



Volume 5.2 – Etude de dangers

Parc éolien de la Montagne de Sasses

Commune de Monts-de-Randon (48)

Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

Janvier 2023



VSB

énergies nouvelles

**Projet de parc éolien sur la commune de Monts-de-Randon (48)
Projet éolien de la Montagne de Sasses
Dossier de demande d'autorisation environnementale**

Étude de dangers

Novembre 2019

SOMIVAL

PARTENAIRE DES TERRITOIRES

Agence de Clermont-Ferrand 18 allée Evariste Galois – 04 73 34 75 00 - <http://www.somival.fr/>

Sommaire

1	Préambule	4
1.1	Objectif de l'étude de dangers	4
1.2	Contexte législatif et réglementaire	4
1.3	Nomenclature des installations classées	5
2	Informations générales concernant l'installation	5
2.1	Renseignements administratifs	5
2.2	Localisation du site	5
2.3	Définition de l'aire d'étude	8
3	Description de l'environnement de l'installation	8
3.1	Environnement humain	8
3.1.1	ZONES URBANISEES	8
3.1.2	ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)	10
3.1.3	INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE) ET INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE	10
3.1.4	AUTRES ACTIVITES	10
3.2	Environnement naturel	11
3.2.1	CONTEXTE CLIMATIQUE	11
3.2.2	POTENTIEL EOLIEN	11
3.2.3	RISQUES NATURELS	12
3.3	Environnement matériel	13
3.3.1	VOIES DE COMMUNICATION	13
3.3.2	CHEMINS DE RANDONNEE	13
3.3.3	ESPACES AERIENS	13
3.3.4	RESEAUX PUBLICS ET PRIVES	14
3.3.5	SECURITE DES RADARS	14
3.3.6	SERVITUDES	15
3.3.7	AUTRES OUVRAGES PUBLICS	15
4	Description de l'installation	16
4.1	Caractéristiques de l'installation	16
4.1.1	CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN	16
4.1.2	ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN AEROGENERATEUR	16
4.1.3	EMPRISE AU SOL	16
4.1.4	CHEMINS D'ACCES	17
4.1.5	AUTRES INSTALLATIONS	17
4.1.6	ACTIVITE DE L'INSTALLATION	17
4.1.7	COMPOSITION DE L'INSTALLATION	17
4.2	Fonctionnement de l'installation	20
4.2.1	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR	20
4.2.2	SECURITE DE L'INSTALLATION	21

4.2.3	OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION	23
4.2.4	STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX	24
4.3	Fonctionnement des réseaux de l'installation	24
4.3.1	RACCORDEMENT ELECTRIQUE	24
4.3.2	AUTRES RESEAUX	25
5	Identification des potentiels de dangers de l'installation	25
5.1	Potentiels de dangers liés aux produits	25
5.2	Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	27
5.3	Réduction des potentiels de dangers à la source	27
5.3.1	PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES	27
5.3.2	UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES	27
6	Analyse des retours d'expérience	28
6.1	Inventaire des accidents et incidