

EPURON



Etude de dangers

Projet du "Parc éolien de la Charente Limousine"

Communes d'Alloue, Ambernac et Saint-Coutant (16)



ATER Environnement –

RCS de Compiègne n° 534 760 517 – Code APE : 7112B

Siège : 38, rue de la Croix Blanche – 60680 GRANDFRESNOY

Tél : 06 11 92 52 66 – Mail : pauline.lemeunier@ater-environnement.fr

Rédacteur : Mme Pauline LEMEUNIER

SOMMAIRE

1	Préambule	5	10	Annexes	63
1.1.	Objectif de l'étude de dangers	5	10.1.	Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques	63
1.2.	Contexte législatif et réglementaire	5	10.2.	Probabilité d'atteinte et risque individuel	65
1.3.	Nomenclature des installations classées	6	10.3.	Glossaire	65
2	Informations générales concernant l'installation	7	10.4.	Bibliographie	67
2.1.	Renseignement administratif	7	10.5.	Table des illustrations	68
2.2.	Localisation du site	11	10.6.	Coordonnées WGS 84	69
2.3.	Définition du périmètre de l'étude	11	10.7.	K-Bis de la société « Parc éolien de la Charente Limousine »	70
3	Description de l'environnement de l'installation	13			
3.1.	Environnement lié à l'activité humaine	13			
3.2.	Environnement naturel	15			
3.3.	Environnement matériel	19			
3.4.	Cartographie de synthèse	23			
4	Description de l'installation	25			
4.1.	Caractéristiques de l'installation	25			
4.2.	Fonctionnement de l'installation	28			
4.3.	Fonctionnement des réseaux de l'installation	34			
5	Identification des potentiels de dangers de l'installation	35			
5.1.	Potentiels de dangers liés aux produits	35			
5.2.	Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	36			
5.3.	Réduction des potentiels de dangers à la source	36			
6	Analyse des retours d'expérience	39			
6.1.	Inventaire des accidents et incidents en France	39			
6.2.	Inventaire des accidents et incidents à l'international	41			
6.3.	Inventaire des accidents et incidents survenu sur les sites de l'exploitant	41			
6.4.	Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	41			
6.5.	Limites d'utilisation de l'accidentologie	42			
7	Analyse préliminaire des risques	43			
7.1.	Objectif de l'analyse préliminaire des risques	43			
7.2.	Recensement des événements exclus de l'analyse des risques	43			
7.3.	Recensement des agressions externes potentielles	43			
7.4.	Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	44			
7.5.	Effets dominos sur les ICPE	46			
7.6.	Mise en place des mesures de sécurité	47			
7.7.	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	50			
8	Etudes détaillées des risques	51			
8.1.	Rappel des définitions	51			
8.2.	Détermination des paramètres pour l'étude détaillée des risques	53			
8.3.	Synthèse de l'étude détaillée des risques	59			
9	Conclusions	61			

1 PREAMBULE

1.1. Objectif de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société « Parc éolien de la Charente Limousine », Maître d'Ouvrage et futur exploitant du parc, pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques de l'extension du parc éolien de la Charente Limousine, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, et 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 la Charente Limousine. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le Parc éolien de la Charente Limousine 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.

Cette étude a été réalisée à partir du guide de l'étude de dangers de Mai 2012 élaboré par l'INERIS, en étroite collaboration avec la DGPR, le SER et la FEE.

1.2. Contexte législatif et réglementaire

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'accidents 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. Ce contenu est défini par l'article R. 512-9 du Code de l'Environnement :

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

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

1.3. Nomenclature des installations classées

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

N°	A – Nomenclature des installations classées		
	Désignation de la rubrique.	A, E, D, S, C (1)	Rayon (2)
2980	Production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent (ensemble des machines d'un site) :		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m ; 2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât à 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.....	A	6
		A D	6

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

Tableau 1 : Nomenclature ICPE pour l'éolien terrestre (source : décret n°2011-984 du 23 août 2011)

Le parc éolien de la Charente Limousine comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (133,08 m à hauteur de tour pour ce site) : 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.

Pour mémoire : De manière plus précise, le projet du parc éolien de la Charente Limousine est constitué de huit éoliennes. Les aérogénérateurs envisagés ne sont pas connus précisément (nom du fournisseur, puissance unitaire précise) à la date du dépôt du présent dossier. Cependant, les données de vent sur le site ainsi que les contraintes et servitudes ont permis de définir une enveloppe dimensionnelle maximale (gabarit) à laquelle répondront les aérogénérateurs (tableau n°2) qui seront installés sur les positions précises, définies sur le tableau 13 page 27. Le parc comprend également huit structures de livraison composées chacune de deux postes de livraison.

Nom d'aérogénérateur	Constructeur	Puissance (MW)	Hauteur au moyeu (m)	Diamètre rotor (m)	Hauteur en bout de pale (m)
SWT-3.0-113	Siemens	3000	115	113	171,5
M114-3,2	Senvion	3200	123	114	180
E115	Enercon	3000	135,4	115	192,9
N117	Nordex	3000	120	116,8	178,5
M122-3	Senvion	3000	119	122	180
V126	Vestas	3300	117	126	180

Tableau 2 : Inventaire des éoliennes possibles (non exhaustif) pour le projet (source : EPURON, 2014)

Les caractéristiques dimensionnelles sont donc déterminées de façon à ce que la combinaison des éléments qui composent l'aérogénérateur ne dépasse pas les 192,9 m de hauteur maximale en bout de pale en position verticale. Tout en respectant cette hauteur maximum, les hauteurs des mâts pourront varier entre 113,5 m et 133,08 m et pour les pales entre 55 m et 61,66 m.

Ces caractéristiques dimensionnelles permettent d'englober les machines disponibles aujourd'hui sur le marché et qui seraient appropriées pour le site.

Ainsi, dans la présente étude, nous nous sommes placés de manière systématique dans les cas les plus contraignants à savoir :

- Hauteur maximale d'éolienne : 192,9 m ;
- Diamètre rotor maximal : 126 m ;
- Base de mât maximal : 14,5 m ;
- Hauteur de mât : 133,08 m ;
- Hauteur au moyeu : 135,4 m ;
- Accroche de la pale : 2,7 m.

⇒ Ainsi, pour ce parc éolien, la hauteur maximale, en bout de pale, de l'éolienne sera de 192,9 m pour une puissance totale évoluant entre 24 et 26,4 MW.

2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1. Renseignement administratif

Le demandeur est la société « Parc éolien de la Charente Limousine », le Maître d'Ouvrage du projet et futur exploitant du parc.

L'objectif final de la société « Parc éolien de la Charente Limousine » est la construction du parc avec les éoliennes les plus adaptées au site, la mise en service, l'opération et la maintenance du parc pour le compte de la société « Parc éolien de la Charente Limousine » pendant la durée d'exploitation du parc éolien.

La société « Parc éolien de la Charente Limousine » sollicite l'ensemble des autorisations liées à ce projet et prend l'ensemble des engagements en tant que future société exploitante du parc éolien.

Raison sociale	PARC EOLIEN DE LA CHARENTE LIMOUSINE
Forme juridique	SARL
Capital social	7 500 €
Siège social	9 avenue de Paris BP 161 – 94305 VINCENNES cedex
Registre du Commerce	803 306 174 R.C.S CRETEIL
N° SIRET	803 306 174 00019
Code NAF	3511 Z / Production d'électricité

Tableau 3 : Référence administrative de la société Parc éolien de la Charente Limousine (source : EPURON, 2014)

Nom	GODMET	GILBERT
Prénom	Jean-Baptiste	Benoit
Nationalité	Française	Française
Qualité	Gérant	Gérant

Tableau 4 : Références du signataire pouvant engager la société (source : EPURON, 2014)

Pour plus de renseignements, un KBis de la société « Parc éolien de la Charente Limousine » est disponible au chapitre 10.7. La présente étude de dangers a été rédigée par Mme Pauline LEMEUNIER du bureau d'études ATER Environnement dont l'ensemble des coordonnées administratives se trouve au recto de la page de garde.

2.2.1. Le groupe EPURON ENERGIE RENOUVELABLES

Le Groupe EPURON ENERGIES RENOUVELABLES a pour vocation de développer, exploiter et d'investir des moyens de production d'électricité utilisant les énergies renouvelables.

2.2.2. La société EPURON

Présentation

La société « Parc éolien de la Charente Limousine », pétitionnaire et Maître d'ouvrage, présentera seule la qualité d'exploitance des installations visées par la présente demande et assurera, à ce titre, le respect de la législation relative aux installations classées, tant en phase d'exploitation qu'au moment de la mise à l'arrêt.

Compte tenu de la nature de l'activité de la société, le « Parc éolien de la Charente Limousine » s'appuiera sur les compétences des filiales du groupe et des prestataires expérimentés de la filière éolienne.

Son organisation

La société EPURON SAS assure les missions liées au développement du projet et de la coordination de sa construction, dans le cadre de contrats de services de développement et de construction avec la société « Parc éolien de la Charente Limousine ». En 2013, le groupe EPURON comprend 20 personnes réparties sur quatre sites : Vincennes, Nantes, Fruges et Ham. Leur compétence et leurs disponibilités garantissent un contact et des services de qualité à leurs clients et correspondants locaux.

Grâce à un réseau régional et international de compétences, la société EPURON SAS a acquis un savoir-faire lui permettant de maîtriser toutes les étapes de la réalisation de projets éoliens. Pour mener à bien ses projets, une large concertation est menée auprès des riverains, des élus et des administrations afin de permettre la meilleure intégration du parc éolien dans le territoire.

La société CSO Energy, filiale de la société EPURON ENR dédiée à l'exploitation, exploite les parcs éoliens des producteurs d'électricité souhaitant s'offrir les services de professionnels spécialisés et expérimentés afin de gérer et préserver efficacement leurs intérêts. Le personnel hautement qualifié et aux compétences diversifiées garantit le fonctionnement optimal des centrales et offre les services d'un interlocuteur pertinent auprès des fournisseurs de services choisis par les producteurs.

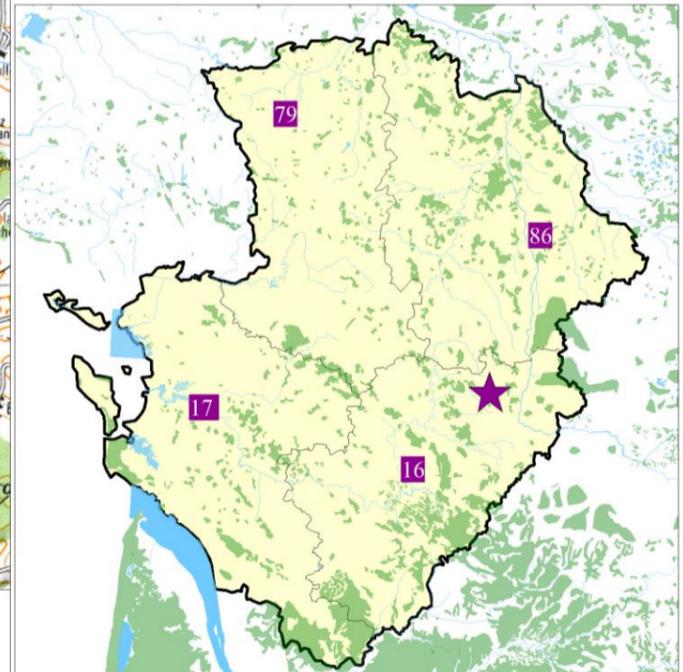
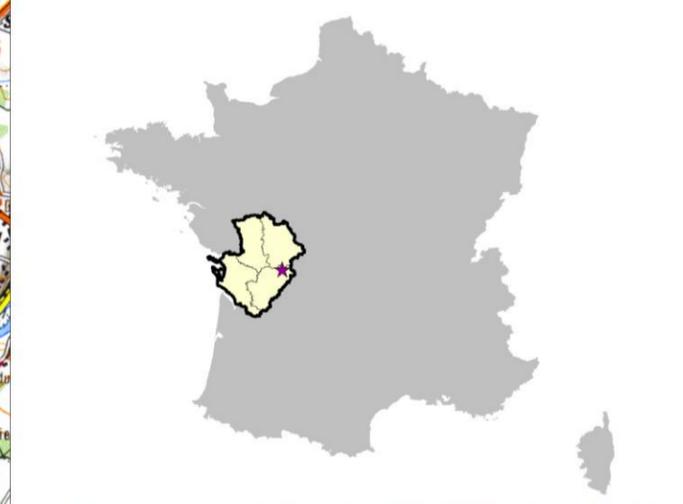
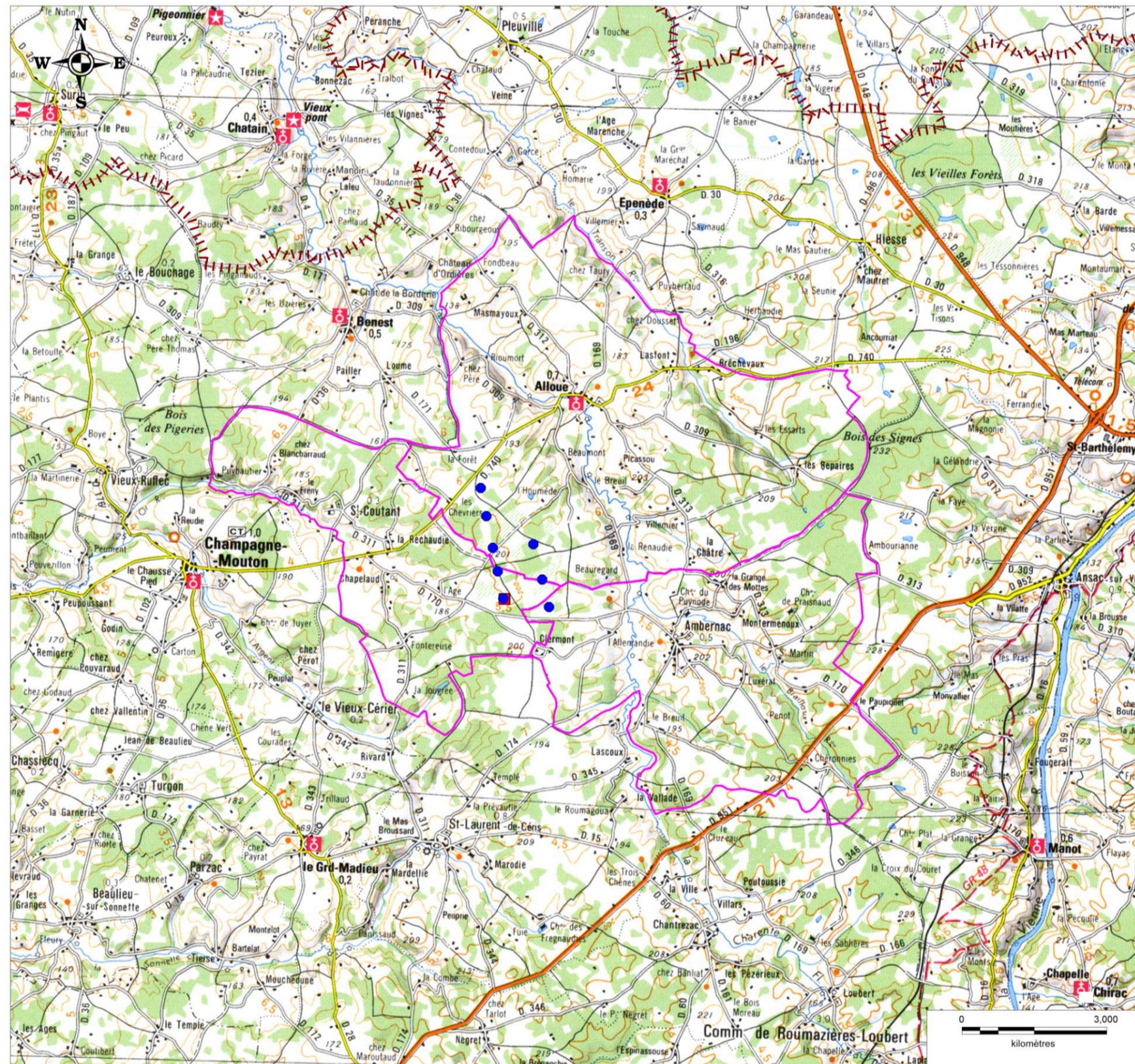
Actuellement l'équipe de CSO Energy apporte son soutien à plus de 35 clients ce qui représente 389 éoliennes soit une capacité totale de plus de 650 MW en France.

Localisation géographique

Echelle : 1/80 000 ème

Légende :

- Parc éolien projeté :
 - Eolième
 - Poste de livraison
- Limites territoriales :
 - Limite communale
 - ▬ Limite départementale Charente / Vienne



Sources. Scan100® ©IGN PARIS - Licence EPURON - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mai 2014.

Carte 1 : Localisation géographique de l'installation

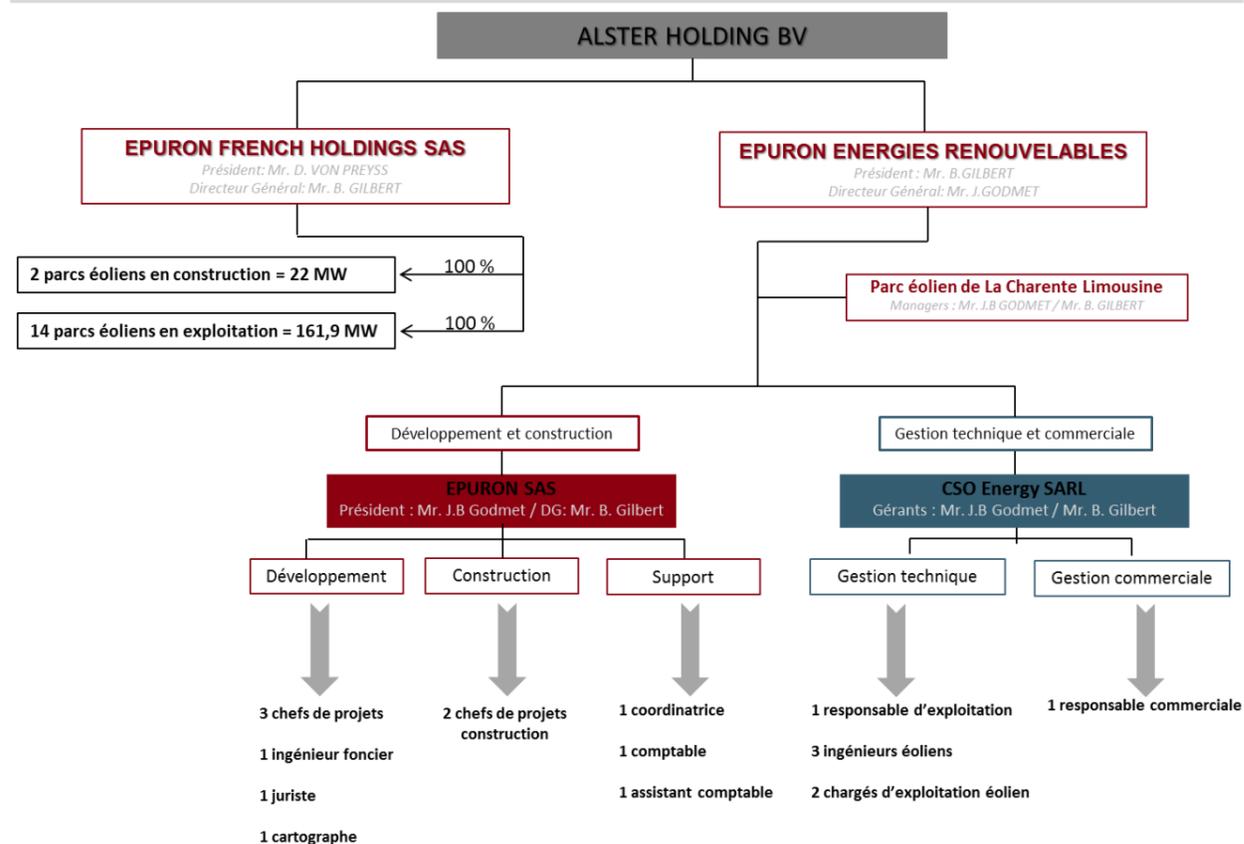


Figure 1 : Organigramme de la Holdings (source : EPURON, 2014)

Les références du groupe

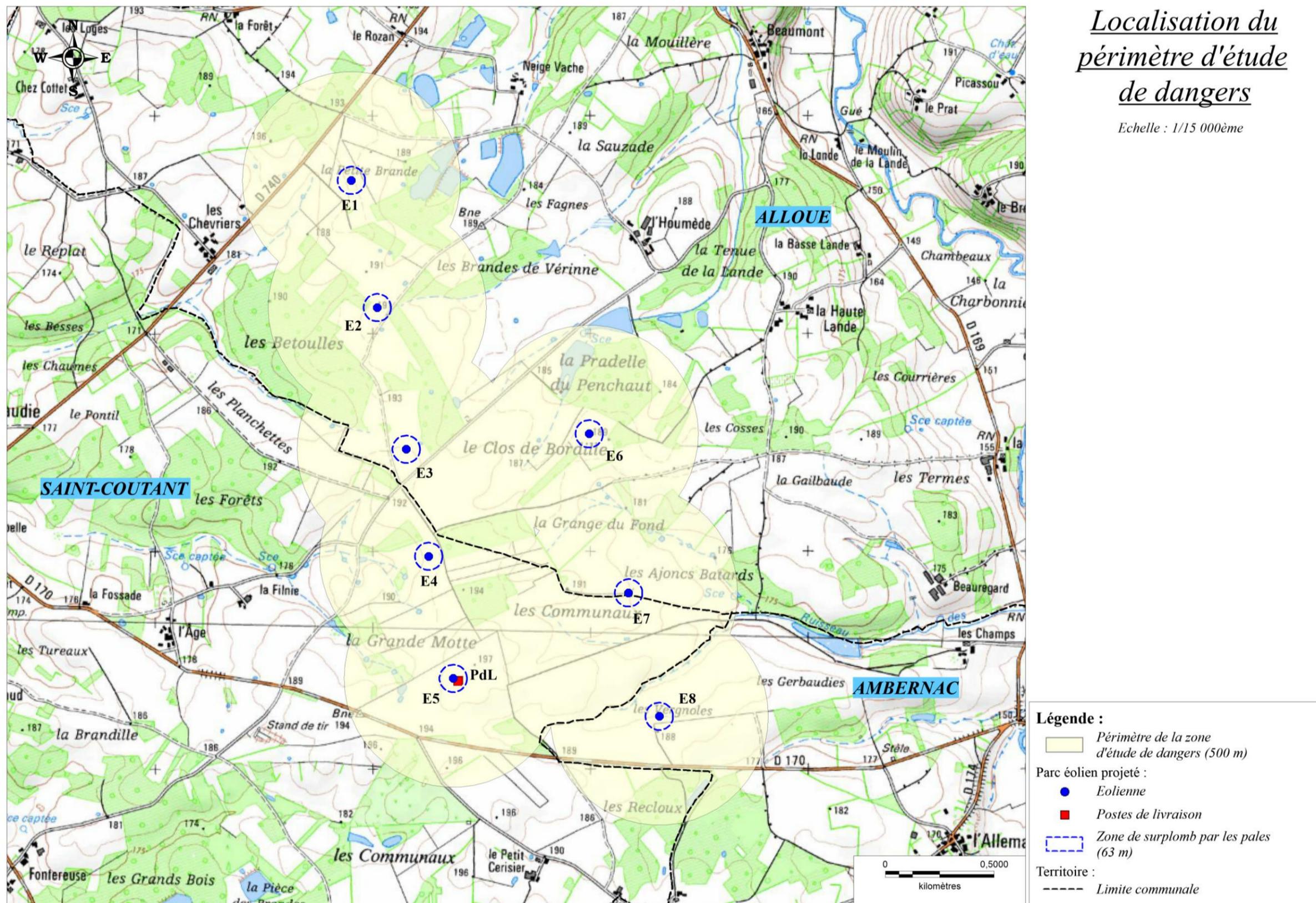
Ci-dessous, se trouvent les tableaux recensant les parcs éoliens développés par la société EPURON, en exploitation par la société CSO Energy et en cours de construction de la société EPURON SAS.

NOS REALISATIONS						
PARCS EN INSTRUCTION						
Nom du projet éolien	Région	Département	Nbre d'éoliennes	Type d'éoliennes	Puissance unitaire	Puissance totale
Vallée de Torfou	Centre	Indre (36)	8	N100	2,5 MW	20 MW
PARCS EN CONSTRUCTION						
Nom du projet éolien	Région	Département	Nbre d'éoliennes	Type d'éoliennes	Puissance unitaire	Puissance totale
Fresnoy-Brancourt	Picardie	Aisne (02)	6	E82	2,3 MW	13,8 MW
Le Mélier	Picardie	Somme (60)	4	MM92	2,05 MW	8,2 MW
PARCS DEVELOPPES ET/OU CONSTRUITS PAR EPURON						
Nom du projet éolien	Région	Département	Nbre d'éoliennes	Type d'éoliennes	Puissance unitaire	Puissance totale installée
BONNEUIL-LES-EAUX	Picardie	Oise (60)	5	N90	2,4 MW	12 MW
DERVAL LUSANGER	Pays de Loire	Loire-Atlantique (44)	8	MM82	2 MW	16 MW
CHAUDE VALLEE	Picardie	Somme (80)	6	MM92	2 MW	12 MW
MORVILLERS	Picardie	Somme (80)	6	MM92	2 MW	12 MW
HAUTS MOULINS	Champagne-Ardenne	Marne (51)	6	V90	2 MW	12 MW
MOULINS DES CHAMPS	Champagne-Ardenne	Marne (51)	6	V90	2 MW	12 MW
PLAINE DYNAMIQUE	Champagne-Ardenne	Marne (51)	5	V90	2 MW	10 MW
SAINT RIQUIER 1	Picardie	Somme (80)	5	E70	2,3 MW	11,5 MW
SAINT RIQUIER 2	Picardie	Somme (80)	6	E70	2,3 MW	12 MW
SAINT RIQUIER 3	Picardie	Somme (80)	7	E70	2 MW	14 MW
SAINT RIQUIER 4	Picardie	Somme (80)	6	E70	2 MW	12 MW
LA SOUTERRAINE	Limousin	Creuse (23)	4	G97	2 MW	8 MW
PATIS	Pays de Loire	Maine et Loire (49)	3	N100	3 X 2,3 MW	7,5 MW
OYRE SAINT SAUVEUR	Poitou-Charente	Vienne (86)	5	E82	2 X 2 MW	10,9 MW

Tableau 5 : Parcs éoliens développés, en exploitation et en cours de construction (source : EPURON, 2014)

Localisation du périmètre d'étude de dangers

Echelle : 1/15 000ème



Source: Scan25® ©IGN PARIS - Licence EPURON - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mai 2014.

Carte 2 : Définition du périmètre d'étude de dangers

2.2. Localisation du site

2.2.1. Localisation générale

Le parc éolien de la Charente Limousine composé de huit aérogénérateurs et de deux structures de livraison, est localisé sur les territoires des communes d'ALLOUE, AMBERNAC et SAINT-COUTANT qui appartiennent au département de la Charente (16) (cf. carte n°1).

Il est situé à 14 km à l'Ouest de Confolens, 50 km au Nord-Est d'Angoulême, 62 km au Nord-Ouest de Limoges et 84 km au Sud-Est de Niort.

2.2.2. Identification cadastrale

Les parcelles concernées par l'activité de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent sont présentées dans le tableau ci-dessous. Toutes ces parcelles sont maîtrisées par le Maître d'Ouvrage via des promesses de bail emphytéotique et/ou des promesses de convention de servitudes.

Les limites de propriété de l'installation correspondent aux mâts des éoliennes et aux postes de livraison. Le détail est présenté dans le tableau ci-contre.

Remarque : La preuve de la maîtrise foncière (attestations) se trouve en annexe du dossier intitulé « Dossier de demande », joint au présent dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter.

2.3. Définition du périmètre de l'étude

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 8.2.4.

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

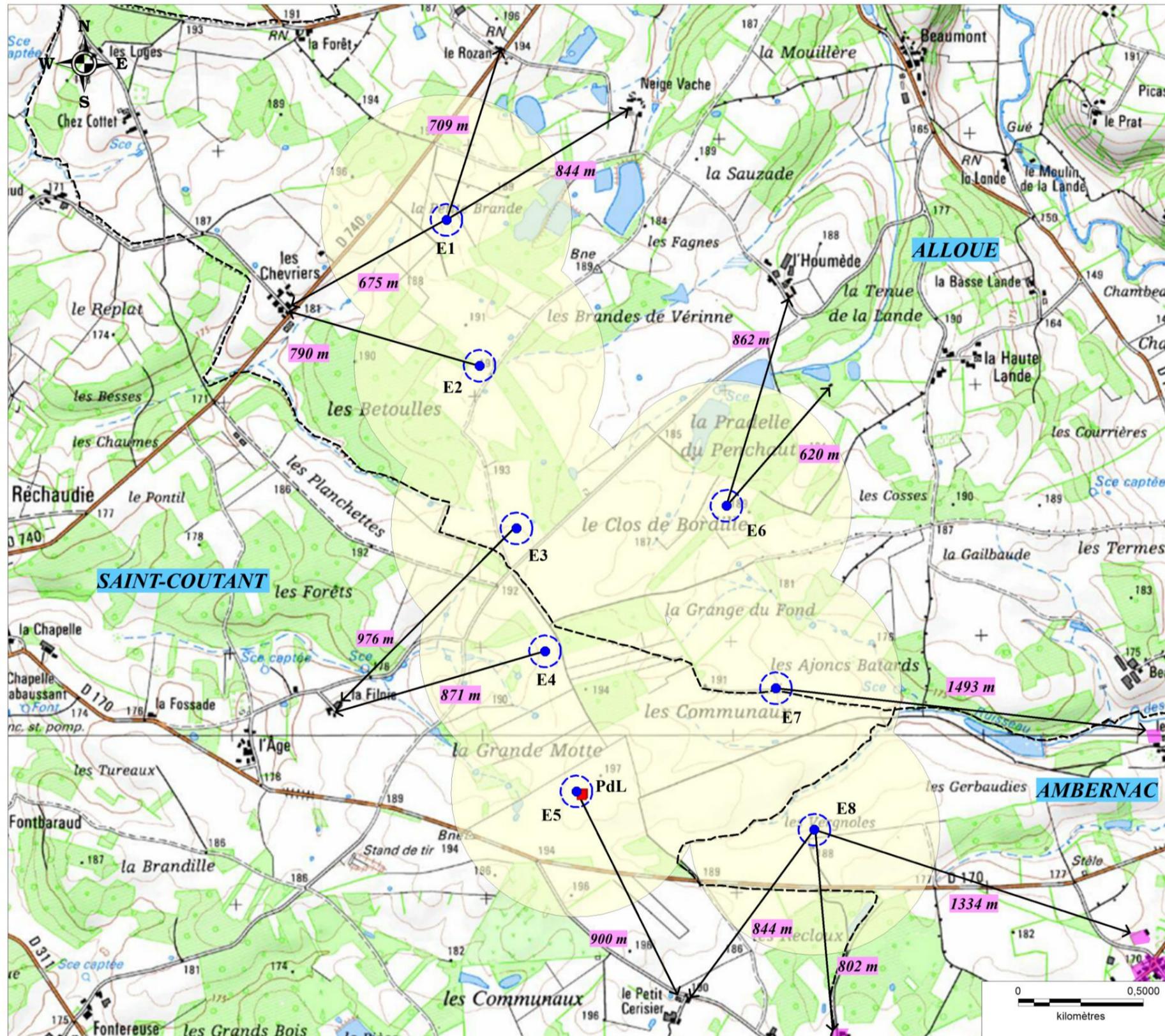
Eolienne	Commune	Lieu-Dit	Section	Numéro	Superficie (m ²)
E1	Alloue	LA PETITE BRANDE ET LA FONT DES BRANDES	G	684	127 530
E2	Alloue	LES BETOULLES	G	579	10 715
E3	Alloue	LES FORETS	G	565	110 230
E4	Saint-Coutant	LA GROSSE MOTTE	C	325	88 630
E5	Saint-Coutant	LA GROSSE MOTTE	C	713	38 702
E6	Alloue	LES CHATAIGNIERS ET LE CLOS DE BORDILLE	G	378	8 146
E7	Alloue	LA CORNUE ET LA GRANDE FOND	G	685	99 850
E8	Ambernac	LES VERGNOLES	H	152	12410
PDL 1 et 2	Saint-Coutant	LA GROSSE MOTTE	C	713	38 702

Tableau 6 : Identification des parcelles cadastrales (source : EPURON, 2014)

Remarques : Les attestations de la maîtrise foncière se trouvent en annexe du dossier administratif joint au présent dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter.

Distance aux zones urbanisées et à urbaniser

Echelle : 1/15 000ème



Légende :

- Périmètre de la zone d'étude de dangers (500 m)
- Parc éolien projeté :
- Eolienne
- Postes de livraison
- Zone de surplomb par les pales (63 m)
- Territoire :
- Limite communale
- Urbanisme :
- Zone constructible
- Distance aux habitations et aux futures zones urbanisables

Source: Scan25® ©IGN PARIS - Licence EPURON - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mai 2014.

Carte 3 : Distance aux premières zones urbanisées ou à urbaniser

3 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

3.1. Environnement lié à l'activité humaine

3.1.1. Zones urbanisées et urbanisables

L'habitat est relativement dispersé dans la zone d'étude. Des hameaux et des fermes circonscrivent le parc éolien envisagé. Ainsi, le parc projeté est éloigné des zones constructibles (construites ou urbanisables dans l'avenir) de :

- Territoire d'ALLOUE (RNU) :
 - ✓ Hameau « Les Chevriers » à 675 m (E1) ;
 - ✓ Hameau « Les Chevriers » à 790 m (E2) ;
 - ✓ Ferme « Le Rozan » à 709 m (E1) ;
 - ✓ Ferme « Neige Vache » à 844 m (E1) ;
 - ✓ Habitation isolée au niveau de La Pradelle du Penchaut à 620 m (E6) ;
 - ✓ Hameau de L'Houmède à 862 m (E6) ;
- Territoire d'AMBERNAC (Carte communale) :
 - ✓ Ferme « Les Champs » à 1493 m (E7) ;
 - ✓ Hameau « Clermont » à 802 m (E8) ;
 - ✓ Hameau « L'Allemandie » à 1334 m (E8) ;
- Territoire de SAINT-COUTANT (RNU) :
 - ✓ Ferme « La Filnie » à 871 m (E4) ;
 - ✓ Ferme « La Filnie » à 976 m (E3) ;
 - ✓ Ferme « Le Petit Cerisier » à 844 m (E8) ;
 - ✓ Ferme « Le Petit Cerisier » à 900 m (E5).

⇒ Dans le périmètre de la zone d'étude de dangers, aucune zone urbanisée n'est présente. La première habitation est à 620 m du parc (territoire d'ALLOUE).

Focus démographique sur les communes intégrant le périmètre d'étude de dangers

Les territoires communaux intégrant le périmètre d'étude de dangers sont ALLOUE, AMBERNAC et SAINT-COUTANT, communes d'accueil de l'installation.

L'estimation de la population de ces communes est indiquée dans le tableau ci-dessous (Recensement Général de la Population, 2009).

Commune	Nb Habitant	Densité (Hab./m ²)	Nb de logement	Maisons individuelles
ALLOUE	527	11,3	357	97,5 %
AMBERNAC	405	13,5	263	100 %
SAINT-COUTANT	215	11,1	143	99,3 %

Tableau 7 : Quelques indicateurs de la population et leur logement (Insee, 2009)

Relatif aux territoires accueillant le projet, la commune d'ALLOUE est la commune la plus peuplée. Elle compte plus de 500 habitants en 2009 d'après les données de l'INSEE. Les autres communes sont des villages ne dépassant pas les 410 habitants, voire même les 250 habitants pour la commune de SAINT-COUTANT (215 habitants en 2009).

Ces communes ont une faible croissance démographique depuis 1999, voire négative pour les communes d'AMBERNAC (- 0,4 %) et SAINT-COUTANT (- 0,4 %).

La densité de population estimée en 2009 à l'échelle des communes intégrant le périmètre d'étude de dangers montre que toutes les communes présentent une densité très nettement inférieure à celle du département et de la région (Charente : 59,0 hab/km², Poitou-Charentes : 68,2 hab./km²), **ce qui confère aux territoires d'implantation un caractère rural.**

De manière générale, l'habitat est constitué en grande majorité de maisons individuelles (en moyenne un peu plus de 98 %). Notons que ces territoires comptent plusieurs zones urbanisées. **L'habitat est donc plutôt dispersé.**

Document d'urbanisme

Les communes d'ALLOUE et SAINT-COUTANT ne disposent pas de document d'urbanisme régissant leurs territoires. En l'absence de document d'urbanisme approuvé, le Règlement National de l'Urbanisme (RNU, Code de l'Urbanisme) s'applique.

Un territoire communal intégrant le périmètre de dangers est doté de document d'urbanisme. Il s'agit de :

- AMBERNAC : Carte communale adoptée par le conseil municipal le 27 juin 2013,
- ALLOUE : La carte communale est en cours d'élaboration. La commune prend en compte le site d'étude dans la rédaction de ce document.

Aucun SCoT (Schéma de Cohérence Territoriale) n'existe pour ces communes.

3.1.2. Etablissement recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est présent sur le territoire de la zone d'étude de dangers.

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

Installations nucléaire de base

Aucune centrale nucléaire ne se trouve à proximité du projet. La centrale la plus proche est celle de Civaux située à 56 kilomètres au Nord-Est du projet. Le site n'est donc pas soumis à un risque nucléaire.

Etablissement SEVESO

Aucun établissement classé SEVESO n'est recensé sur les territoires du périmètre d'étude de dangers.

L'établissement classé « SEVESO seuil haut » le plus proche est localisé à environ 90 km au Sud-Ouest du site d'implantation. Il s'agit la société JAS HENNESSY dont l'activité est le stockage d'alcool de cognac. L'établissement classé « SEVESO seuil bas » le plus proche est situé à environ 66 km au Sud-Ouest de la zone d'implantation. Il s'agit de la société MARTELL dont l'activité est le stockage d'alcool de cognac.

⇒ Aucun établissement SEVESO n'intègre le périmètre de la zone d'étude de dangers.

Etablissement ICPE – hors éolien

Relatif aux sites Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.), il a été recensé les installations suivantes (source : basias.fr, 2013) :

- **Alloue** - cinq établissements, dont l'activité est terminée
 - * dépôt de ferrailles ;
 - * 3 stations-service ;
 - * mine de plomb argentifère, zinc ;
- **Ambernac** - deux établissements, dont l'activité est terminée
 - * station-service ;
 - * four à chaux et à tuiles ;
- **Saint-Coutant** - aucun établissement n'est recensé.

⇒ Aucun établissement ICPE (hors éolien) n'intègre le périmètre de la zone d'étude de dangers.

Etablissement ICPE éolien

La Ferme éolienne du Confolentais a été accordée. Ce parc constitué de six éoliennes est situé sur les communes de Saint-Coutant, Champagne-Mouton et Vieux-Cérier à 2,9 km au Sud-Ouest de l'éolienne E5 la plus proche.

⇒ Aucun parc éolien n'intègre le périmètre de la zone d'étude de dangers.

3.1.4. Autres activités

Le périmètre d'étude de dangers, recouvre principalement des zones de pâture où une activité agricole est exercée, ainsi que des zones forestières.

3.2. Environnement naturel

3.2.1. Contexte climatique

Le territoire d'étude est soumis à un **climat océanique dégradé**. Il s'agit de celui de la Charente limousine, plus humide et plus frais que celui du reste du département. Il se rapproche plus du climat de la ville de Limoges que celui de la station départementale de Cognac.

Remarque : La station de référence la plus proche est celle de Confolens, située à 14 km à l'Est du site.

Température

L'amplitude de la variation annuelle de la température moyenne de l'air est d'environ 15,1°. La température moyenne du mois de Janvier est de 3,6° (minimum moyen 0,9° - maximum moyen 6,3°) ; les hivers sont généralement assez doux. La température de Juillet est de l'ordre de 18,7° (minimum moyen 14,1° - maximum moyen 23,3°).

La moyenne annuelle avoisine 10,9°C.

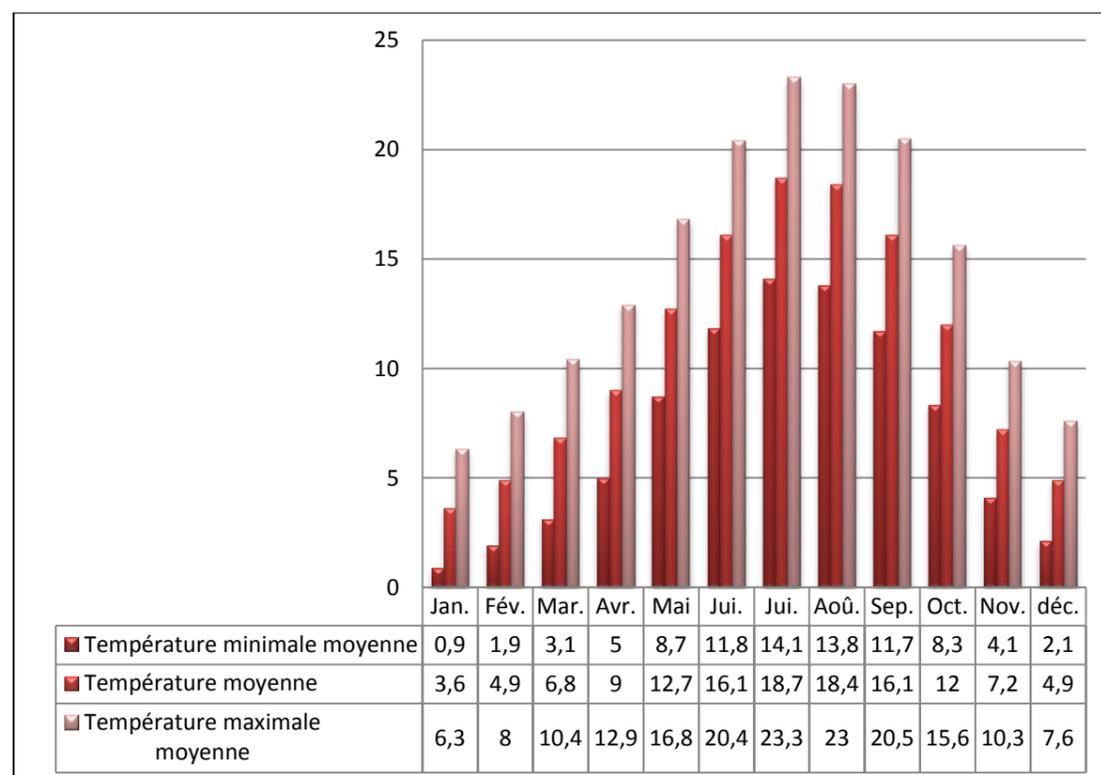


Figure 2 : Illustration des températures de 1961 à 1990 – Station de Confolens (Source : Insee, Station de Confolens)

Pluviométrie

Le mois de mai est le mois le plus pluvieux de l'année avec 104,2 mm en moyenne. Il est observé un déficit pluvieux de juin à septembre avec une moyenne de 70,1 mm.

Entre 1961 et 1990, la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée est de 1 022,9 mm.

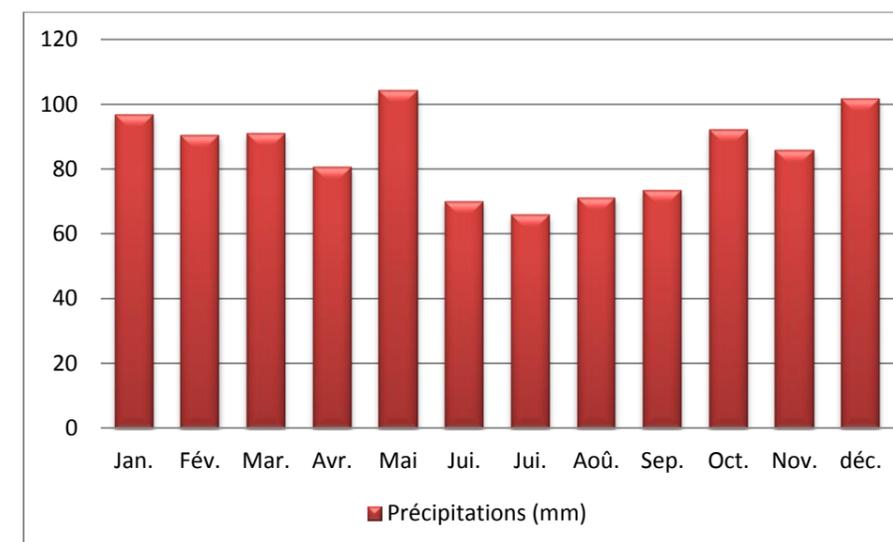


Figure 3 : Illustration des précipitations de 1961 à 1990 – Station de Confolens (source : Insee, Station de Confolens)

Neige / Gel

La ville de Confolens ne possède pas de valeur concernant le nombre de jours de neige par an. En revanche, la ville de Limoges compte 17 jours de neige par an contre 14 jours par an pour la moyenne nationale. Elle connaît également 74 jours de gel par an.

Orage, grêle, brouillard, tempête

La ville de Limoges compte 23 jours d'orage par an contre 22 jours pour la moyenne nationale. Le climat est moyennement orageux avec une densité de foudroiement (21) légèrement supérieure à la moyenne nationale (20). Elle connaît également 62 jours de brouillard contre 40 jours par an pour la moyenne nationale, principalement entre octobre et février. Enfin, elle compte 2 jours de grêle par an en moyenne, surtout au printemps.

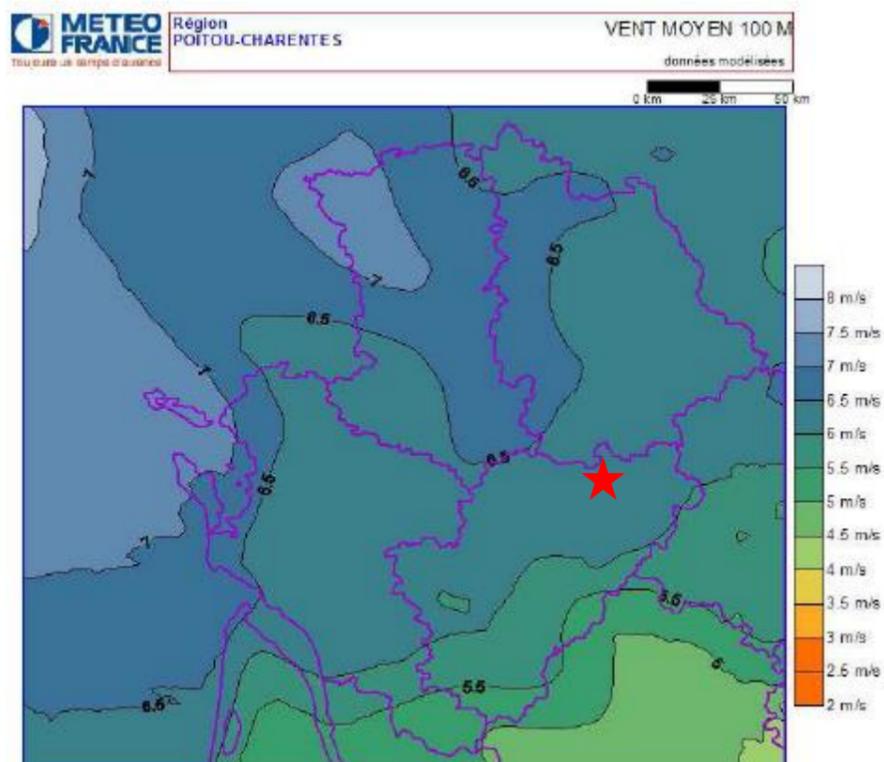
Le vent est dit fort lorsque les rafales dépassent 57 km/h. La ville de Limoges connaît 23 jours par an de vent fort.

Ensoleillement

Le secteur d'étude bénéficie d'un ensoleillement légèrement supérieur à la moyenne nationale : 1 975 h pour la station de Confolens contre 1 973 h pour la moyenne française.

Vent

D'après le schéma éolien de la région Poitou-Charentes, la vitesse des vents du site, à 100 m d'altitude est estimée entre 6 et 6.5 m/s.



Carte 4 : Carte des vents de la région Poitou-Charentes, à 100 m d'altitude – Légende : Etoile rouge / Localisation du site (source : Schéma Régional Eolien Poitou Charentes, 2012)

Mât de mesure

Un mât de mesure a été implanté sur le territoire d'Alloue entre avril 2010 et octobre 2013. Ce mât permet de préciser les caractéristiques des vents localement. Ce mât de mesure est équipé de trois anémomètres et d'une girouette afin d'évaluer finement le gisement éolien local.

Le potentiel mesuré est de 5.4 m/s à 80 mètres. Ces mesures confirment la carte des vents de la région Poitou-Charentes car l'extrapolation verticale des données à 100 mètres nous indique une vitesse de vent moyenne supérieure à 6 m/s.

- ⇒ Le site d'étude est soumis à un climat océanique dégradé, caractérisé par des hivers doux et de fortes précipitations (fréquence et quantité).
- ⇒ La vitesse des vents et la densité d'énergie observées à proximité du site définissent aujourd'hui ce dernier comme bien venté et parfaitement compatible avec l'installation d'éoliennes.

3.2.2. Risques naturels

L'information préventive sur les risques majeurs naturels et technologiques est essentielle pour renseigner la population sur ces risques dans le département mais aussi sur les mesures de sauvegarde mises en œuvre par les pouvoirs publics.

Le droit à cette information, institué en France par la loi du 22 juillet 1987 et inscrit à présent dans le Code de l'Environnement, a conduit à la rédaction dans la Charente d'un dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM). En 2012, il a fait l'objet à nouveau d'une révision. C'est sur ce rapport arrêté le 25 avril 2012 que l'analyse se base.

⇒ Notons que l'arrêté de la Préfecture de la Charente, en date du 25 avril 2012 fixant la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs, indique que les territoires des communes d'Alloue et Ambernac sont concernés par un Plan de Prévention au Risques Naturels ou Technologiques. En revanche, la commune de Saint-Coutant n'est concernée par aucun Plan de Prévention au Risques Naturels ou Technologiques (cf. tableau ci-dessous).

COMMUNES	RISQUES NATURELS				RISQUES TECHNOLOGIQUES		
	Séismes (zone de sismicité)	Inondations PPRI	Mouvements de terrain	Feux de forêt PDPFCI	Risque industriel PPRT / PPI	Rupture de barrage PPI	Transport de Matières Dangereuses
ALLOUE	faible					Mas Chaban	
AMBERNAC	faible					Mas Chaban	RD 951
SAINT-COUTANT	faible						

Tableau 8 : Synthèse des risques majeurs sur les territoires d'implantation du parc projeté (source : DDRM 16, 2012)

Arrêté de catastrophes naturelles

Les communes intégrant le périmètre de l'étude de dangers ont fait l'objet d'arrêtés de catastrophe naturelle (source : www.prim.net) pour cause de :

Commune	Nature de la catastrophe naturelle	Date arrêté
ALLOUE	Inondations et coulées de boue	11/01/1983
	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	11/07/2012
AMBERNAC	Inondations et coulées de boue	11/01/1983
	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
SAINT-COUTANT	Inondations et coulées de boue	11/01/1983
	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999

Tableau 9 : Inventaire des arrêtés de catastrophe naturelle sur le périmètre de l'étude de dangers (source : prim.net, 2013)

Inondation

Définition

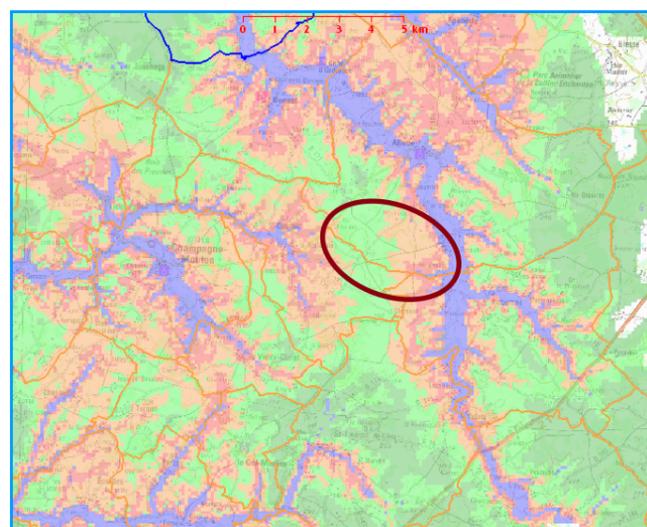
Une inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau.

On distingue trois types d'inondations :

- la montée lente des eaux par débordement d'un cours d'eau ou remontée de la nappe phréatique,
- la formation rapide de crues torrentielles consécutives à des averses violentes,
- Le ruissellement pluvial renforcé par l'imperméabilisation des sols et les pratiques culturales limitant l'infiltration des précipitations.

Les territoires communaux d'Alloue, Ambernac et Saint-Coutant ne sont pas inclus dans un Plan de Prévention aux Risques Inondations. En revanche, ces communes intègrent les Atlas de Zone Inondable suivants (source : prim.net, 2013 :

- **Alloue :**
 - ✓ Charente ;
 - ✓ Clain ;
 - ✓ La Charente Amont ;
 - ✓ Le Transon ;
- **Ambernac :**
 - ✓ Charente ;
 - ✓ La Charente Amont ;
- **Saint-Coutant :**
 - ✓ Argent-Or.



Carte 5 : Sensibilité des territoires d'Alloue, Ambernac et Saint-Coutant aux phénomènes d'inondations par remontée de nappe – Légende : Cercle rouge / Implantation du site (source : inondationsnappes.fr, 2013)

Sur le territoire d'étude

Les communes d'Alloue, Ambernac et Saint-Coutant figurent dans au moins un Atlas des Zones Inondables.

⇒ Les territoires d'Alloue, Ambernac et Saint-Coutant intègrent au moins un Atlas de Zone Inondable. Toutefois, le site d'implantation intègre un des points hauts de cette zone. Le risque d'inondation est donc modéré.

Mouvements de terrain

Définition

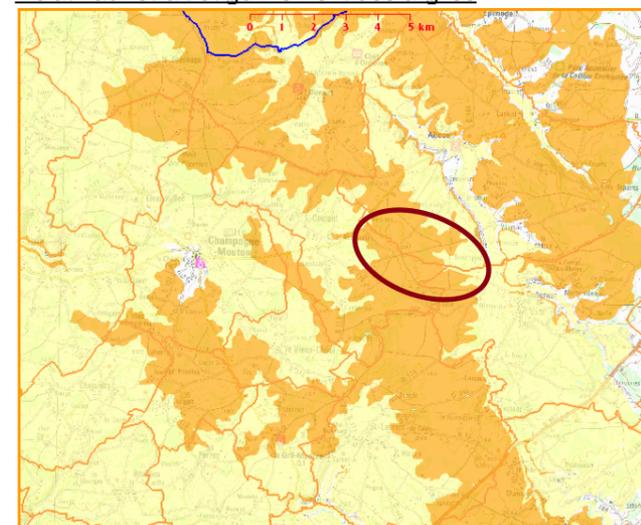
Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Les volumes en jeux sont compris entre quelques mètres cubes et quelques millions de mètres cubes. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou très rapides (quelques centaines de mètres par jour).

Sur le territoire d'étude

Relatif aux cavités : Les communes d'Alloue, Ambernac et Saint-Coutant ne présentent pas sur leurs territoires de cavités (source : bdcavité.net, 2013).

⇒ Les territoires d'accueil ne sont pas identifiés comme présentant un risque de mouvement de terrain relatif aux cavités par le DDRM 16.

Relatif au retrait et gonflement des argiles :



Carte 6 : Alés retrait-gonflement des argiles sur le site d'étude – Légende : Cercle rouge / Implantation du site (source : www.argiles.fr, 2013)

⇒ Le site d'implantation est soumis à un alés moyen voire faible par endroit de retrait et gonflement des argiles. Ce point sera confirmé ou infirmé par la réalisation de sondages lors de la phase de travaux.

Risque sismique

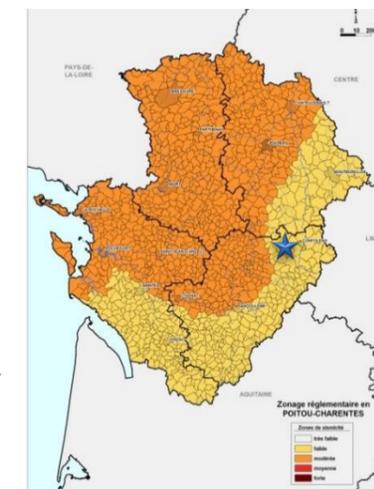
Définition

Un séisme est une fracturation brutale des roches en profondeur créant des failles dans le sol et parfois en surface, et se traduisant par des vibrations du sol transmises aux bâtiments. Les dégâts observés sont fonction de l'amplitude, de la durée et de la fréquence des vibrations.

Le séisme est le risque naturel majeur qui cause le plus de dégâts.

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

Carte 7 : Zones sismiques en Poitou-Charentes – Légende : Etoile bleue / Localisation du site (source : planseisme.fr, 2013)



Sur le territoire d'étude

L'actuel zonage sismique classe les territoires d'accueil du projet en zone de sismicité faible. L'indice de sismicité 2 est soumis à des règles de construction parasismiques qui sont applicables aux nouveaux bâtiments et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

⇒ Les territoires d'accueil du parc projeté sont donc soumis à un risque sismique faible.

Feux de forêt

Définition

Les feux de forêts sont des incendies qui se déclarent et se propagent sur une surface d'au moins un demi-hectare de forêt, de lande, de maquis, ou de garrigue.

Pour se déclencher et progresser, le feu a besoin des trois conditions suivantes :

- **une source de chaleur (flamme, étincelle)** : très souvent l'homme est à l'origine des feux de forêts par imprudence (travaux agricoles et forestiers, cigarettes, barbecue, dépôts d'ordures...), accident ou malveillance,
- **un apport d'oxygène** : le vent active la combustion,
- **un combustible** (végétation) : le risque de feu est lié à différents paramètres : sécheresse, état d'entretien de la forêt, composition des différentes strates de végétation, essences forestières constituant les peuplements, relief,...

Sur le territoire d'étude

Le département de la Charente figure depuis 1993 parmi les 28 départements français classés en zone à haut risque. La forêt charentaise, qui couvre 117 700 ha représentant 19,7 % du territoire départemental, est exposée aux incendies. Sur la période 2006-2010, la surface parcourue par le feu en Charente est de l'ordre de 450 ha, représentant une moyenne annuelle de 40 ha. Le classement à risque feux de forêt concerne 7 massifs, pour 21 000 ha, soit 17 % de la surface boisée du département et fait l'objet de l'arrêté préfectoral du 22 février 2007.

⇒ Les communes d'accueil du projet ne sont pas concernées par un massif à risque à feu de forêt selon le DDRM 16.

Tempête

Définition

L'atmosphère est un mélange de gaz et de vapeur d'eau, répartie en couches concentriques autour de la Terre. Trois paramètres principaux caractérisent l'état de l'atmosphère :

- **la pression** : les zones de basses pressions sont appelées **dépressions** celles où les pressions sont élevées, anticyclones ;
- **la température** ;
- **le taux d'humidité** : une tempête correspond à l'évolution d'une perturbation atmosphérique ou dépression où se confrontent deux masses d'air aux caractéristiques bien distinctes (température – humidité).

Cette confrontation engendre un gradient de pression très élevé, à l'origine de vents violents et/ou de précipitations intenses. On parle de tempêtes pour des vents moyens supérieurs à 89 km/h (degré 10 de l'échelle de Beaufort qui en comporte 12).

Les tempêtes d'hiver sont fréquentes en Europe, car les océans sont encore chauds et l'air polaire déjà froid. Venant de l'Atlantique, elles traversent généralement la France en trois jours, du Sud-Ouest au Nord-Est, leur vitesse de déplacement étant de l'ordre de 50 km/h.

Sur le territoire d'étude

Des bulletins d'avis de tempête ou des alertes d'orages violents accompagnés de rafales de vent à 100 km/h ont été régulièrement émis sur le département de la Charente au cours des dernières années. Parmi les événements récents qui ont marqué le département, on peut citer :

- La violente tornade du 5 mai 1997 qui a affecté le Nord-Est du département ;
- La tempête du 27 décembre 1999.

Foudre

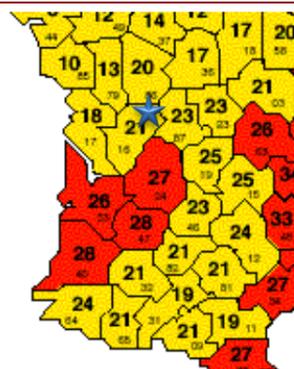
Définition

Pour définir l'activité orageuse d'un secteur, il est fait référence à la densité de foudroiement qui correspond au nombre d'impact foudre par an et par km² dans une région.

Sur le territoire d'étude

Le climat global du département est orageux (densité de foudroiement de 21, supérieure à la moyenne nationale, 20).

Carte 8 : Densité de foudroiement - Légende : Etoile bleue/ Localisation du site (source : Météo France)



3.3. Environnement matériel

3.3.1. Voies de communication

Les seules voies de communication présentes dans la zone d'étude de dangers sont des infrastructures routières, aucune voie ferrée ou navigable n'étant présente.

Infrastructure aéronautique

Avis de l'Armée de l'Air

Selon le courrier réponse en date du 25/02/2014, le projet « se situe sous la zone réglementée LF-R 49A2 « Cognac » (3300ft AMSL/FL65), n'est pas de nature à remettre en cause la mission des forces ». La zone aérienne de Défense Sud émet donc un avis technique favorable à la réalisation du projet.

Avis de la DGAC

Selon le courrier réponse en date du 19/12/2013, « la zone concernée est située dans les 30NM (miles nautiques) des procédures de départ de l'aérodrome d'Angoulême – Brie - Champniers. ». L'avis du service navigation aérienne sud a été sollicité.

Selon le courrier réponse en date du 18/03/2014, émis par le service national d'ingénierie aéroportuaire (Pôle de Bordeaux – Unité domaine et servitudes), « le projet n'est affecté d'aucune servitude ou contrainte aéronautique rédhitoire liée à la proximité immédiate d'un aérodrome civil, à la circulation aérienne ou à la protection d'appareils de radio-navigation. ». Un avis favorable à ce projet a été émis.

Infrastructure radioélectrique

Selon le mail réponse de la Préfecture Zone de Défense S.O, en date du 30/07/2013, une zone de protection contre les obstacles (PT2LH) de 420 m de large autour d'un Faisceau Hertzien protégé par un décret de servitude INTG 0300256D du 14/10/2003 a été relevée. Aucune construction n'est possible dans cette zone.

Le projet du parc éolien de la Charente Limousine respecte cette contrainte. En effet, aucune éolienne n'est présente dans cette zone de protection.

Infrastructure ferroviaire

Une ligne TER (Transport Express Régional) reliant Angoulême à Limoges est localisée au Sud-Est du projet, à 12 km au Sud-Est de l'éolienne E8, la plus proche.

⇒ Aucune voie ferrée ne traverse le périmètre d'étude de dangers.

Infrastructure routière

Le domaine routier est confié au Conseil Général de la Charente.

Introduction

Pour mémoire, même si le périmètre d'étude de dangers ne recoupe pas ces infrastructures routières, il est noté les éléments suivants :

- Aucune autoroute ne traverse le site d'étude. La plus proche est l'A20 « L'Occitane », située à l'Est, à 75 km du projet ;
- Aucune route nationale et/ou départementale structurante (> 2 000 véhicules/jour) n'est présente sur le site d'étude. La plus proche est la RD 951 qui est située à 5,6 km au Sud-Est de la zone d'implantation envisagée ;

Infrastructure routière présente sur le périmètre d'étude

Le périmètre d'étude de dangers recoupe les infrastructures routières suivantes :

- Routes départementales 740 et 170 ;
- Des voies communales, notées Vc sur la carte ;
- Des chemins communaux, identifiés Cc sur la carte.

Concernant les routes départementales 740 et 170, 973 et 210 véhicules par jour ont été respectivement recensés. Ces routes ne sont donc pas structurantes.

Relatifs aux chemins ruraux (ou communaux) et aux voies communales, aucune donnée n'est disponible. Toutefois, d'après les communes, le trafic est estimé inférieur à 200 véhicules/jour.

Pour les chemins de randonnées, un PDIPR intègre le périmètre d'étude de dangers. Aucune donnée relative au nombre de personnes empruntant cet itinéraire n'est disponible.

Numéro de l'éolienne	Distance à la RD 740	Distance à la RD 170	Distance à la Vc	Distance au Cc
E1	227 m	/	/	266 m Cc1
E2	/	/	/	54 m Cc2
E3	/	/	98 m Vc1	70 m Cc2 233 m Cc3
E4	/	/	300 m Vc1	360 m Cc2 334 m Cc3 323 m Cc5
E5	/	285 m	318 m Vc2	/
E6	/	/	395 m Vc1	242 m Cc4
E7	/	/	/	/
E8	/	222 m	/	480 m Cc6 433 m Cc7

Tableau 10 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures intégrant leur périmètre d'étude de dangers

Risque de transport de matière dangereuse (TMD)

Le risque de transport de marchandises dangereuses, ou risque TMD, est consécutif à un accident se produisant lors du transport de ces marchandises par voie routière, ferroviaire, voie d'eau.

Aucun territoire communal n'est concerné par un risque TMD.

3.3.2. Réseaux publics et privés

Réseau public

Canalisation de gaz

Aucune canalisation de gaz n'évolue sur le périmètre de dangers.

Pipeline

Aucune canalisation d'hydrocarbure n'évolue sur le périmètre d'étude de dangers.

Autre réseau

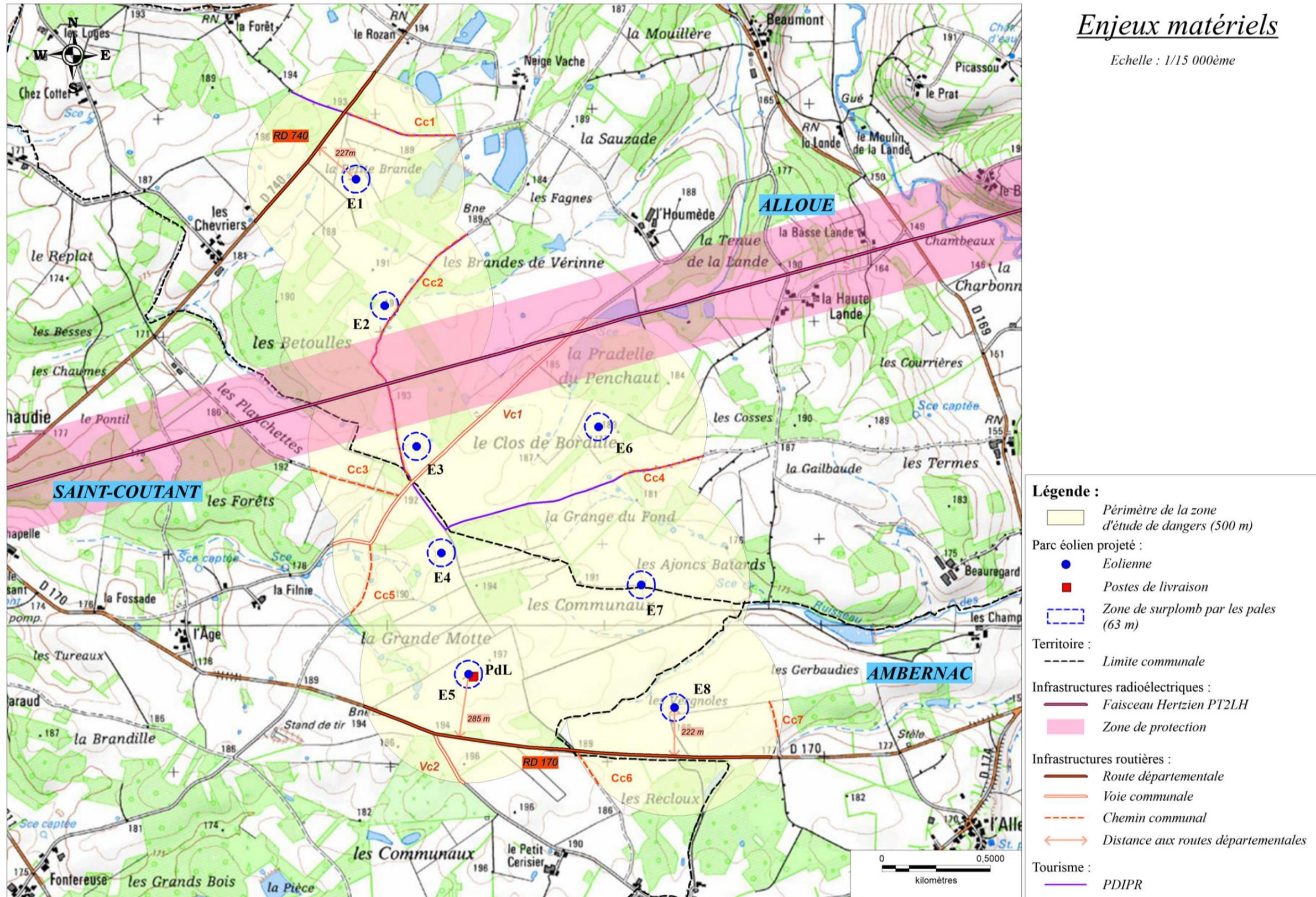
Aucun réseau public n'est présent dans le périmètre d'étude de dangers.

Réseau privé

Aucun réseau privé n'est présent dans le périmètre d'étude de dangers.

Enjeux matériels

Echelle : 1/15 000ème



Source: Scan25® ©IGN PARIS - Licence EPURON - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Juin 2014.

Carte 9 : Enjeux matériels dans le périmètre d'étude de dangers

3.3.3. Autres ouvrages publics

Aucun autre ouvrage public n'est présent sur le périmètre d'étude de dangers.

3.3.4. Patrimoine historique et culturel

Monument historique

Aucun monument historique ne se trouve à l'intérieur du périmètre de l'étude de dangers. Les plus proches se situent à 2,7 km au Nord-Est de l'éolienne E1, il s'agit d'un monument inscrit, le Logis de la Vergne, maison de Maria Casarès et à 2,8 km au Nord-Est de l'éolienne E1, il s'agit d'un monument classé, l'Eglise Notre-Dame, tous deux situés à Alloue.

Archéologie

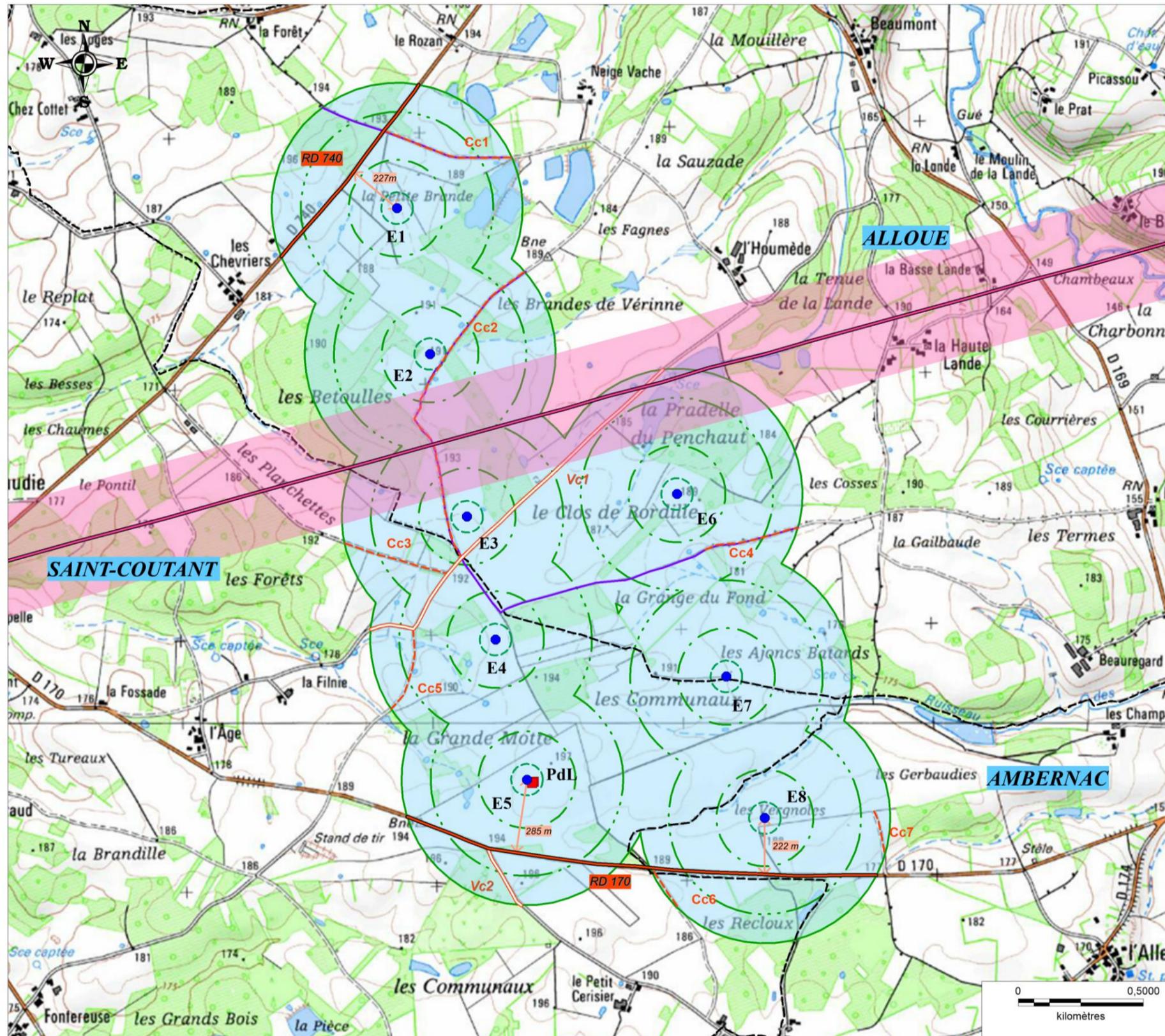
D'après la base de données Patriarche (source : courrier de la DRAC en date du 08/08/2013), huit sites archéologiques ont été inventoriés sur la commune d'ALLOUE et dix sur la commune d'AMBERNAC. Néanmoins, aucun site n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

La DRAC attire l'attention sur le fait que la carte archéologique ne reflète que l'état actuel des connaissances. La zone considérée n'ayant pas encore fait l'objet d'études approfondies, son potentiel ne peut être précisément déterminé.

Conformément aux dispositions du Code du Patrimoine, notamment son livre V, le service Régional de l'Archéologie pourra être amené à prescrire, lors de l'instruction du dossier, une opération de diagnostic archéologique visant à détecter tout élément du patrimoine archéologique qui se trouverait dans l'emprise des travaux projetés.

Enjeux humains

Echelle : 1/15 000ème



Légende :

- Parc éolien projeté :
 - Eolienne
 - Postes de livraison
 - Zone de surplomb par les pales (63 m)
- Territoire :
 - Limite communale
- Infrastructures radioélectriques :
 - Faisceau Hertzien PT2LH
 - Zone de protection
- Infrastructures routières :
 - Route départementale
 - Voie communale
 - Chemin communal
 - Distance aux routes départementales
- Tourisme :
 - PDIPR
- Représentation des scénarios étudiés :
 - Risque de chute de glace ou autre élément
 - Risque d'effondrement
 - Risque de projection de glace
 - Risque de projection de pale
- Personnes exposées :
 - Moins de 1 personne
 - Plus de 1 personne

Source: Scan25® ©IGN PARIS - Licence EPURON - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Juin 2014.

Carte 10 : Enjeux humains sur l'aire d'étude de dangers

3.4. Cartographie de synthèse

En conclusion de ce chapitre, une cartographie de synthèse permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans le périmètre d'étude de dangers (voir carte 10). Les différents périmètres d'étude (zone de surplomb, d'effondrement, de projection de glace ou de pales correspondent aux différents scénarii de risques développés dans le chapitre 8.

3.4.1. Définitions des périmètres d'étude

Selon les risques encourus, différents périmètres d'étude (ou zone d'effet) ont été identifiés :

- **Zone de surplomb** (0 – 63 m) : elle correspond à la zone de risque de la chute d'éléments provenant de la machine ou de la chute de glace, par action de la gravité ;
- **Zone d'effondrement** (ou zone de ruine de machine) : elle correspond à la zone où l'éolienne peut tomber au sol (0 – 192,9 m) ;
- **Zone de projection de glace** (0 – 383,85 m) : elle correspond à la zone où des morceaux de glace, généralement formés sur les pales, peuvent être projetés lors de la mise en route de la machine. Ce périmètre est défini selon la formule suivante : $1,5 \times (\text{hauteur au moyeu} + \text{diamètre du rotor})$.

L'éolienne ne dépassant pas une hauteur de 192,9 m, et selon le gabarit envisagé par les machines du projet, le rayon de projection de glace pourra être soit de 375,6 m soit de 383,85 m. Etant donné que l'on se place toujours dans le cas le plus défavorable, **le rayon du périmètre de projection de glace est défini comme étant de 383,85 m.**

Hauteur maximale de l'éolienne en bout de pale (m)	Hauteur maximale du moyeu (m)	Diamètre maximale du rotor (m)	Rayon du périmètre de projection de glace (m)
192,9	135,4	115	375,6
	129,9	126	383,85

Tableau 11 : Définition du rayon maximale du périmètre de la projection de glace

- **Zone de projection de pale** (0 – 500 m) : elle correspond à la zone où des morceaux de pale, dans le cas d'une fracture de cette dernière, peuvent être projetés. Cette zone a été définie par le SER/FEE/INERIS dans sa trame type (2012) comme étant limitée à 500 m du mât de la machine.

3.4.2. Les enjeux humains

Relatif aux terrains non bâtis

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) la formule suivante est utilisée : 1 personne par tranche de 100 ha.

Pour chaque éolienne, la superficie a été calculée à partir de la formule suivante : $Z_E = \pi \times R^2$

Remarque : Z_E correspond à la zone d'effet du risque identifié (cf.8.2).

	Zone de surplomb	Zone de ruine	Zone de projection de glace	Intégralité du périmètre
Rayon (m)	63	192,9	383,85	500
Superficie (ha)	1,25	11,7	46,3	78,5
Nombre d'individus	0,01	0,12	0,46	0,78

Tableau 12 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non urbanisés pour une éolienne

Relatif aux infrastructures routières

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, les voies de circulation qui sont prises en considération sont celles empruntées par un nombre significatif de personnes (plus de 2 000 véhicules/jour) qui ne sont pas déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installations.

Aucune route nationale et/ou départementale classée comme infrastructure routière structurante ne passe sur l'aire d'étude de dangers.

Relatif aux chemins de randonnées

Pour les chemins de promenade, de randonnée, la circulaire du 10 mai 2010 nous indique de compter deux personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne. Or, malgré l'absence de données plus récentes, nous pouvons confirmer, de par la connaissance du site, que la fréquentation est plutôt en moyenne de l'ordre de 10 personnes par jour.

Ainsi, ces personnes sont incluses dans la catégorie « terrains non bâtis ».

3.4.3. Enjeux matériels

Outre l'installation en elle-même, les principaux enjeux sont :

- Les infrastructures routières ;
- Un Plan Départemental d'Itinéraire Pédestre et de Randonnée.

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. Caractéristiques de l'installation

4.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe 4.3.1) :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage ». Les plans des éoliennes, des chemins d'accès aux éoliennes ainsi que leurs plateformes sont disponibles dans le volet technique pour la phase exploitation et dans le volet annexes de l'étude d'impact ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers une structure de livraison. Chaque structure est composée de deux postes de livraison électriques. Ce réseau est appelé « réseau inter-éolien ». Les tracés des câbles de liaison inter-éolienne sont décrits sur la carte 12 en page 32 ;
- Plusieurs structures de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers d'un ou plusieurs postes sources locaux (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au poste de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ; ce réseau est décrit sur la carte 12 ;
- 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.

Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne pour le transport de l'énergie sur le réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - ✓ le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - ✓ le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
 - ✓ le système de freinage mécanique ;
 - ✓ le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
 - ✓ les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
 - ✓ le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

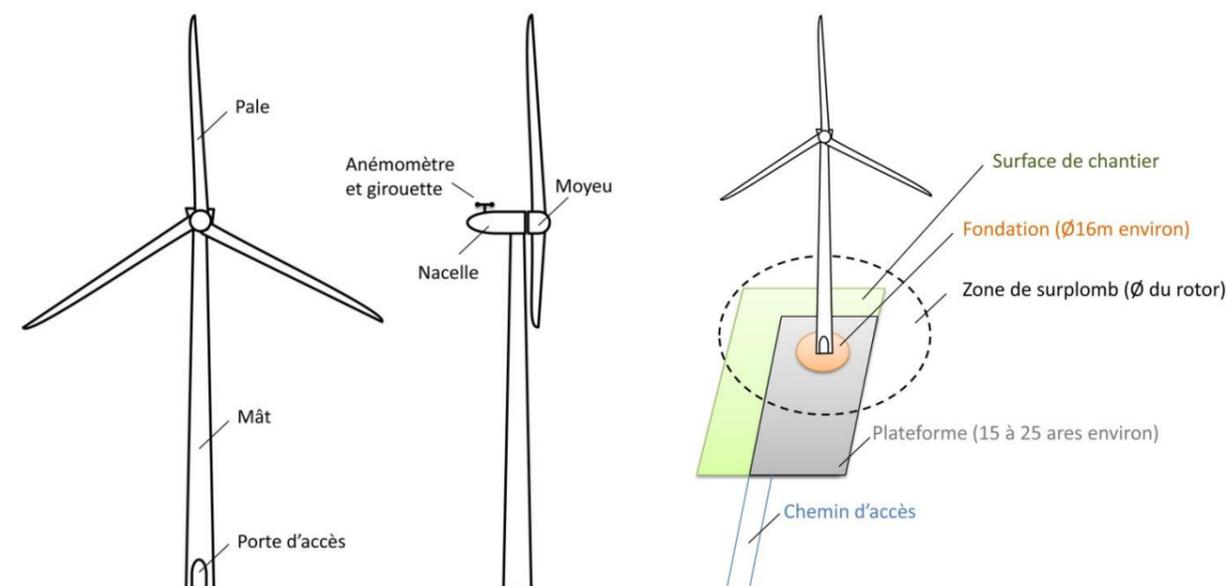


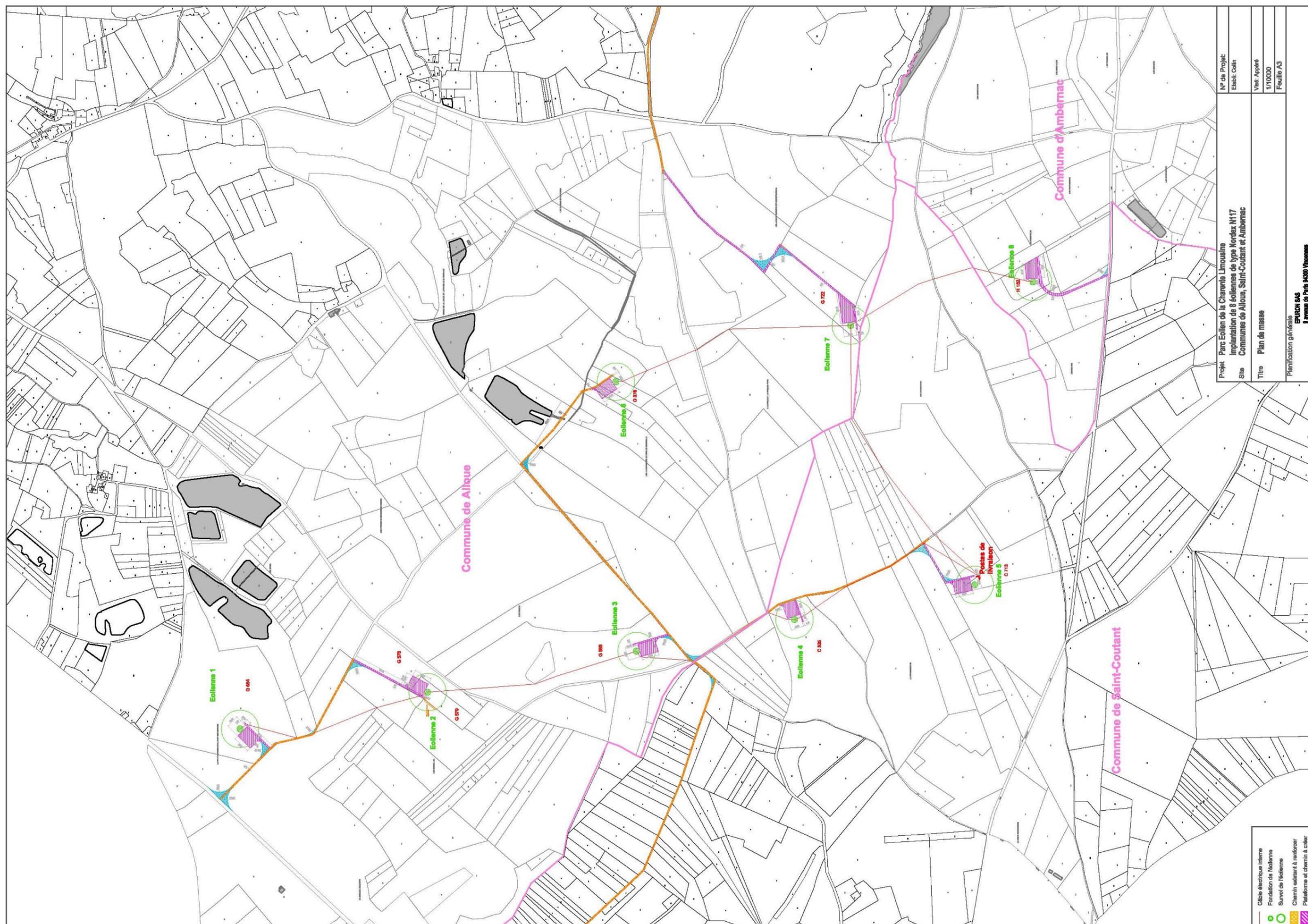
Figure 4 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale)

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 (en général entre 20 et 25 ares).

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.



Carte 11 : Plan détaillé de l'installation (source : EPURON, 2014)

4.1.2. Activité de l'installation

L'activité principale parc éolien de la Charente Limousine est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur de moyeu de 135,4 mètres maximum et un diamètre maximal de rotor de 126 mètres. La hauteur totale maximale de l'éolienne ne dépassant pas 192,9 mètres en bout de pale. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des structures de livraison dans le système de coordonnées NTF Lambert II étendu :

Eolienne	Coordonnées NTF Lambert II étendu		Altitude (NGF - m)	
	Longitude Est	Latitude Nord	Au sol	Bout de pale (max)
E1	456 902	2 113 715	193	385,9
E2	457 021	2 113 131	194	386.9
E3	457 154	2 112 480	195	387.9
E4	457 257	2 111 988	194	386.9
E5	457 370	2 111 427	198	390.9
E6	457 995	2 112 551	192	384.9
E7	458 176	2 111 820	186	378.9
E8	458 317	2 111 253	188	380.9
PDL1	457 395	2 111 413	196	/
PDL2	457 388	2 111 408	196	/

Tableau 13 : Coordonnées géographiques du parc éolien

Remarque : en annexe, page 69, les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des structures de livraison sont données dans le système de coordonnées WGS 84 en mètre et en degré, minute, seconde.

4.2. Fonctionnement de l'installation

4.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'**anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 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 tours/minute maximum) 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 2,5 MW par exemple, la puissance électrique atteint effectivement 2,5 MW dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 690 à 950 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 (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

La description établie ci-dessous est une description générale correspondant à une gamme d'éolienne dont la puissance est comprise entre 3,0 et 3,3 MW. De légères variations de fonctionnement et de technologie peuvent exister entre les modèles fournis par les différents constructeurs et qui seront finalement installées.

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En béton armé, de forme octogonale, ▪ <u>Dimension</u> : conforme à la norme IEC - design adapté en fonction de l'étude de géotechnique et hydrogéologique réalisée avant la construction. En standard, 19,5 à 23 m de diamètre à leur base et se resserre entre 6 et 9 m de diamètre à son sommet ▪ <u>Profondeur</u> : en standard, 3 à 4 m.
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En acier ou béton (ou hybride) ▪ Composé de 3 à 5 pièces ; ▪ Hauteur maximale de 133,08 m.
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Un arbre en rotation</u>, entraîné par les pales, ▪ <u>Le multiplicateur</u>, si présent, à engrenage cylindrique à 3 trains planétaires, a pour objectif d'augmenter la vitesse de rotation de l'arbre secondaire : 18.5 tours minute (coté rotor) - Tension nulle ; ▪ <u>La génératrice annulaire</u>, asynchrone ou à attaque directe, à double alimentation, qui fabrique l'électricité – Tension de 1 000 V.
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 pales par machine, ▪ Longueur maximale : 61,66 m ▪ Poids : 12 t environ ▪ Constitué d'un seul bloc de plastique armé à fibre de verre (résine époxyde).
Transformateur	Élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tension de 20 kV à la sortie.
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20kV et le comptage de l'électricité fournie.

Tableau 14 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012

4.2.2. Sécurité de l'installation

L'installation respecte la réglementation en vigueur en matière de sécurité.

Système de fermeture de la porte

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

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

Balisage des éoliennes

Le balisage des éoliennes est défini par les arrêtés du 13 Novembre 2009 et du 7 Décembre 2010. Les éoliennes retenues sont conformes à cet arrêté.

La couleur des éoliennes est une nuance RAL 7035. Toutes les éoliennes constituant le parc éolien, sont dotées d'un balisage lumineux d'obstacle au niveau de la nacelle.

Dans le cas d'une éolienne de hauteur totale supérieure à 150 m (ici 192,9 m), le balisage par feux moyenne intensité est complété par des feux d'obstacles basse intensité de type B (rouges fixes 32 cd) installés sur le fût. Ils doivent assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°). Un ou plusieurs niveaux intermédiaires sont requis en fonction de la hauteur totale de l'éolienne conformément au tableau suivant :

HAUTEUR TOTALE DE L'ÉOLIENNE	NOMBRE DE NIVEAUX	HAUTEURS D'INSTALLATION des feux basse intensité de type B
150 , h 200 m	1	45 m
200 , h 250 m	2	45 et 90 m
250 , h 300 m	3	45, 90 et 135 m
...
$150 + (n - 1) \cdot 50$ m , h $150 + n \cdot 50$ m	n	Tous les 45 m jusqu'à $n \cdot 45$ m

Tableau 15 : Niveaux intermédiaires requis en fonction de la hauteur de l'éolienne (source : arrêté du 13 novembre 2009).

Les feux de balisage d'obstacles font l'objet d'un certificat de conformité de type, délivré par le service technique de l'aviation civile de la direction générale de l'aviation civile (STAC), en fonction des spécifications techniques correspondantes.

L'alimentation électrique, desservant le balisage lumineux, est secourue par l'intermédiaire d'un dispositif automatique et commute dans un temps n'excédant pas 15 secondes. La source d'énergie assurant l'alimentation de secours des installations de balisage lumineux possède une autonomie au moins égale à 12 heures.

Le balisage est surveillé par l'exploitant et celui-ci signale dans les plus brefs délais toute défaillance ou interruption du balisage à l'autorité de l'aviation civile territorialement compétente.

Balisage lumineux de jour

Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux de jour assuré par des feux d'obstacle, moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 candelas [cd]). Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et disposés de manière à assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

Balisage lumineux de nuit

Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux de nuit assuré par des feux d'obstacle 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 disposés de manière à assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°)

Le passage du balisage lumineux de jour au balisage de nuit est assuré par un détecteur crépusculaire. Le jour est caractérisé par une luminance de fond supérieure à 500 cd/m², le crépuscule est caractérisé par une luminance de fond comprise entre 50 cd/m² et 500 cd/m², et la nuit est caractérisée par une luminance de fond inférieure à 50 cd/m². Le balisage actif lors du crépuscule est le balisage de jour, le balisage de nuit est activé lorsque la luminance de fond est inférieure à 50 cd/m².

Protection contre le risque incendie

Système de détection et d'alarme

Un système d'alarme est couplé avec un système de détection qui informe l'exploitant à tout moment d'un départ de feux dans une éolienne, via le système SCADA (Cf.5-4c Contrôle à distance). La détection se fait selon deux zones indépendantes, la base du mât et la nacelle. Le départ d'un feu entraîne l'arrêt d'urgence de l'éolienne, sa mise en sécurité, l'arrêt des ventilations et déclenche une alarme sonore et lumineuse dans l'éolienne.

L'exploitant est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant la détection de l'incendie. Il doit être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Système de lutte contre l'incendie

Les éoliennes retenues disposent de plusieurs extincteurs localisés dans la nacelle et le mât. Les extincteurs sont positionnés de façon bien visible et facilement accessible. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Ils font l'objet d'un contrôle régulier par un organisme agréé.

Procédure d'urgence en cas d'incendie

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

Protection contre le risque foudre

La fonction principale du système de protection contre la foudre (Lightning Protection System - LPS) est de protéger les vies et les biens contre effets destructeurs de la foudre.

Tous les éléments du système sont conçus de manière à résister à l'impact de la foudre, et à ce que le courant de foudre puisse être conduit en toute sécurité aux points de mise à la terre sans dommages ou sans perturbations des systèmes.

Les éoliennes retenues sont équipées du système de protection contre la foudre afin de minimiser les dommages sur les composants mécaniques, les systèmes électriques et les systèmes de contrôle. Le système de protection contre la foudre est basé sur des solutions de protection interne et externe.

Le système de protection externe est conçu pour gérer un coup de foudre direct sur l'éolienne et pour conduire le courant de foudre à la terre au bas de l'éolienne.

La protection interne est conçue pour minimiser les dégâts et les interférences sur les équipements électriques et les composants électroniques à l'intérieur de l'éolienne grâce à une ligne équipotentielle, à une protection contre les surtensions et les perturbations électromagnétiques.

Le système de protection contre la foudre a été conçu pour atteindre un niveau de protection I selon la norme CEI 61400-24. Le Maître d'Ouvrage tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des éoliennes à la norme précitée.

Remarque : Selon l'Association d'assurance allemande (GDV) publication « BlitzRisikorientierter und Überspaunungsschutz » et IEC 61400-24, le niveau de protection minimale recommandée pour une éolienne est seulement le niveau II.

Protection contre la survitesse

Chaque éolienne est dotée d'un dispositif de freinage pour diminuer les contraintes mécaniques qui s'exercent sur cette dernière lorsque le vent augmente. Ce dispositif arrête tout fonctionnement de l'éolienne en cas de tempête par exemple. Cela s'effectue par une rotation des pales limitant la prise au vent puis par des freins moteurs.

En cas de défaillance, un système d'alarme est couplé avec un système de détection de survitesse qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal.

Ce dernier est 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. Il doit être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Protection contre l'échauffement

Tous les principaux composants sont équipés de capteurs de température. Un certain nombre de seuils sont prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne.

En cas de dépassement de seuils (caractéristiques sur chaque type d'aérogénérateur, type de composant et prédéfinis), des codes d'état associés à des alarmes sont activés et peuvent, le cas échéant, entraîner un ralentissement de la machine (bridage préventif) voire un arrêt de la machine.

Tout phénomène anormal est ainsi répertorié, tracé via le système SCADA du parc, et donne lieu à des analyses et si nécessaire interventions de maintenance sur site afin de corriger les problèmes constatés.

La procédure de coupure sera lancée si la vitesse du vent est supérieure à la vitesse du vent de coupure, en valeur moyennée sur 10 min. Cependant, pour faire face aux rafales, l'éolienne lancera également la procédure de coupure si la vitesse du vent dépasse certains seuils prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne en valeur moyennée sur 3s.

La procédure d'arrêt fera pivoter les pales en position drapeau et arrêtera l'éolienne en toute sécurité.

Protection contre la glace

Durant les mois d'hiver et au début du printemps, du givre puis de la glace peuvent se former sur les pales et la nacelle des éoliennes entraînant un surpoids, un déséquilibre du rotor et des risques de projection de cette glace. La glace sur les pales de l'éolienne diminue sa puissance et augmente les efforts sur la machine (multiplicateur). Le balourd, créé, déséquilibre la rotation du rotor.

Un système de protection contre la glace est donc fourni le cas échéant avec les éoliennes pour prévenir de ces dangers.

Le système de protection se base sur trois méthodes redondantes :

- Comparaison des mesures de vent par deux anémomètres sur la nacelle, l'un étant chauffé, l'autre non, associé à des paramètres climatiques additionnels (notamment critère de température) ;
- Analyse de données de fonctionnement de l'éolienne, le dépôt de givre modifiant le profil aérodynamique de la pale et impactant par conséquent la production électrique de la machine ;
- Système de mesure des oscillations et des vibrations qui sont causées par le balourd provoqué par la formation de glace sur les pales qui peuvent, en cas extrême, déclencher un arrêt d'urgence (intégré dans la chaîne de sécurité de l'éolienne).

La détection de glace génère une alarme sur le système de surveillance à distance de l'éolienne (SCADA) et informe l'exploitant de l'événement. Celui-ci stoppe l'éolienne et ne peut la redémarrer que sur place après un contrôle visuel des pales et de la nacelle permettant d'évaluer l'importance de la formation de glace (redémarrage à distance impossible).

En cas de condition de gel prolongé, les éoliennes sont maintenues à l'arrêt jusqu'au retour de conditions météorologiques plus clémentes.

Protection contre le risque électrique

Les installations électriques à l'intérieur de l'éolienne respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006.

Les installations électriques extérieures à l'éolienne sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.

Protection contre le risque de fuite de liquide dans la nacelle

Les nacelles des éoliennes sont conçues de sorte que tout écoulement accidentel de liquide provenant d'éléments de la nacelle (huile multiplicateur et liquide de refroidissement principalement) est récupéré dans un bac de rétention. Un réservoir de 1000 L, situé dans la tour de l'éolienne, permet ensuite de recueillir les produits de fuite temporairement avant leur évacuation par les moyens appropriés.

Des vérifications des niveaux sont également partie intégrante des opérations de maintenance préventive.

A noter que dans le cas d'une machine sans multiplicateur, le potentiel de risque de fuite de liquide est donc moins élevé (voire inexistant).

Sécurité positive de l'éolienne – redondance des capteurs

L'éolienne est dotée d'un grand nombre de capteurs (capteurs de température, de pression, de contact, de mesure de vitesse, d'accélération, du retour d'information de chaque état du système ...) sur absolument chaque partie de l'éolienne.

Ainsi, si l'un d'eux est cassé, celui qui est juste après dans la chaîne détectera l'anomalie et signalera par le biais du système de supervision (SCADA) monitoré 24h sur 24 et 7 jours sur 7.

Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes (SCADA)

L'exploitation des éoliennes ne fera pas l'objet d'une présence permanente sur site, mis à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement du parc éolien de la Charente Limousine est entièrement automatisé et contrôlé à distance depuis le centre de maintenance qui s'occupera du parc.

L'exploitation des éoliennes s'effectue grâce à un Automate Programmable Industriel (API) qui analyse en permanence les données en provenance des différents capteurs de l'installation et de l'environnement (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, niveau de pression du réseau hydraulique, etc.) et qui contrôle les commandes en fonction des paramètres.

Sur un moniteur de contrôle placé au niveau du poste électrique de livraison, toutes les données d'exploitation peuvent être affichées et contrôlées, et des fonctions telles que le démarrage, l'arrêt et l'orientation des pales peuvent être commandées.

De plus, les éoliennes sont équipées d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance depuis un PC équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS.

Le SCADA constitue un terminal de dialogue entre l'automate et son système d'entrée/sortie, connecté en réseau au niveau des armoires de contrôle placées dans la nacelle et dans le pied de l'éolienne.

Dans le cas où le système SCADA est défectueux

Le réseau SCADA permet le contrôle à distance du fonctionnement des éoliennes. Ainsi, chaque éolienne dispose de son propre SCADA relié lui-même à un SCADA central qui a pour objectif principal :

- de regrouper les informations des SCADAS des éoliennes ;
- de transmettre à toutes les éoliennes une information identique, en même temps, plutôt que de passer par chaque éolienne à chaque fois.

Ainsi en cas de dysfonctionnement (survitesse, échauffement) ou d'incident (incendie), l'exploitant est immédiatement informé et peut réagir.

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système de SCADA central, le contrôle de commande des éoliennes à distance est maintenu puisque ces machines disposent d'un SCADA qui leur est propre. Le seul inconvénient est qu'il faut donner l'information à chacune des éoliennes du parc.

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système SCADA propre à une éolienne, ce dernier entraîne l'arrêt immédiat de la machine.

Ainsi, en cas de défaillance éventuelle du système SCADA de commande à distance, le parc éolien est maintenu sous contrôle soit via le système SCADA propre à la machine, soit par l'arrêt automatique de la machine.

Dans le cas d'une rupture du réseau de fibres optiques

Le système de contrôle de commande des éoliennes est relié par fibre optique aux différents capteurs. En cas de rupture de la fibre optique entre deux éoliennes, la transmission peut s'effectuer directement en passant par le SCADA propre à l'éolienne ou par le SCADA central. Il s'agit d'un système en anneau qui permet de garantir une communication continue des éoliennes.

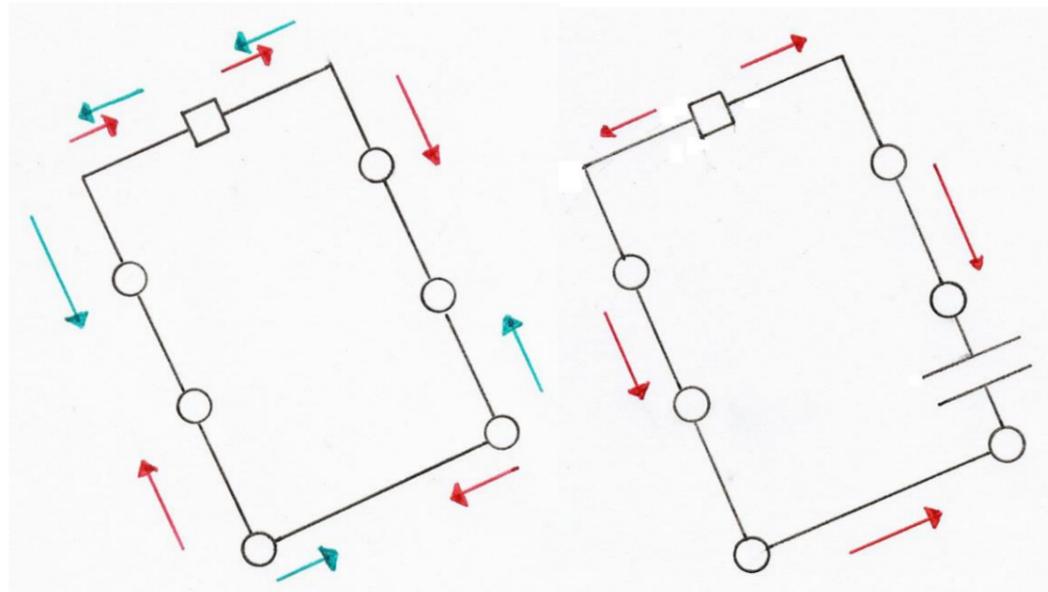


Figure 5 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –
Légende : ○ Eolienne □ SCADA → Circulation de l'information

Certification des éoliennes

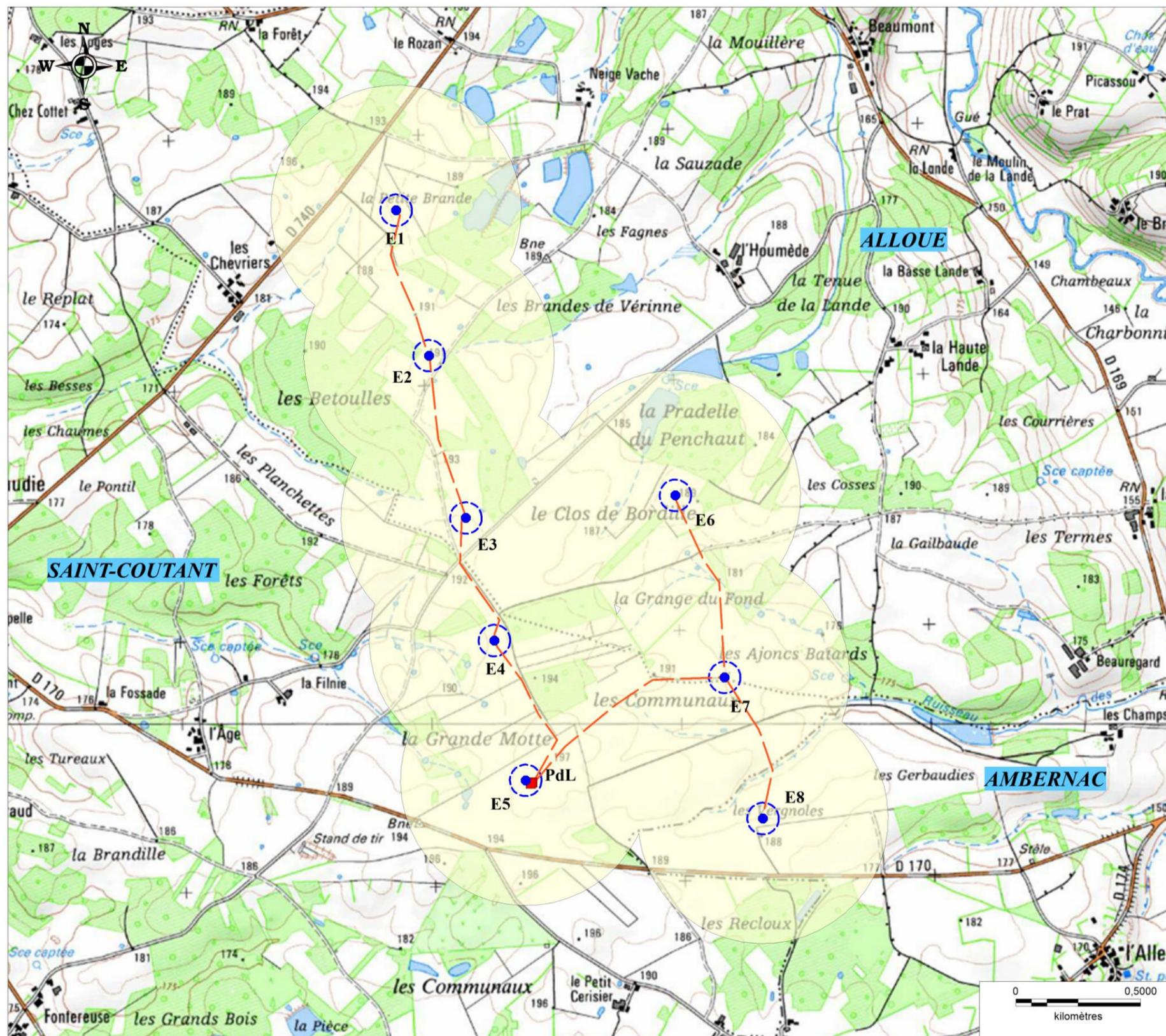
Les constructeurs de l'éolienne retenue s'engagent à respecter les principales normes et certifications applicables à l'installation mentionnées ci-dessous :

EN ISO 12100-1	Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology
EN ISO 12100-2	Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 2: Technical principles
EN 50308	Wind turbines - Protective measures - Requirements for design, operation and maintenance
IEC 61400-1	Wind turbine generator systems - Part 1: Safety requirements
EN ISO 14121-1	Safety of machinery - Risk assessment - Part 1: Principles
EN 61000-6-2	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments
EN 61000-6-4	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments
IEC 61400-21	Wind turbines - Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines
IEC/TR 61400-24	Wind turbine generator systems - Part 24: Lightning protection
EN 50110-1	Operation of electrical installations
DIN VDE 0100 / IEC 60364	Low-voltage electrical installations
EN 60664-1	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1: Principles, requirements and tests
EN 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP code)
EN 60204-1	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
EN 60204-11	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1000 V a.c. or 1500 V d.c and not exceeding 36 kV
EN 60947	Low-voltage switchgear and controlgear
EN 60439-1	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies
EN 60034	Rotating electrical machines
EN 60076	Power transformers
EN 61936	Power installations exceeding 1 kV a.c. Part 1: Common rules
EN 62271-200	High-voltage switchgear and controlgear - Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

Tableau 16 : Normes et certifications auxquelles répondent les machines retenues (source : EPURON, 2014)

Raccordement électrique inter-éolienne

Echelle : 1/15 000ème



Source: Scan25® ©IGN PARIS - Licence EPURON - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Mai 2014.

Légende :

- Périmètre de la zone d'étude de dangers (500 m)
- Parc éolien projeté :
- Eolienne
- Postes de livraison
- Zone de surplomb par les pales (63 m)
- Raccordement électrique inter-éolienne

Carte 12 : Réseaux électriques internes à l'installation

4.2.3. Opération de maintenance de l'installation

La maintenance de l'installation sera réalisée par le constructeur des éoliennes pour le compte de la société d'exploitation « Parc éolien de La Charente Limousine ».

Personnel qualifié et formation continue

Tout personnel amené à intervenir dans les éoliennes est formé et habilité :

- Electriciquement, selon son niveau de connaissance ;
- Aux travaux en hauteur, port des Equipement de Protection Individuelle (EPI), évacuation et sauvetage ;
- Sauveteur Secouriste du Travail.

Ces habilitations sont recyclées périodiquement suivant la réglementation ou les recommandations en vigueur. Des contrôles des connaissances sont réalisés afin de vérifier la validité de ces habilitations.

Des points mensuels concernant la sécurité et les procédures sont effectués avec l'ensemble du personnel de maintenance. Une présentation du fonctionnement de la sécurité est réalisée auprès des nouveaux embauchés.

Planification de la maintenance

Préventive

La maintenance réalisée sur l'ensemble des parcs éoliens est préventive. Elle contribue à améliorer la fiabilité des équipements (sécurité des tiers et des biens) et la qualité de la production (en l'absence de panne subie). Cette maintenance préventive se traduit par la définition de plans d'actions et d'interventions sur l'équipement, par le remplacement de certaines pièces en voie de dégradation afin d'en limiter l'usure, par le graissage ou le nettoyage régulier de certains ensembles.

La société « Parc Eolien de La Charente Limousine » 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. Elle 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.

La société « Parc Eolien de La Charente Limousine » procédera, trois mois après à la mise en service, 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. Puis un nouveau contrôle sera effectué un an après la mise en service industrielle, et après ces contrôles se feront suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans.

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, la société « Parc Eolien de La Charente Limousine » procède également 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.

Curative

En cas de défaillance, les techniciens interviennent rapidement sur l'éolienne afin d'identifier l'origine de la défaillance et y palier.

4.2.4. Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériau combustible ou inflammable ne sera stocké dans les éoliennes du parc éolien de la Charente Limousine.

Relatifs aux flux, de l'huile et de la graisse circulent dans l'installation permettant le bon fonctionnement de l'éolienne. Le volume de renouvellement maximum d'huile est de 500 L par générateur tous les 5 ans pour des machines dotées d'un multiplicateur.

4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation

4.3.1. Raccordement électrique

Sur la carte 12 p.32 est présenté le tracé des câbles de liaison inter-éoliennes et des câbles de liaison jusqu'au poste de livraison.

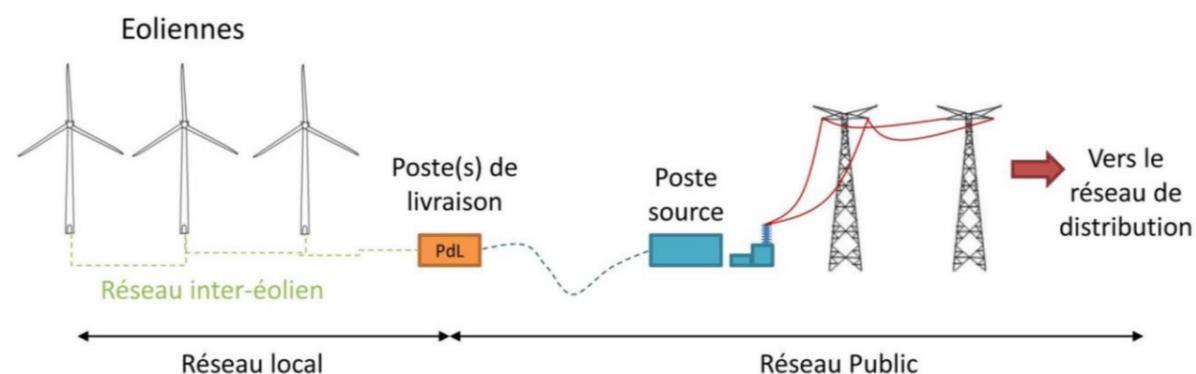


Figure 6 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. 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.

Ces réseaux de raccordement électrique ou téléphonique (surveillance) entre les éoliennes et les postes de livraison seront enterrés sur toute leur longueur et longeront la majorité du temps les pistes et chemins d'accès entre les éoliennes et les postes de livraison. La tension des câbles électriques est de 20 000 V et répondent aux normes en vigueur (NFC 33-100, NFC 33-223, NFC 33-226).

Pour le raccordement inter-éolien, les caractéristiques des tranchées sont en moyenne une largeur de 45 cm et une profondeur de 0,8 m à 1,20 m, selon les cas. Lors du chantier de raccordement en bordure d'une route départementale, au moins une voie de circulation devra être assurée sur les voies concernées (l'autre étant réservée à la sécurité du chantier). Les impacts directs de la mise en place de ces réseaux enterrés sur le site sont négligeables : les tranchées sont faites, dans la mesure du possible, au droit des chemins d'accès puis sous les voies existantes dans les lieux présentant peu d'intérêts écologiques, et à une profondeur empêchant toute interaction avec les engins agricoles.

Aucun apport ou retrait de matériaux du site n'est nécessaire. Ouverture de tranchées, mise en place de câbles et fermeture des tranchées seront opérés en continu, à l'avancement, sans aucune rotation d'engins de chantier. Les pistes seront restituées dans leur état initial, sans élargissement supplémentaire.

La fermeture de la tranchée dans l'axe des nouvelles pistes, de moindre compacité que le terrain en place, permettra avec le temps la régénération herbacée d'un andin central, sans gêne pour le passage éventuel d'une grue, de véhicules 4 x 4 ou encore d'engins agricoles.

Des bornes seront laissées en surface au droit du passage du câble 20 kV pour matérialiser la présence de celui-ci.

Structures et postes de livraison

La structure de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Pour le parc éolien de la Charente Limousine, deux structures de livraison sont prévues. Chacune des structures est composée de deux postes de livraison dont les dimensions sont de 10 m de long par 3 m de large.

La description des postes de livraison est fournie dans l'étude d'impact en partie D « Description du projet », paragraphe 3-3 et 3-4 page 128 et 129. Les mesures paysagères concernant les postes de livraison sont décrites dans l'étude d'impact au chapitre E, paragraphe 3-5 en page 169.

Ces emplacements ont été choisis en fonction de la localisation des postes sources vers lesquels l'électricité sera ensuite acheminée.

Réseau électrique externe

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

Dans le cas du parc éolien de la Charente Limousine, les postes source du réseau électrique public sur lesquels le raccordement du parc éolien paraît actuellement le plus probable sont ceux de Confolens et Loubert.

4.3.2. Autres réseaux

Le parc éolien de la Charente Limousine 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 fonctionnements, 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 liés aux produits

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien de la Charente Limousine sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

- Produits nécessaires au bon fonctionnement des installations : principalement des graisses et des huiles de transmission ou huiles hydrauliques pour systèmes de freinage ;
- Produits de nettoyage et d'entretien des installations : solvants, dégraissants, nettoyants...

Les principaux produits mis en œuvre dans les éoliennes sont listés sur la page ci-contre.

⇒ Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun matériau combustible ou inflammable ne sera stocké dans les éoliennes ou les postes de livraison du parc éolien de la Charente Limousine.

Code	Désignation	Contenu	Quantités émises	Stockage avant enlèvement	BSD	Opération de traitement
13 02 06	Huiles usagées	Huiles issues des vidanges lors des opérations de maintenance et de dépannage	500 L / tous les 5 ans / éolienne	Cuve fermée sur rétention	Oui	Régénération
15 01 01	Cartons	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	-	Container fermé	Non	Recyclage
15 01 02	Emballages plastiques	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	-	Container fermé	Non	Recyclage
15 02 02	Matériaux souillés	Chiffons, contenants souillés par de la graisse, de l'huile, de la peinture ...	250 kg / maintenance	Bacs fermés sur rétention	Oui	Valorisation énergétique
16 01 07	Filtres à huile ou carburant	Filtres remplacés lors des opérations de maintenance et de dépannage	60 kg / maintenance	Fûts fermés sur rétention	Oui	Recyclage
16 05 04	Aérosols	Aérosols usagés de peinture, graisse, solvants ... utilisés lors des maintenances et dépannages	10 kg / maintenance	Fûts fermés sur rétention	Oui	Traitement
16 06 01	Batteries au plomb et acide	Batteries des équipements électriques et électroniques remplacées lors des maintenances et dépannages	-	Bacs sur rétention	Oui	Recyclage
17 04 11	Câbles alu	Câbles électriques remplacés lors des maintenances	-	Bacs	Non	Recyclage
20 01 35	DEEE	Disjoncteurs, relais, condensateurs, sondes, prises de courant ...	60 kg / maintenance	Bacs	Oui	Recyclage
20 01 40	Ferraille	Visserie, ferrailles diverses ...	-	Bacs	Non	Recyclage
20 03 01	DIB	Equipements de Protection Individuelle usagés, déchets divers (alimentaires, poussières ...)	-	Container fermé	Non	Valorisation énergétique

BSD / Bordereau de Suivi des Déchets - DEEE / Déchets d'Équipement Électrique et Électronique - DIB / Déchets Industriels Banals

Tableau 17 : Produits sortants de l'installation (source : EPURON – 2014)

L'ensemble des substances et produits utilisés répondent aux exigences de la Directive Européenne relative à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses (Directive 67/548/CEE du Conseil, du 27 juin 1967, concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses ; modifiée par le nouveau règlement (CE) N° 1272/2008 et la création de l'Agence Européenne des produits chimiques).

Des Equipements de Protection Individuels appropriés sont mis à disposition par l'employeur afin de protéger les opérateurs contre les risques chimiques générés par l'utilisation de certains produits.

Les dangers représentés par l'utilisation de certains produits ainsi que les mesures de prévention associées sont détaillées dans des instructions à usage interne ainsi que dans les plans de prévention des risques qui sont présents en machine et dont les opérateurs prennent connaissance avant toute intervention. La liste des substances et produits utilisés lors des maintenances est disponible sur demande. De plus, un tableau regroupant l'ensemble des produits ainsi que les dangers leur étant associés est disponible sur demande (voir tableau exemple ci-contre).

Des détails plus précis sur ces produits seront apportés au moment de la mise en service de l'installation.

5.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de la Charente Limousine sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés de manière générique dans le tableau suivant :

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

Tableau 18 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)

5.3. Réduction des potentiels de dangers à la source

5.3.1. Principales actions préventives

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.

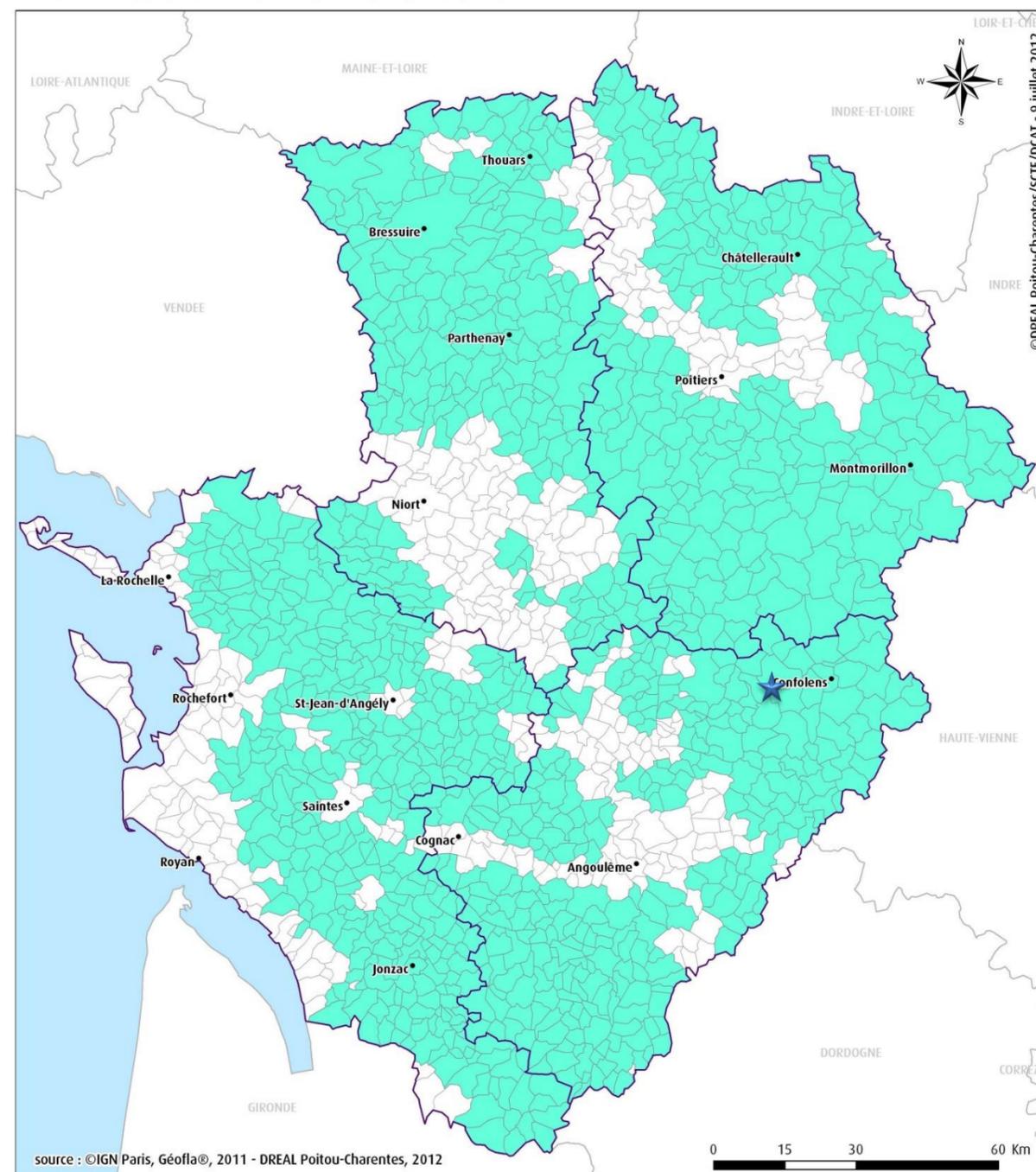
Intégration dans le Schéma Régional Eolien (2012)

Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement fixé par les lois Grenelle, la région Poitou-Charentes est en cours d'élaboration du Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE). L'un des volets de ce schéma très général est constitué par le Schéma Régional Eolien (qui détermine quelles sont les zones favorables à l'accueil des parcs et quelles puissances pourront y être installées en vue de remplir l'objectif régional d'ici à 2020).

L'objectif de ce Schéma Régional Eolien est d'améliorer la planification territoriale du développement de l'énergie éolienne et de favoriser la construction des parcs éoliens dans des zones préalablement identifiées. La finalité de ce document est d'**éviter** le mitage du paysage, de **maîtriser** la densification éolienne sur le territoire, de **préserver** les paysages les plus sensibles à l'éolien, et de rechercher une **mise en cohérence** des différents projets éoliens. Pour cela, le Schéma Régional s'est appuyé sur des démarches existantes (Schémas Paysagers Eoliens départementaux, Atlas de Paysages, Chartes,...). Les données patrimoniales et techniques ont ensuite été agrégées, puis les contraintes ont été hiérarchisées.

⇒ Le site envisagé pour l'implantation des éoliennes se situe sur les communes d'Alloue, Ambernac et Saint-Coutant, territoires intégrés à la liste des communes constituant les délimitations territoriales du SRCAE.

Délimitation territoriale du SRE



Carte 13 : Délimitation territoriale du Schéma Régional Eolien / Légende : Etoile bleue – Localisation du site (source : Schéma Régional Eolien, Mai 2012)

Etude itérative de limitation des impacts

Dans la limite du périmètre de la zone d'implantation (polygone au-delà de 500 m des premières habitations et intégrant d'autres contraintes techniques telles que les distances minimales aux routes, aux protections des servitudes existantes etc.), un travail important d'itérations conduisant au choix de l'implantation a été engagé, faisant intervenir plusieurs spécialistes (ingénieur éolien, écologue et paysagiste, principalement).

Afin de permettre une implantation harmonieuse du parc, le projet a tenu compte de l'ensemble des sensibilités du site : paysagères, patrimoniales et humaines, biologiques, et enfin techniques, afin de réduire systématiquement les impacts sur les éléments les plus sensibles.

Ce travail itératif doit également tenir compte du foncier, des pratiques agricoles/forestières et du ressenti et de l'acceptation locale (propriétaires, exploitants, riverains). Pour le foncier par exemple, bien que des promesses de bail soient signées en amont du projet, le choix de l'implantation se fait en concertation avec les propriétaires et exploitants des terrains. En cas d'opposition de ceux-ci, ce dernier paramètre devient, bien sûr, une contrainte majeure. Toute solution retenue résulte alors d'un compromis et cette question doit être prise en compte pour définir des variantes réalistes.

La phase ZDE de 2008 à 2013, le Maître d'Ouvrage a assisté les élus locaux pour définir un périmètre cohérent avec le territoire des collectivités pour la réalisation d'un parc éolien qui s'est traduit par une Zone de Développement Eolien portée par les élus. Une étude indépendante visant à s'assurer de la viabilité technique d'un projet éolien sur leurs territoires (distances aux habitations, potentiels en vent, possibilités de raccordement électrique, protections des paysages, monuments historiques, sites remarquables et protégés, cohérence départementale, etc.) a été réalisée. De nouvelles règles ont été mises en place par le gouvernement suite à la Loi Brottes d'Avril 2013 supprimant la procédure ZDE.

La phase développement : des expertises environnementales ont été lancées mi-avril 2009 pour cibler les enjeux environnementaux et paysagers. Ces études se sont poursuivies avec la réalisation de l'étude d'impact. Les conclusions de ces études ont permis d'orienter les choix d'implantation et de définir le projet de moindre impact. Le chapitre 4 de l'Etude d'Impact résume l'ensemble de cette démarche itérative qui a abouti au projet de parc éolien de la Charente Limousine.

Trois variantes ont été étudiées. La variante 1, implantée en bouquet de 18 éoliennes, n'a pas été retenue en raison de contraintes ornithologiques ainsi que d'effet de masse engendrant une forte prégnance du parc éolien dans le paysage et d'effets d'écrasement. En ce qui concerne, la variante 2, deux lignes de 5 et 6 éoliennes, des contraintes hydrologique et environnementale résultantes de la proximité de zones d'écoulements ou de résurgence des eaux ont été identifiées ainsi qu'une absence de d'écran végétal depuis l'Houmède sur l'éolienne E7.

La variante 3, deux lignes de 5 et 3 éoliennes, a été préférée aux deux autres variantes en raison de contraintes écologiques moindres malgré la dissymétrie de l'implantation.

5.3.2. Utilisation des meilleurs techniques disponibles

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

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

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

6 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

L'objectif de ce chapitre de l'étude de dangers est de rappeler les différents incidents et accidents qui sont survenus dans la filière éolienne, afin d'en faire une synthèse en vue de l'analyse des risques pour l'installation et d'en tirer des enseignements pour une meilleure maîtrise du risque dans les parcs éoliens.

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

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans la partie 8 pour l'analyse détaillée des risques.

6.1. Inventaire des accidents et incidents en France

6.1.1. Base de données

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 la Charente Limousine. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012).

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

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

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

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France.

6.1.2. Bilan accidentologie matériel

Un total de 45 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2013 (cf. tableau n°17). 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 ci-après montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, ...) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs. L'identification des causes est nécessairement réductrice. Dans ce graphique sont présentés :

- La répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie, par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur foncée ;
- La répartition des causes premières pour chacun des événements décrits ci-dessus. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur claire.

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne dont la cause principale tient aux tempêtes.

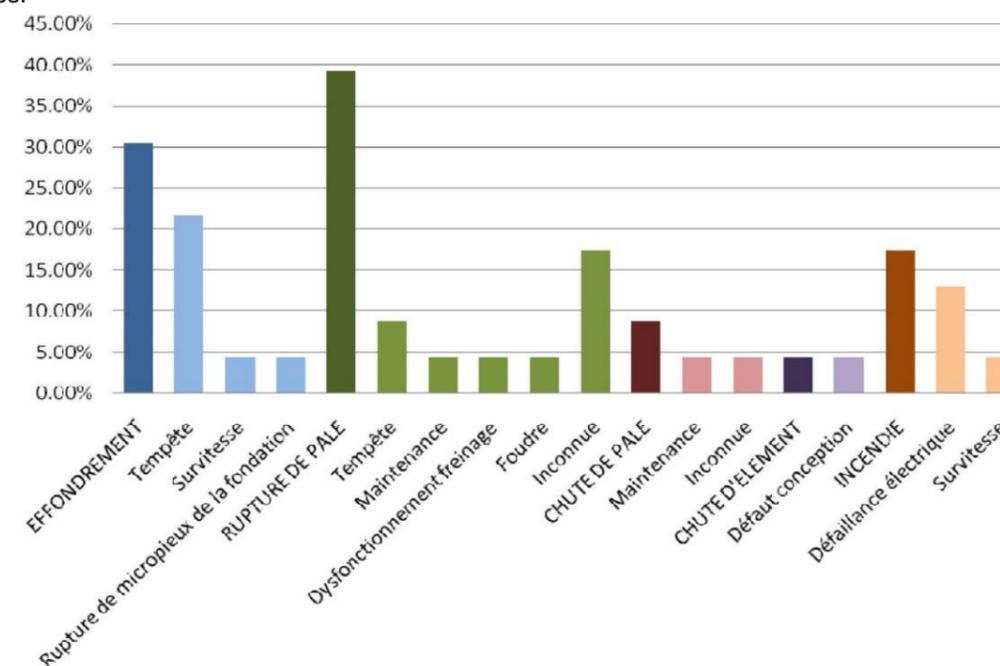


Figure 7: Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2010 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)

Date	Localisation	Incident
2000	Port la Nouvelle (Aude)	Le mât d'une machine de la ferme éolienne s'est plié lors d'une tempête, suite à la perte d'une pale.
2001	Sallèles-Limousis (Aude)	Bris de pale dont la cause n'est pas connue.
01/02/2002	Wormhout (Nord)	Bris de pale et mât plié à la suite d'une tempête.
25/02/2002	Sallèles-Limousis (Aude)	Bris de pale sur une éolienne bipale, lors d'une tempête.
01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean (Aude)	Electrocution et brûlures d'un opérateur par contact avec une partie sous haute tension d'un transformateur.
28/12/2002	Nevian (Aude)	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage lors d'une tempête.
05/11/2003	Sallèles-Limousis (Aude)	Bris de pales sur 3 éoliennes lié à un dysfonctionnement du système de freinage.
2004	Escales-Conilhac (Aude)	Bris de trois pales.
02/01/2004	Le Portel - Boulogne-sur-mer (Pas de Calais)	Cassure du mât d'une éolienne et chute de plusieurs pales - Défaut de serrage des boulons servant à relier deux tronçons du mât (défaillance d'entretien).
20/03/2004	Loon Plage - port de Dunkerque	Une éolienne est abattue par le vent : le mât et une partie de sa fondation a été arrachée. Cause non identifiée.
22/06/2004	Pleyber-Christ (Finistère)	Premier incident : une pale se brise par vent fort
08/07/2004	Pleyber-Christ (Finistère)	Deuxième incident : une autre pale se brise par vent fort
2005	Wormhout (Nord)	Bris de pale
22/12/2005	Montjoyer-Rochefort (Drôme)	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne en raison de vents forts et d'un dysfonctionnement du système de freinage.
07/10/2006	Pleyber-Christ (Finistère)	Troisième incident : une éolienne perd une pale
18/11/2006	Roquetaillade (Aude)	Incendie de deux éoliennes – Acte de malveillance
03/12/2006	Bondues (Nord)	Effondrement d'une éolienne en zone industrielle, relatif à une tempête.
31/12/2006	Ally (Haute-Loire)	Chute de pale lors de la maintenance visant à remplacer les rotors.
02/03/2007	Clitours (Manche)	Bris de pale de 4 m de long, projeté à plus de 200 mètres.
11/10/2007	Plouvien (Finistère)	Chute d'un élément de la nacelle (la trappe de visite)
Mars 2008	Dinéault (Finistère)	Emballlement de l'éolienne (sans bris de pale associé) lors d'une tempête – dysfonctionnement du système de freinage.
Avril 2008	Plouguin (Finistère)	Collision d'un petit avion avec une éolienne, sans gravité pour le pilote amateur, vraisemblablement à cause des mauvaises conditions météo l'obligeant à voler au-dessous de l'altitude autorisée.
19/07/2008	Erizée-la-Brulée (Meuse)	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre et un défaut de pale.
28/08/2008	Vauvillers (Somme)	Incendie de la nacelle relatif à problème au niveau d'éléments électroniques
26/12/2008	Raival (Meuse)	Chute de pale – cause inconnue.
26/01/2009	Clastres (Aisne)	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance suite à l'explosion d'un convertisseur.
08/06/2009	Bollène (Vaucluse)	Bout de pale éolienne ouverte liée à un coup de foudre.
21/10/2009	Froidfond – Espinassière (Vendée)	Incendie de la nacelle – cause inconnue.
30/10/2009	Freyssenet (Ardèche)	Incendie de la nacelle relatif à court-circuit faisant suite à une opération de maintenance
20/04/2010	Toufflers (Nord)	Décès d'un technicien (crise cardiaque) au cours d'une opération de maintenance.
30/05/2010	Port la Nouvelle (Aude)	Effondrement d'une éolienne – Rotor endommagé par survitesse.
19/09/2010	Rochefort-en-Valdaine (Drôme)	Emballlement de deux éoliennes et incendie des nacelles lors d'une tempête et relatif à un dysfonctionnement du système de freinage.
15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux (Loire-Atlantique)	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance. Aucune blessure grave.
31/05/2011	Mesvres (Saône-et-Loire)	Collision entre train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne. Aucun blessé.
14/12/2011	Non communiqué	Rupture de pale liée à la foudre.
03/01/2012	Non communiqué	Acte de vandalisme : départ de feu au pied de tour.

05/01/2012	Widehem (Pas-de-Calais)	Bris de pales – Projection à 380 m
06/02/2012	Lehaucourt (Aisne)	Opération de maintenance dans la nacelle - un arc électrique (690V) blesse deux sous-traitants (brulure sérieuse au visage et main)
18/05/2012	Fresnay l'Evêque (Eure)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne et rupture du roulement qui raccordait la pale au hub.
30/05/2012	Port-le-Nouvelle (Aude)	Chute d'une éolienne liées à des rafales de vent de 130 km/h – Eolienne de 1991, tour en treillis (200 kW)
01/11/2012	Vieillepesse (Cantal)	Projection d'un élément de la pale à 70 m du mât pour une éolienne de 2,5 MW.
05/11/2012	Sigean (Aude)	Feu sur une éolienne de 660 KW entraînant une chute de pale et enflammant 80 m ² de garrigue environnante
06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne (Aude)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne suite à un défaut de vibration
17/03/2013	Euvry (Marne)	Feu dans une nacelle entraînant une chute de pale
03/08/2013	Moreac (Morbihan)	Perte de 270 L d'huile hydraulique d'une nacelle élévatrice intervenant sur une éolienne – pollution du sol sur 80 m ²

Tableau 19 : Liste des incidents intervenus en France (source : aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_site.gnc, janvier 2014)

6.1.3. Bilan accidentologie humain

Le bilan de l'accidentologie humaine nous indique que depuis 11 ans environ :

- Aucun tiers, extérieur au parc, n'a été blessé ou tué ;
- Les personnes blessées sont toutes du personnel de maintenance. Six accidents sont à déplorer conduisant à huit blessés dont deux morts.

Année	Nb. Individu	Blessure	Cause
2002	1	Electrocution et brulure	Contact avec le transformateur
2009	2	Brulure	Explosion du convertisseur
2010	1	Décès	Crise cardiaque
2010	1	Blessure légère	Chute de 3 m dans la nacelle
2011	1	Décès	Ecrasement lors du levage d'éléments d'éolienne
2012	2	Brulure	Arc électrique
2013	1	Fracture du nez et atteinte des voies respiratoires	Projection d'un embout d'alimentation du réservoir d'azote sous pression et jet de gaz au visage

Tableau 20 : Liste des accidents humains inventoriés

⇒ A ce jour, en France, aucun accident affectant des tiers ou des biens appartenant à des tiers n'est à déplorer. Le seul accident de personne recensé en France relève de la sécurité du travail dans des locaux où des appareils à haute tension sont en service.

6.2. Inventaire des accidents et incidents à 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, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. 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. 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.

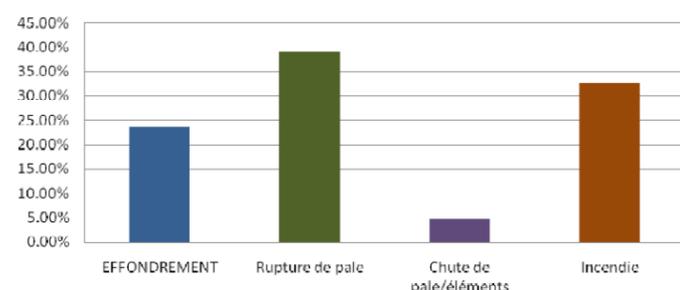


Figure 8 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2010 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)

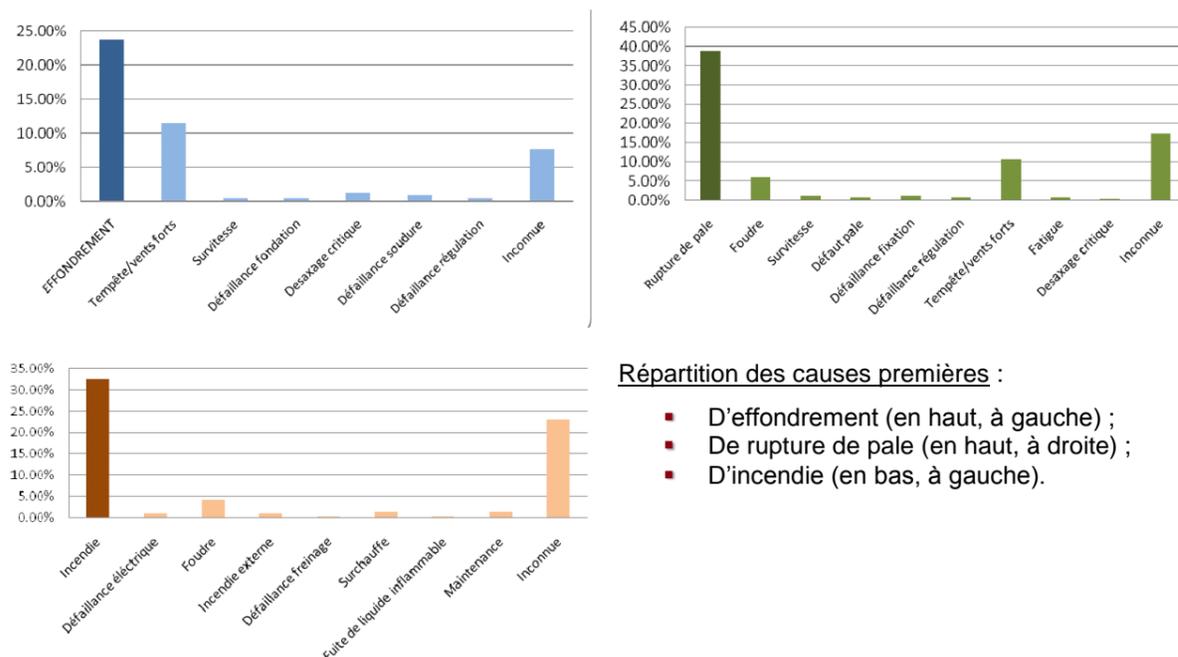


Figure 9 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2011)

6.3. Inventaire des accidents et incidents survenu sur les sites de l'exploitant

A la date de rédaction de la présente étude, aucun accident majeur n'est survenu sur les sites exploités par la société « Parc Eolien de La Charente Limousine » (source : EPURON, 2014).

6.4. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

6.4.1. Analyse de l'évolution des accidents en France

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

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

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

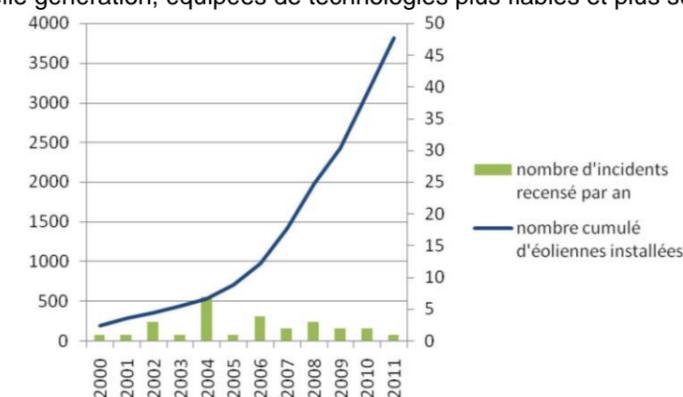


Figure 10 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

6.4.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

Comme le montre l'arbre de défaillance ci-contre, de nombreux phénomènes peuvent être à l'origine d'incident et d'accident. Toutefois, la tempête (vent fort) associée à un dysfonctionnement du système de freinage est l'une des principales causes.

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

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

6.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

- La non-exhaustivité des événements : ce retour d'expérience, constitué à partir de sources variées, ne provient pas d'un système de recensement organisé et systématique. Dès lors certains événements ne sont pas reportés. En particulier, les événements les moins spectaculaires peuvent être négligés : chutes d'éléments, projections et chutes de glace ;
- La non-homogénéité des aérogénérateurs inclus dans ce retour d'expérience : les aérogénérateurs observés n'ont pas été construits aux mêmes époques et ne mettent pas en œuvre les mêmes technologies. Les informations sont très souvent manquantes pour distinguer les différents types d'aérogénérateurs (en particulier concernant le retour d'expérience mondial) ;
- Les importantes incertitudes sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident : de nombreuses informations sont manquantes ou incertaines sur la séquence exacte des accidents ;

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

7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

7.1. Objectif de l'analyse préliminaire 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) basé 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 événements 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. 214-212 du Code de l'Environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-213 du même code ;
- Actes de malveillance.

D'autre part, plusieurs autres agressions externes qui ont été détaillées dans l'état initial peuvent être exclues de l'analyse préliminaire des risques car les conséquences propres de ces événements, en termes de gravité et d'intensité, sont largement supérieures aux conséquences potentielles de l'accident qu'ils pourraient entraîner sur les aérogénérateurs. Le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

- Inondations ;
- Séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- Incendies de cultures ou de forêts ;
- Pertes de confinements 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

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

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

- les agressions externes liées aux activités humaines ;
- les agressions externes liées à des phénomènes naturels.

7.3.1. Agression externe liées aux activités humaines

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines. Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 m (distance à partir de laquelle l'activité considérée ne constitue plus un agresseur potentiel) sont recensées ici.

Remarque : Aucun aérodrome n'est présent dans un rayon de 2 km. Aucune ligne électrique aérienne n'est présente à moins de 200 m des éoliennes projetées et aucune autre éolienne n'est présente dans le périmètre d'étude de dangers (500 m).

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m

Distance par rapport au mât des éoliennes							
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
/	54 m Cc2	98 m Vc1 70 m Cc2	/	/	/	/	/

Tableau 21 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

7.3.2. Agression externe liées aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	<ul style="list-style-type: none"> Risque non quantifié par le DDRM du 16 La vitesse maximale de vent répertoriée sur site par le mât de mesure est de 19.11 m/s sur 10 min à 80 mètres d'altitude. Absence de cyclone recensé sur cette zone.
Foudre	<ul style="list-style-type: none"> Densité de foudroiement : 21 contre 22 en moyenne nationale Respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) et EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)
Glissement de sols / affaissement miniers	<ul style="list-style-type: none"> « Aléa moyen à faible » de retrait et gonflement des argiles ; Cavité : Présence d'aucune cavité sur les territoires du périmètre d'étude de dangers. Aucune cavité n'est recensée dans le périmètre d'étude de dangers.

Tableau 22 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

7.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

Après avoir recensé, dans un premier temps, les potentiels de danger des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux (voir paragraphes 5.1 et 5.2), l'Analyse Préliminaire des Risques doit identifier l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération du danger.

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'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir de la formation de glace sur les pales (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

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction –	Impact sur cible	1

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
				exploitation) (N° 9)		
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 importantes sur les pales	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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)	Chute fragments et chute mât	2
E05	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E06	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12)	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
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	E08	Vents forts

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	E09	Fatigue
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	E10	Désaxage critique du rotor

Tableau 23 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

7.5. Effets dominos sur les ICPE

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.

On limite l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 m (source : INERIS/SER/FEE, Mai 2012). Or, sur la zone d'étude, aucune éolienne du parc éolien de la Charente Limousine ne se trouve à moins de 100 m d'une éolienne d'un parc en service ou de toute autre installation ICPE.

⇒ Aucun effet domino n'est donc à prévoir.

7.6. Mise en place des mesures de sécurité

La troisième étape de l'analyse préliminaire des risques consiste à identifier les barrières de sécurité installées sur les aérogénérateurs et qui interviennent dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux listés dans le tableau APR et de leurs conséquences.

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

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement d' « empêcher, 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 »). Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est recommandé de mesurer cette indépendance à travers les questions suivantes :
 - ✓ Est-ce que la mesure de sécurité décrite a pour unique but d'agir pour la sécurité ? Il s'agit en effet ici de distinguer ces dernières de celles qui ont un rôle dans la sécurité mais aussi dans l'exploitation de l'aérogénérateur ;
 - ✓ Cette mesure est-elle indépendante des autres mesures intervenant sur le scénario ?
- **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. Il s'agit ici de vérifier que la mesure de maîtrise des risques agira « à temps » pour prévenir ou pour limiter les accidents majeurs. Dans le cadre d'une étude de dangers éolienne, l'estimation de ce temps de réponse peut-être simplifiée et se contenter d'une estimation d'un temps de réponse maximum qui doit être atteint. Néanmoins, et pour rappel, la réglementation impose les temps de réponse suivants :
 - ✓ une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;
 - ✓ une seconde mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes ;
- **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. Il s'agit de vérifier qu'une mesure de sécurité est bien dimensionnée pour remplir la fonction qui lui a été assignée. En cas de doute sur une mesure de maîtrise des risques, une note de calcul de dimensionnement peut être produite ;
- **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.

Remarque 1 : Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme « NA » (Non Applicable).

Remarque 2 : Certaines mesures de maîtrise des risques ne remplissent pas les critères « efficacité » ou « indépendance » : elles ont une fiabilité plus faible que d'autres mesures de maîtrise des risques. Celles-ci peuvent néanmoins être décrites dans le tableau ci-dessous dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.

N° de la fonction de sécurité : 1	Prévenir de la formation de glace sur les pales de l'éolienne	N° de risque concerné : GO2
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 (par exemple : analyse des données de fonctionnement de l'éolienne + système de mesure des oscillations et des vibrations) permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt immédiate 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. Dans la présente étude, ce cas de danger n'est pas avéré, le chemin qui passe à proximité des éoliennes n'est pas particulièrement fréquenté (en particulier en hiver) et aucun survol n'intervient.	
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, puis vérification annuelle	

N° de la fonction de sécurité : 2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de risque concerné : GO1
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). Un panneau à proximité de chaque éolienne et sur les accès du site sera également mis en place.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.	
Tests	/	
Maintenance	Constat lors de la mise en route de l'exploitation Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.	

N° de la fonction de sécurité : 3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de risque concerné : I03/I04
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques pour les composants les plus importants: paliers, freins, systèmes hydrauliques, multiplicateur, enroulements d'alternateur, etc. Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement	
Description	En cas de température anormalement haute, une alarme est émise par le système SCADA au centre de contrôle de l'exploitant. Si la température dépasse un seuil haut, l'éolienne est mise à l'arrêt et ne peut être relancée qu'après intervention d'un technicien en nacelle, qui procédera à une identification des causes et à des opérations techniques le cas échéant.	
Indépendance	Oui Ces systèmes s'appuient sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. Ces données sont cependant analysées par l'automate de sécurité embarqué sur chaque éolienne, dont le rôle est dédié à la sécurité de l'installation.	
Temps de réponse	<60 secondes.	
Efficacité	100 %	
Tests	Lors de la phase d'essai de la machine	
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.	

N° de la fonction de sécurité : 4	Prévenir la survitesse	N° de risque concerné : I03/P01
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.	
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et d'un frein mécanique auxiliaire.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.	
Efficacité	100 %	
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.	
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 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.	

N° de la fonction de sécurité : 5	Prévenir des courts-circuits	N° de risque concerné : I01/I02/I05/I06
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.	
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde	
Efficacité	100 %	
Tests	/	
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.	

N° de la fonction de sécurité : 6	Prévenir les effets de la foudre	N° de risque concerné : I01/I02/I05/I06
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.	

N° de la fonction de sécurité : 7	Protection et intervention incendie	N° de risque concerné : I05/I06
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, l'alarme et le lancement du système d'extinction automatique 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.	

N° de la fonction de sécurité : 9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de risque concerné : C02/C03/P03/E01/E02/E03/E05/E07
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)	
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	NA	
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du 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.	

N° de la fonction de sécurité : 8	Prévention et rétention des fuites	N° de risque concerné : I07/F01/F02
Mesures de sécurité	Nacelle et hub faisant office de bac de rétention. Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution	
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. 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. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : – 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. 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.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite	
Efficacité	100 %	
Tests	N/A	
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an	

N° de la fonction de sécurité : 10	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de risque concerné : C01/E07
Mesures de sécurité	Procédure maintenance	
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	Vérification du manuel de maintenance avant démarrage de l'exploitation. Formation systématique des techniciens.	
Maintenance	NA	

N° de la fonction de sécurité : 11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de risque concerné : E05
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite.	
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue. Surveillance en continue à l'aide de 2 capteurs.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	< 1 min	
Efficacité	100 %. NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés. Le niveau attendu de vent sur le secteur (voir % VII.3.2) permet de ne pas envisager d'autre dispositif de diminution de prise au vent de l'éolienne.	
Tests	Test des capteurs au moment de la mise en service et à chaque maintenance	
Maintenance	Vérification du frein hydraulique, système de détection de survitesse, du système d'alarme, des motoréducteurs, du graissage, etc..	

N° de la fonction de sécurité : 12	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de risque concerné : E06/P02
Mesures de sécurité	Inspection + actions de sécurité associées	
Description	NA	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	Dégradation de l'état des équipements surveillée à chaque visite machine.	
Maintenance	Lors de chaque visite sur site	

N° de la fonction de sécurité : 13	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention	N° de risque concerné : E04
Mesures de sécurité	Elaboration du plan de prévention, mise en œuvre des mesures définies	
Description	Plan de prévention fait annuellement incluant une visite commune pour identifier les risques sur site ainsi que les mesures de prévention et d'urgence.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	Visite Sécurité 2/an par le constructeur sur site et vérification de l'application des consignes du plan de prévention.	
Maintenance	Annuelle. - ou à chaque opération non-routinière (intervention d'une grue externe par exemple).	

Tableau 24 : Ensemble des fonctions de sécurité (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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. Conclusion de l'analyse préliminaire 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)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m ² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. 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.

Tableau 25 : Scénarios exclus (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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 ETUDES DETAILLEES DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios sélectionnés 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 définitions

Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux sont précisées dans l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005.

Cet arrêté ne prévoit de détermination de l'intensité et de la gravité que pour les effets de surpression, de rayonnement thermique et toxique.

Cet arrêté est complété par la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

Cette circulaire précise en son point 1.2.2 qu'à l'exception de certains explosifs pour lesquels les effets de projection présentent un comportement caractéristique à faible distance, les projections et chutes liées à des ruptures ou fragmentations ne sont pas modélisées en intensité et gravité dans les études de dangers.

Force est néanmoins de constater que ce sont les seuls phénomènes dangereux susceptibles de se produire sur des éoliennes.

Afin de pouvoir présenter des éléments au sein de cette étude de dangers, il est proposé de recourir à la méthode ad hoc préconisée par le guide technique 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'évènement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005, la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou « 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 considéré 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).

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

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

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

Tableau 26 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

8.1.3. Gravité

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

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

Tableau 27 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)

8.1.4. Probabilité

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

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

Tableau 28 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)

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. Détermination des paramètres pour l'étude détaillée des risques

8.2.1. Effondrement de l'éolienne

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 192,9 m dans le cas des éoliennes du parc éolien de la Charente Limousine.

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.

Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale balayée par le rotor et la surface du mât non balayée par le rotor, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas le plus défavorable (cf. 3-4) du parc éolien de la Charente Limousine. R est la longueur de la pale (R= 55,955 m), H la hauteur du mât (H= 133,08 m), L la largeur du mât (L= 14,5 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB= 2,7 m).

Effondrement de l'éolienne			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = (H \times L) + (3 \times R \times LB / 2)$	$Z_E = \pi \times (H + R)^2$	$d = (Z_I / Z_E) \times 100$	
2156	112263	1,92 (>1% et < 5%)	Exposition forte

Tableau 29 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne

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

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), 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 100 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important » ;
- Au plus une personne exposée → « Sérieux » ;
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré ».

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

¹ 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.

Effondrement de l'éolienne		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,12	Sérieuse
E2	0,12	Sérieuse
E3	0,12	Sérieuse
E4	0,12	Sérieuse
E5	0,12	Sérieuse
E6	0,12	Sérieuse
E7	0,12	Sérieuse
E8	0,12	Sérieuse

Tableau 30 : Evaluation de la gravité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne

Remarque : le calcul du nombre de personnes permanentes est défini dans le chapitre 3-4.

Probabilité

Pour l'effondrement d'une éolienne, les valeurs retenues dans la littérature sont détaillées dans le tableau suivant

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbine	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances	$1,8 \times 10^{-4}$ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Tableau 31 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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'expérience¹, soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C », à savoir : « Evènement 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'évènement.

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 mesures de sécurité sont notamment :

- respect intégral des dispositions de la norme IEC 61 400-1 ;
- contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages ;
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage ;
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique.

On note d'ailleurs, dans le retour d'expérience français, qu'aucun effondrement n'a eu lieu sur les éoliennes mises en service après 2005.

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité d'effondrement.

Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D », à savoir : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité ».

Acceptabilité

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

Effondrement de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieuse	Acceptable
E2	Sérieuse	Acceptable
E3	Sérieuse	Acceptable
E4	Sérieuse	Acceptable
E5	Sérieuse	Acceptable
E6	Sérieuse	Acceptable
E7	Sérieuse	Acceptable
E8	Sérieuse	Acceptable

Tableau 32 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « effondrement de l'éolienne »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de la Charente Limousine, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.2. Chute de glace

Considérations générales

Les périodes de gel et l'humidité de l'air peuvent entraîner, dans des conditions de température et d'humidité de l'air bien particulières, une formation de givre ou de glace sur l'éolienne, ce qui induit des risques potentiels de chute de glace.

Selon l'étude WECO, une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concernée 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.

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 la Charente Limousine, la zone d'effet a donc un rayon de 63 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.

Intensité

Pour le phénomène de chute de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien de la Charente Limousine. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est la longueur de pale ($R = 61.66$ m), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG = 1$ m²).

Chute de glace			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
1	11944	0,01 (<1 %)	Exposition modérée

Tableau 33 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace

L'intensité est nulle hors de la zone de survol.

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

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

Chute de glace		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,01	Modérée
E2	0,01	Modérée
E3	0,01	Modérée
E4	0,01	Modérée
E5	0,01	Modérée
E6	0,01	Modérée
E7	0,01	Modérée
E8	0,01	Modérée

Tableau 34 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute de glace »

Probabilité

De façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A », c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10⁻².

Acceptabilité

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

Chute de glace		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable

Tableau 35 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de la Charente Limousine, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

8.2.3. Chute d'éléments de l'éolienne

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.

Intensité

Pour le phénomène de chute d'éléments, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière se détachant de l'éolienne) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de la Charente Limousine. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R= 61,66$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB= 2,6$ m).

Chute d'éléments de l'éolienne			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
80	11938	0,67 (< 1%)	Exposition modérée

Tableau 36 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace

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

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

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

Chute d'éléments de l'éolienne		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,01	Modérée
E2	0,01	Modérée
E3	0,01	Modérée
E4	0,01	Modérée
E5	0,01	Modérée
E6	0,01	Modérée
E7	0,01	Modérée
E8	0,01	Modérée

Tableau 37 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

Probabilité

Peu d'éléments sont disponibles dans la littérature pour évaluer la fréquence des événements de chute de pales ou d'éléments d'éoliennes.

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4.47×10^{-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 » : « Evènement 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'évènement.

Acceptabilité

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

Chute d'éléments de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable

Tableau 38 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de la Charente Limousine, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.4. Projection de pales et de fragments de pales

Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 mètres par rapport au mât de l'éolienne. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent des distances d'effet inférieures.

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne. Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études présentées aux points 5 et 6 au chapitre 10.5 (bibliographie).

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.

Intensité

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (500 m).

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 la Charente Limousine. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R=61,66$ m), LB la largeur de la base de la pale ($LB=2,6$ m) et R_E la zone de 500 m autour de l'éolienne.

Projection de pale ou de fragment de pale			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I=R \times LB/2$	$Z_E=\pi \times R_E^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
80	785 400	0,01 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 39 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

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

Projection de pale ou de fragment de pale		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,78	Modérée
E2	0,78	Modérée
E3	0,78	Modérée
E4	0,78	Modérée
E5	0,78	Modérée
E6	0,78	Modérée
E7	0,78	Modérée
E8	0,78	Modérée

Tableau 40 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

Probabilité

Les valeurs retenues dans la littérature pour une rupture de tout ou partie de pale sont détaillées dans le tableau suivant :

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990-Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbine	$1,1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances	$6,1 \times 10^{-4}$	Recherche Internet des Accidents entre 1996 et 2003

Tableau 41 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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 évènements pour 15 667 années d'expérience, soit $7,66 \times 10^{-4}$ évènement par éolienne et par an).

Ces évènements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C » : « *Evènement 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'évènement.

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 ;
- Le système de détection des survitesses et un système redondant de freinage ;
- Le 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 ;
- L'utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.).

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité de projection.

Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D » : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctrices réduisant significativement la probabilité ».

Acceptabilité

Le tableau ci-dessous rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de la Charente Limousine, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable).

Projection de pale ou de fragment de pale		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable

Tableau 42 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de la Charente Limousine, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.5. Projection de glace

Zone d'effet

L'accidentologie rapporte quelques cas de projection de glace. Ce phénomène est connu et possible, mais reste difficilement observable et n'a jamais occasionné de dommage sur les personnes ou les biens.

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence n°15 du chapitre 10.5 propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

$$\text{Distance d'effet} = 1,5 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{diamètre de rotor}) \text{ soit } \mathbf{383,85 \text{ m.}}$$

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (voir n°17 du chapitre 10.4). 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.

Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m^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 la Charente Limousine. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R = 61,66 \text{ m}$), H la hauteur au moyeu ($H = 129,9 \text{ m}$), et S_G la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = S_G$	$Z_E = \pi \times (1,5 \times (H+2 \times R))^2$	$d = (Z_I/Z_E) \times 100$	
1	462 886	0,0002 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 43 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de glace »

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré ».

Il a été observé dans la littérature disponible qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

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

Projection de morceaux de glace		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,46	Modérée
E2	0,46	Modérée
E3	0,46	Modérée
E4	0,46	Modérée
E5	0,46	Modérée
E6	0,46	Modérée
E7	0,46	Modérée
E8	0,46	Modérée

Tableau 44 : Evaluation de la gravité dans le scenario « projection de morceaux de glace »

Probabilité

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.

Acceptabilité

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « modérée ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 1 dans la zone d'effet.

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

Projection de morceaux de glace			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1	Modérée	oui	Acceptable
E2	Modérée	oui	Acceptable
E3	Modérée	oui	Acceptable
E4	Modérée	oui	Acceptable
E5	Modérée	oui	Acceptable
E6	Modérée	oui	Acceptable
E7	Modérée	oui	Acceptable
E8	Modérée	oui	Acceptable

Tableau 45 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « projection de morceaux de glace »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de la Charente Limousine, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques

8.3.1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

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

Scenario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition forte	D	Sérieuse E1 à E8
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée E1 à E8
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée E1 à E8
Projection de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée E1 à E8
Projection de glace	1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée E1 à E8

Tableau 46 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc

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.

La liste des scénarios pointés dans la matrice sont les suivants :

- Chute d'éléments des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 et E8 (scénario Ce1, Ce2, Ce3, Ce4, Ce5, Ce6, Ce7, Ce8) ;
- Chute de glace des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 et E8 (scénario Cg1, Cg2, Cg3, Cg4, Cg5, Cg6, Cg7, Cg8) (fonction de sécurité n°2 § 7.6) ;
- Effondrement des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 et E8 (scénario Er1, Er 2, Er 3, Er 4, Er 5, Er 6, Er 7, Er 8) ;
- Projection de glace des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 et E8 (scénario Pg1, Pg2, Pg3, Pg4, Pg5, Pg6, Pg7, Pg8) ;
- Projection de pale des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 et E8 (scénario Pp1, Pp2, Pp3, Pp4, Pp5, Pp6, Pp7, Pp8).

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Er1, Er 2, Er 3, Er 4, Er 5, Er 6, Er 7, Er 8			
Modéré		Pp1, Pp2, Pp3, Pp4, Pp5, Pp6, Pp7, Pp8	Ce1, Ce2, Ce3, Ce4, Ce5, Ce6, Ce7, Ce8	Pg1, Pg2, Pg3, Pg4, Pg5, Pg6, Pg7, Pg8	Cg1, Cg2, Cg3, Cg4, Cg5, Cg6, Cg7, Cg8

Légende de la matrice :

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

Figure 11 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents 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.

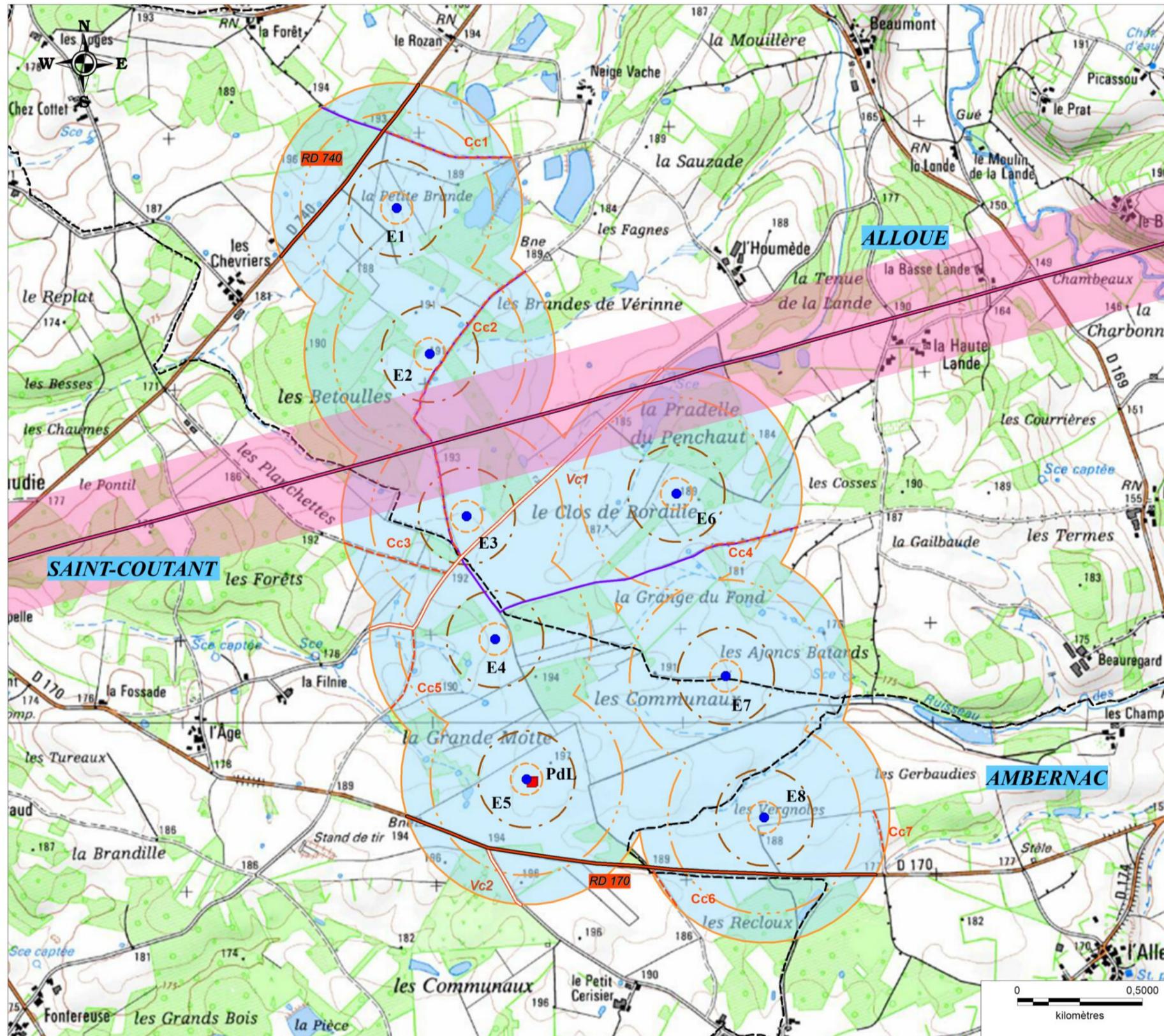
8.3.3. Cartographie des risques

Une carte de synthèse des risques est présentée. Elle fait apparaître, pour les scénarios les plus critiques :

- Les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques ;
- Une représentation graphique de la probabilité d'atteinte des enjeux.

Synthèse des risques

Echelle : 1/15 000ème



Légende :

Parc éolien projeté :

- Eolienne
- Postes de livraison
- ⋯ Zone de surplomb par les pales (63 m)

Territoire :

- Limite communale

Infrastructures radioélectriques :

- Faisceau Hertzien PT2LH
- Zone de protection

Infrastructures routières :

- Route départementale
- Voie communale
- Chemin communal

Tourisme :

- PDIPR

Représentation des scénarios étudiés :

- ⋯ Risque de chute de glace ou autre élément
- ⋯ Risque d'effondrement
- · - · Risque de projection de glace
- Risque de projection de pale

Personnes exposées :

- Moins de 1 personne
- Plus de 1 personne

Intensité d'exposition :

- Modérée
- Sérieuse

Source: Scan25® ©IGN PARIS - Licence EPURON - Copie et reproduction interdite.
Réalisation ATER Environnement Juin 2014.

Carte 14 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers

9 CONCLUSIONS

Les principaux accidents majeurs identifiés du parc éolien de la Charente Limousine sont ceux les plus fréquents au regard de l'accidentologie, à savoir :

- Le bris de pale,
- L'effondrement de l'éolienne,
- La chute d'éléments,
- La chute et la projection de glace.

La probabilité d'atteinte d'un enjeu par un projectile est variable en fonction du scénario :

- D pour l'effondrement de l'éolienne
- C pour la chute d'éléments ;
- A pour la chute de glace ;
- D pour la projection d'un fragment de pale ;
- B pour la projection de glace.

