	-
Maintenance	06/02/2012	LEHAUCOURT	Ainse	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Au cours d'une opération de maintenance dans la nacelle d'une éolienne de 100 m de hauteur, un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un gravement (brûlures aux mains et au visage) et l'autre légèrement (brûlures aux mains). Les victimes portaient leurs EPI lors des faits. Un accident similaire s'était produit en 2009 (ARIA 35814).	Non communiqué	Aria	
Projection d'élément	11/04/2012	SIGEAN	Aude	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Une éolienne se met en arrêt automatique suite à l'apparition d'un défaut à 10 h. Des agents de maintenance la réarment à 12h14. Un défaut de vibration apparaît 11	foudre	Aria	

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
							minutes plus tard. Sur place, les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m.			
Chute de pale	05/2012	Chemin d'Ablis	Eure-et-Loir	52	2008	Oui	Chute d'une pale au pied d'une éolienne en plein champ	Cause en cours d'éclaircissement	Interne Exploitant	-
Effondrement	30/05/2012	PORT-LA-NOUVELLE	Aude	0,2	1191	non	Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut. Construit en 1991, l'aérogénérateur de 200 kW faisait partie des premières installations de ce type en France. Il était à l'arrêt pour réparations au moment des faits. Le site, ouvert au public, est sécurisé.	Non communiqué	Aria	
Projection d'élément	01/11/2012	VIEILLESPESE	Cantal	2,5	2011	Non communiqué	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât, à l'intérieur de la parcelle clôturée du parc de 4 aérogénérateurs de 2,5 MW mis en service en 2011.	Non communiqué	Aria	
incendie	05/11/2012	SIGEAN	Aude	0,66	Non communiqué	Non communiqué	Le feu s'est déclaré dans l'armoire électrique en pied d'éolienne. Un dysfonctionnement de disjoncteur situé sur l'éolienne a entraîné la propagation de courants de court circuit faisant fondre les câbles et entraînant un départ d'incendie dans la nacelle. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied	défaillance électrique	Aria	

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
							pourrait avoir agi comme circonstance aggravante.			
Chute de-pale	06/03/2013	CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE	Aude	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	<p>A la suite d'un défaut de vibration détecté à 19h05, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain à 9 h, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât. L'éolienne est mise en sécurité (2 pales restantes mises en drapeau, blocage du rotor, inspection du moyeu). Un périmètre de sécurité de 30 m est établi au pied de l'éolienne et la municipalité interdit l'accès à la zone. L'accident est déclaré à l'inspection des installations classées 48 h plus tard. L'une des pales de cette éolienne avait déjà connu un problème de fixation en novembre 2011. Les fixations de cette pale au moyeu avaient été remplacées et le serrage des vis des 2 autres avait été contrôlé en avril 2012. La veille du défaut de vibration, la machine s'était arrêtée après la détection d'un échauffement du frein et d'une vitesse de rotation excessive de la génératrice. Un technicien l'avait remise en service le matin même de l'accident sans avoir constaté de défaut.</p>	Non communiqué	Aria	

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
Incendie	17/03/2013	EUVY	Marne	Non communiqué	2011	Non communiqué	Des usagers de la N4 signalent vers 15h30 un feu dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant arrête 7 des 18 aérogénérateurs du parc. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. Des pompiers spécialisés dans l'intervention en milieux périlleux éteignent le feu en 1 h. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols. Le parc, mis en service en 2011, avait déjà connu un incendie quelques mois plus tôt selon la presse.	défaillance électrique	Aria	
Déchirure de pale	20/06/2013	LABASTIDE-SUR-BESORGUES	Ardèche	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Un impact de foudre endommage vers 15h30 une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées.	foudre	Aria	

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
Maintenance	01/07/2013	CAMBON-ET-SALVERGUES	Hérault	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient. L'intervention porte sur l'appoint en azote d'un accumulateur sous pression. Suite à cet accident l'exploitant modifie ses procédures de maintenance et renforce la formation des techniciens sur les aspects risques. Pour l'heure, il suspend les opérations de remplissage des accumulateurs dans les hubs d'éolienne et fait réaliser cette opération en atelier. Une modification des accumulateurs est également envisagée pour utiliser des modèles avec vanne intégrée.	défaillances organisationnelles	Aria	
Perte d'huile	03/08/2013	MOREAC	Morbihan	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique. Le produit pollue le sol sur 80 m². 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.	incident de maintenance	Aria	
Incendie	09/01/2014	ANTHENY	Ardennes	2,5	Non communiqué	Non communiqué	incendie de la nacelle (rotor intact)	incident électrique	Aria	
Chute de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Arrêt automatique à la suite d'un défaut « vibration ». Chute d'une pale de 20 m au pied du mât	Non communiqué	Aria	

ANNEXE 2 :

TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE (2000 – 2012) – GUIDE
TECHNIQUE DE L'INERIS POUR L'ELABORATION DES ETUDES DE DANGERS DANS
LE CADRE DES PARCS EOLIENS, MAI 2012

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	-

Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie	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
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour cartériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,48m, 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 (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-

Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

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 micropieux 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 2,5 m à 50m, 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)	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	-

Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

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
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)	-

Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

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)	-

Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

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)

Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

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
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)

Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

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
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)

Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

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
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	-

Version finale pour validation