Dans la zone de surplomb des éoliennes, là où s'observe la chute de glace et d'éléments, l'enjeu humain est défini à 0,01 personnes, ce qui représente une gravité modérée. Sont présents des pâtures, des boisements et un chemin rural.

Dans la zone d'effondrement de la machine (dite également zone de ruine), l'enjeu humain est évalué à 0,12 personnes. Sont présents des pâtures des boisements mais également des chemins ruraux et une voie communale. Toutefois, en l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain est nettement inférieur à une personne.

Dans la zone de projection de glace, l'enjeu humain est défini à 0,46 personnes. Sont également présents des pâtures et des boisements mais également deux routes départementales non structurantes, des voies communales et des chemins ruraux. L'enjeu humain reste inférieur à 10 personnes.

Enfin, sur le reste de la zone, l'enjeu humain reste modéré puisqu'il s'agit, pour l'essentiel, de pâtures et de boisements pour lequel il est estimé 0,78 personnes. Sont présents également deux routes départementales non structurantes, plusieurs voies communales et chemins ruraux.

Cette zone est concernée par le bris de pale pour lequel la probabilité de réalisation est de D « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité ».

Les principales mesures de maîtrise des risques mises en place pour prévenir ou limiter les conséquences de ces accidents majeurs sont :

- Des barrières de prévention avec :
 - ✓ Des balisages des éoliennes ;
 - ✓ Des détecteurs de feux ;
 - ✓ Des détecteurs de survitesse ;
 - ✓ Un système antifoudre ;
 - ✓ Des protections contre la glace ;
 - ✓ Des protections contre l'échauffement des pièces mécaniques ;
 - ✓ Des protections contre les courts-circuits ;
 - ✓ Des protections contre la pollution environnementale.
- Une maintenance préventive et vérification :
 - ✓ Planning de maintenance préventive ;
 - ✓ Maintenance des installations électriques ;
 - ✓ Vérifications électrique, incendie, annuelle par un organisme agréé.
- Un personnel formé ;

- Des machines certifiées.

L'ensemble des scénarii étudiés est en zone de risques intermédiaires, pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes et la maîtrise des risques concernés est assurée et démontrée par l'exploitant (contrôles appropriés pour éviter tout écart dans le temps).

Les mesures de maîtrise des risques mises en place sur l'installation sont suffisantes pour garantir un risque acceptable pour chacun des phénomènes dangereux retenus dans l'étude détaillée.

10 ANNEXES

10.1. Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques

Cette partie apporte un certain nombre de précisions par rapport à chacun des scénarios étudiés par le groupe de travail technique dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques.

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie 7.4. de la trame type de l'étude de dangers. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes et pourra par conséquent être repris à l'identique dans les études de dangers.

La numérotation des scénarios ci-dessous reprend celle utilisée dans le tableau de l'analyse préliminaire des risques, avec un regroupement des scénarios par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience par le groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

10.1.1. Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)

Scénario G01

En cas de formation de glace, les systèmes de prévention intégrés stopperont le rotor. La chute de ces éléments interviendra donc dans l'aire surplombée par le rotor, le déport induit par le vent étant négligeable.

Plusieurs procédures/systèmes permettront de détecter la formation de glace :

- Système de détection de glace ;
- Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor ;
- Arrêt préventif en cas de givrage de l'anémomètre.

Scénario G02

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d'éventuels redémarrages de la machine encore « glacée », ou en cas de formation de glace sur le rotor en mouvement simultanément à une défaillance des systèmes de détection de givre et de balourd.

Aux faibles vitesses de vents (vitesse de démarrage ou « cut in »), les projections resteront limitées au surplomb de l'éolienne. A vitesse de rotation nominale, les éventuelles projections seront susceptibles d'atteindre des distances supérieures au surplomb de la machine.

10.1.2. Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)

Les éventuels incendies interviendront dans le cas où plusieurs conditions seraient réunies (Ex : Foudre + défaillance du système parafoudre = Incendie).

Le moyen de prévention des incendies consiste en un contrôle périodique des installations.

Dans l'analyse préliminaire des risques seulement quelques exemples vous sont fournis. La méthodologie suivante pourra aider à déterminer l'ensemble des scénarios devant être regardés :

- Découper l'installation en plusieurs parties : rotor, nacelle, mât, fondation et poste de livraison ;
- Déterminer à l'aide de mot clé les différentes causes (cause 1, cause 2) d'incendie possibles.

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'emballlement du rotor (survitesse). Plusieurs moyens sont mis en place en matière de prévention :

- Concernant le défaut de conception et fabrication : Contrôle qualité
- Concernant le non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant, Contrôle qualité (inspections)
- Concernant les causes externes dues à l'environnement : Mise en place de solutions techniques visant à réduire l'impact. Suivant les constructeurs, certains dispositifs sont de série ou en option. Le choix des options est effectué par l'exploitant en fonction des caractéristiques du site.

L'emballlement peut notamment intervenir lors de pertes d'utilités. Ces pertes d'utilités peuvent être la conséquence de deux phénomènes :

- Perte de réseau électrique : l'alimentation électrique de l'installation est nécessaire pour assurer le fonctionnement des éoliennes (orientation, appareils de mesures et de contrôle, balisage, ...);
- Perte de communication : le système de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance du parc peut être interrompu pendant une certaine durée.

Concernant la perte du réseau électrique, celle-ci peut être la conséquence d'un défaut sur le réseau d'alimentation du parc éolien au niveau du poste source. En fonction de leurs caractéristiques techniques, le comportement des éoliennes face à une perte d'utilité peut être différent (fonction du constructeur). Cependant, deux systèmes sont couramment rencontrés :

- Déclenchement au niveau du rotor du code de freinage d'urgence, entraînant l'arrêt des éoliennes ;
- Basculement automatique de l'alimentation principale sur l'alimentation de secours (batteries) pour arrêter les aérogénérateurs et assurer la communication vers le superviseur.

Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée.

En revanche, en cas de perte de communication pendant une longue durée, le superviseur du parc éolien concerné dispose de plusieurs alternatives dont deux principales :

- Mise en place d'un réseau de communication alternatif temporaire (faisceau hertzien, agent technique local...);
- Mise en place d'un système autonome d'arrêt à distance du parc par le superviseur.

Les solutions aux pertes d'utilités étant diverses, les porteurs de projets pourront apporter dans leur étude de danger une description des protocoles qui seront mis en place en cas de pertes d'utilités.

10.1.3. Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

Les fuites éventuelles interviendront en cas d'erreur humaine ou de défaillance matérielle.

Une attention particulière est à porter aux mesures préventives des parcs présents dans des zones protégées au niveau environnemental, notamment en cas de présence de périmètres de protection de captages d'eau potable (identifiés comme enjeux dans le descriptif de l'environnement de l'installation). Dans ce dernier cas, un hydrogéologue agréé devra se prononcer sur les mesures à prendre en compte pour préserver la ressource en eau, tant au niveau de l'étude d'impact que de l'étude de danger. Plusieurs mesures pourront être mises en place (photographie du fond de fouille des fondations pour montrer que la nappe phréatique n'a pas été atteinte, comblement des failles karstiques par des billes d'argile, utilisation de graisses végétales pour les engins, ...).

Scénario F01

En cas de rupture de flexible, perçage d'un contenant ..., il peut y avoir une fuite d'huile ou de graisse, alors que l'éolienne est en fonctionnement. Les produits peuvent alors s'écouler hors de la nacelle, couler le long du mât et s'infiltrer dans le sol environnant l'éolienne.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher l'écoulement de ces produits dangereux :

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances
- Procédure de gestion des situations d'urgence.

Deux événements peuvent être aggravants :

- Ecoulement de ces produits le long des pales de l'éolienne, surtout si celle-ci est en fonctionnement. Les produits seront alors projetés aux alentours ;
- Présence d'une forte pluie qui dispersa rapidement les produits dans le sol.

Scénario F02

Lors d'une maintenance, les opérateurs peuvent accidentellement renverser un bidon d'huile, une bouteille de solvant, un sac de graisse ... Ces produits dangereux pour l'environnement peuvent s'échapper de l'éolienne ou être renversés hors de cette dernière et infiltrer les sols environnants.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher le renversement et l'écoulement de ces produits :

- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence ;
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits.

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

Événement aggravant : fortes pluies qui disperseront rapidement les produits dans le sol.

10.1.4. Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)

Les scénarii de chutes concernent les éléments d'assemblage des aérogénérateurs : ces chutes sont déclenchées par la dégradation d'éléments (corrosion, fissures, ...) ou des défauts de maintenance (erreur humaine).

Les chutes sont limitées à un périmètre correspondant à l'aire de survol.

10.1.5. Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P03)

Les événements principaux susceptibles de conduire à la rupture totale ou partielle de la pale sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Défaut de conception et de fabrication
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance
- Causes externes dues à l'environnement : glace, tempête, foudre...

Si la rupture totale ou partielle de la pale intervient lorsque l'éolienne est à l'arrêt on considère que la zone d'effet sera limitée au surplomb de l'éolienne.

L'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite au 2.2 de la présente partie C (scénarios incendies).

Scénario P01

En cas de défaillance du système d'arrêt automatique de l'éolienne en cas de survitesse, les contraintes importantes exercées sur la pale (vent trop fort) pourraient engendrer la casse de la pale et sa projection.

Scénario P02

Les contraintes exercées sur les pales - contraintes mécaniques (vents violents, variation de la répartition de la masse due à la formation de givre...), conditions climatiques (averses violentes de grêle, foudre...) - peuvent entraîner la dégradation de l'état de surface et à terme l'apparition de fissures sur la pale.

Prévention : Maintenance préventive (inspections régulières des pales, réparations si nécessaire)

Facteur aggravant : Infiltration d'eau et formation de glace dans une fissure, vents violents, emballement de l'éolienne

Scénarios P03

Un mauvais serrage de base ou le desserrage avec le temps des goujons des pales pourrait amener au décrochage total ou partiel de la pale, dans le cas de pale en plusieurs tronçons.

10.1.6. Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10)

Les événements pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant
- Causes externes dues à l'environnement : séisme, ...

10.2. Probabilité d'atteinte et risque individuel

Le risque individuel encouru par un nouvel arrivant dans la zone d'effet d'un phénomène de projection ou de chute est appréhendé en utilisant la probabilité de l'atteinte par l'élément chutant ou projeté de la zone fréquentée par le nouvel arrivant. Cette probabilité est appelée probabilité d'accident.

Cette probabilité d'accident est le produit de plusieurs probabilités :

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

P_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

$P_{\text{orientation}}$ = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

P_{rotation} = probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)

P_{atteinte} = probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation)

$P_{\text{présence}}$ = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

Par souci de simplification, la probabilité d'accident sera calculée en multipliant la borne supérieure de la classe de probabilité de l'événement redouté central par le degré d'exposition. Celui-ci est défini comme le ratio entre la surface de l'objet chutant ou projeté et la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous récapitule les probabilités d'atteinte en fonction de l'événement redouté central.

Evènement redouté central	Borne supérieure de la classe de probabilité de l'ERC (pour les éoliennes récentes)	Degré d'exposition	Probabilité d'atteinte
Effondrement	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Chute de glace	1	$5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$ (A)
Chute d'éléments	10^{-3}	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$ (D)
Projection de tout ou partie de pale	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Projection de morceaux de glace	10^{-2}	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$ (E)

Les seuls ERC pour lesquels la probabilité d'atteinte n'est pas de classe E sont ceux qui concernent les phénomènes de chutes de glace ou d'éléments dont la zone d'effet est limitée à la zone de survol des pales et où des panneaux sont mis en place pour alerter le public de ces risques.

De plus, les zones de survol sont comprises dans l'emprise des baux signés par l'exploitant avec le propriétaire du terrain ou à défaut dans l'emprise des autorisations de survol si la zone de survol s'étend sur plusieurs parcelles. La zone de survol ne peut donc pas faire l'objet de constructions nouvelles pendant l'exploitation de l'éolienne.

10.3. Glossaire

Les définitions ci-dessous sont reprises de la circulaire du 10 mai 2010. Ces définitions sont couramment utilisées dans le domaine de l'évaluation des risques en France.

Accident : Evénement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

Cinétique : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables (cf. art. 5 à 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005). Dans le tableau APR proposé, la cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les enjeux ont le temps d'être mis à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

Danger : Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz...), à une disposition (élévation d'une charge...), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible [pneumatique ou potentielle] qui caractérisent le danger).

Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de maîtrise des risques. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.

Evénement initiateur : Evénement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

Evénement redouté central : Evénement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

Fonction de sécurité : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

Gravité : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets. La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés.

Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques : Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens

conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité) : Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois :

- les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les enjeux potentiels par diminution de la vulnérabilité.

Phénomène dangereux : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages »

Potentiel de danger (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger ») : Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

Prévention : Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

Protection : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.

Probabilité d'occurrence : Au sens de l'article L. 512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;
2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

Réduction du risque : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

- Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité
- Réduction de l'intensité :
 - par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
 - réduction des dangers: la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation

La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».

- Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence).

Risque : « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51).

Scénario d'accident (majeur) : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques) : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

Aérogénérateur : Dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur

Survitesse : Vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent guide sont listés et explicités ci-dessous :

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

SER : Syndicat des Energies Renouvelables

FEE : France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)

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

EDD : Etude de dangers

APR : Analyse Préliminaire des Risques

ERP : Etablissement Recevant du Public

Braam H. (2005) – *Handboek Risicozonering Winturbines – 2^e versie. S1.*

Chambre de l'Agriculture de la Bourgogne (2011) – *Assolement et Stratégie*

DDT de la Côte d'Or (2012) – *Dossier Départemental des Risques Majeurs*

Guillet R., Leteur J.-P. - *Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - (2004) ;*

INERIS/SER/FEE (déc. 2011) - *Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens ;*

Région Bourgogne (2012) – *Schéma Régional Eolien ;*

WECO (déc. 1998) – *Wind energy production in cold climate.*

Sites internet consultés :

- www.argiles.fr
- www.cartes-topographiques.fr ;
- www.inondationsnappes.fr ;
- www.planseisme.fr
- www.prim.net ;
- www.alstom.com ;
- www.statistiques-locales.insee.fr

10.4. Bibliographie

- L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (réf DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011 ;
- NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006 ;
- Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum ;
- Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest ;
- Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24 ;
- 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 ingenieurgesellschaft, 2004 ;
- Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public ;
- Interest Energy Research Program, 2006 ;
- Omega 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005 ;
- Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- 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 ;
- 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 ;
- 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 ;
- Alpine test site Gutsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al. ;
- Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000 ;
- Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil General des Mines - Guillet R., Leteutrois J.-P. - juillet 2004 ;
- Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kroning J. - DEWI, avril 2003 ;
- Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005 ;
- DDT de la Côte d'Or (2012) – Dossier Départemental des Risques Majeurs ;
- INERIS/SER/FEE (2012) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens.

Sites internet consultés :

- www.argiles.fr;
- www.asn.fr;
- www.cartes-topographiques.fr ;
- www.inondationsnappes.fr ;
- www.planseisme.fr
- www.prim.net ;
- www.statistiques-locales.insee.fr

10.5. Table des illustrations

10.5.1. Liste des figures

Figure 1 : Organigramme de la Holdings (source : EPURON, 2014)	9
Figure 2 : Illustration des températures de 1961 à 1990 – Station de Confolens (Source : Insee, Station de Confolens)	15
Figure 3 : Illustration des précipitations de 1961 à 1990 – Station de Confolens (source : Insee, Station de Confolens)	15
Figure 4 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale)	25
Figure 5 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –	31
Figure 6 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	34
Figure 7 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2010 (source : SER/FEE/INERIS, 2011).....	39
Figure 8 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2010 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)	41
Figure 9 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2011)	41
Figure 10 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : INERIS/SER/FEE, 2012).....	41
Figure 11 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	59

10.5.2. Liste des tableaux

Tableau 1 : Nomenclature ICPE pour l'éolien terrestre (source : décret n°2011-984 du 23 août 2011)	6
Tableau 2 : Inventaire des éoliennes possibles (non exhaustif) pour le projet (source : EPURON, 2014)	6
Tableau 3 : Référence administrative de la société Parc éolien de la Charente Limousine (source : EPURON, 2014)	7
Tableau 4 : Références du signataire pouvant engager la société (source : EPURON, 2014)	7
Tableau 5 : Parcs éoliens développés, en exploitation et en cours de construction (source : EPURON, 2014)	9
Tableau 6 : Identification des parcelles cadastrales (source : EPURON, 2014)	11
Tableau 7 : Quelques indicateurs de la population et leur logement (Insee, 2009).....	13
Tableau 8 : Synthèse des risques majeurs sur les territoires d'implantation du parc projeté (source : DDRM 16, 2012)	16
Tableau 9 : Inventaire des arrêtés de catastrophe naturelle sur le périmètre de l'étude de dangers (source : prim.net, 2013)	16
Tableau 10 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures intégrant leur périmètre d'étude de dangers	19
Tableau 11 : Définition du rayon maximale du périmètre de la projection de glace	23
Tableau 12 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non urbanisés pour une éolienne	23
Tableau 13 : Coordonnées géographiques du parc éolien	27
Tableau 14 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012	28
Tableau 15 : Niveaux intermédiaires requis en fonction de la hauteur de l'éolienne (source : arrêté du 13 novembre 2009)	29
Tableau 16 : Normes et certifications auxquelles répondent les machines retenues (source : EPURON, 2014)	31
Tableau 17 : Produits sortants de l'installation (source : EPURON – 2014)	35
Tableau 18 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)	36
Tableau 19 : Liste des incidents intervenus en France (source : aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_site.gnc, janvier 2014).....	40
Tableau 20 : Liste des accidents humains inventoriés	40

Tableau 21 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	43
Tableau 22 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	44
Tableau 23 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	46
Tableau 24 : Ensemble des fonctions de sécurité (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	50
Tableau 25 : Scenarios exclus (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	50
Tableau 26 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	51
Tableau 27 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)	52
Tableau 28 : Grille de criticité du scenario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)	52
Tableau 29 : Evaluation de l'intensité dans le scenario de l'effondrement de l'éolienne	53
Tableau 30 : Evaluation de la gravité dans le scenario de l'effondrement de l'éolienne	53
Tableau 31 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	53
Tableau 32 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « effondrement de l'éolienne »	54
Tableau 33 : Evaluation de l'intensité dans le scenario de chute de glace	54
Tableau 34 : Evaluation de la gravité dans le scenario « chute de glace »	54
Tableau 35 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « chute de glace »	55
Tableau 36 : Evaluation de l'intensité dans le scenario de chute de glace	55
Tableau 37 : Evaluation de la gravité dans le scenario « chute d'éléments de l'éolienne »	55
Tableau 38 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « chute d'éléments de l'éolienne »	56
Tableau 39 : Evaluation de l'intensité dans le scenario « projection de pale ou de fragment de pale »	56
Tableau 40 : Evaluation de la gravité dans le scenario « projection de pale ou de fragment de pale »	56
Tableau 41 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	56
Tableau 42 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « projection de pale ou de fragment de pale »	57
Tableau 43 : Evaluation de l'intensité dans le scenario « projection de glace »	57
Tableau 44 : Evaluation de la gravité dans le scenario « projection de morceaux de glace »	58
Tableau 45 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scenario « projection de morceaux de glace »	58
Tableau 46 : Synthèse des scenarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc	59

10.5.3. Liste des cartes

Carte 1 : Localisation géographique de l'installation	8
Carte 2 : Définition du périmètre d'étude de dangers	10
Carte 3 : Distance aux premières zones urbanisées ou à urbaniser	12
Carte 4 : Carte des vents de la région Poitou-Charentes, à 100 m d'altitude – Légende : Etoile rouge / Localisation du site (source : Schéma Régional Eolien Poitou Charentes, 2012).....	16
Carte 5 : Sensibilité des territoires d'Alloue, Ambernac et Saint-Coutant aux phénomènes d'inondations par remontée de nappe – Légende : Cercle rouge / Implantation du site (source. inondationsnappes.fr, 2013).....	17
Carte 6 : Aléa retrait-gonflement des argiles sur le site d'étude – Légende : Cercle rouge / Implantation du site (source : www.argiles.fr, 2013)	17
Carte 7 : Zones sismiques en Poitou-Charentes – Légende : Etoile bleue / Localisation du site (source : planseisme.fr, 2013).....	17
Carte 8 : Densité de foudroiement - Légende : Etoile bleue/ Localisation du site (source : Météo France)	18
Carte 9 : Enjeux matériels dans le périmètre d'étude de dangers.....	20
Carte 10 : Enjeux humains sur l'aire d'étude de dangers	22
Carte 11 : Plan détaillé de l'installation (source : EPURON, 2014)	26
Carte 12 : Réseaux électriques internes à l'installation	32
Carte 13 : Délimitation territoriale du Schéma Régional Eolien / Légende : Etoile bleue – Localisation du site (source : Schéma Régional Eolien, Mai 2012)	37
Carte 14 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers.....	60

10.6. Coordonnées WGS 84

Les coordonnées sont données à titre indicatif, les plans du dossier faisant foi.

Eolienne	Coordonnées WGS84		Altitude (NGF - m)	
	Latitude	Longitude	Au sol	Bout de pale
E1	N 46°00'30,6"	E 000°29'19,5"	193	385,9
E2	N 46°00'11,8"	E 000°29'25,7"	194	386,9
E3	N 45°59'50,8"	E 000°29'32,6"	195	387,9
E4	N 45°59'35,0"	E 000°29'37,9"	194	386,9
E5	N 45°59'16,9"	E 000°29'43,7"	198	390,9
E6	N 45°59'53,8"	E 000°30'11,5"	192	384,9
E7	N 45°59'30,2"	E 000°30'20,7"	186	378,9
E8	N 45°59'12,0"	E 000°30'27,9"	188	380,9
PDL1	N 45°59'16,5"	E 000°29'44,9"	196	/
PDL2	N 45°59'16,3"	E 000°29'44,6"	196	/

10.7. K-Bis de la société « Parc éolien de la Charente Limousine »

Greffes du Tribunal de Commerce de CRETEIL
 IMMEUBLE LE PASCAL
 CENTRE COMMERCIAL DE CRETEIL SOLEIL
 94049 CRETEIL CEDEX

Extrait Kbis

EXTRAIT D'IMMATRICULATION AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIÉTÉS au 07 Juillet 2014

IDENTIFICATION

Dénomination sociale	PARC EOLIEN DE LA CHARENTE LIMOUSINE
Sigle	PE de la Charente Limousine
Numéro d'immatriculation	803 306 174 R.C.S. CRETEIL
Date d'immatriculation	03/07/2014

RENSEIGNEMENTS RELATIFS A LA PERSONNE MORALE

Adresse du siège	9 Avenue de Paris -Boite 161 94305 VINCENNES CEDEX
Forme juridique	Société à responsabilité limitée à associé unique
Capital	7 500,00 Euros
Principales activités de l'entreprise	La société a pour objet le développement, la réalisation, le financement, la gestion et l'exploitation de sites de production d'énergie renouvelable.
Date de clôture de l'exercice social	31 décembre
Date de clôture du 1er exercice social	31/12/2015
Durée de la personne morale	Jusqu'au 03/07/2113
Constitution	Au greffe du Tribunal de Commerce de CRETEIL
Dépôt d'actes constitutifs	N° 9689 du 03/07/2014

GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTRÔLE

Gérant

Nom / Prénoms	GODMET Jean-Baptiste
Date et lieu de naissance	Le 11/04/1975 à BRETIGNY SUR ORGE (91)
Nationalité	Française
Demeurant	171 Rue Du Bois 93500 PANTIN

Gérant

Nom / Prénoms	GILBERT Benoit
Date et lieu de naissance	Le 29/08/1974 à LAXOU (54)
Nationalité	Française
Demeurant	56 Bis Rue George Sand 92500 RUEIL MALMAISON

RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ETABLISSEMENT PRINCIPAL ET A L'ACTIVITE

Adresse de l'établissement principal	9 Avenue de Paris -Boite 161 94305 VINCENNES CEDEX
Activités exercées dans l'établissement	Production d'électricité
Date de début d'activité	25/06/2014
Origine du fonds ou de l'activité	Création
Mode d'exploitation	Exploitation directe

Le Greffier



FIN DE L'EXTRAIT

08/07/2014 09:30:30 - N° de gestion : 2014B03035

page 1/1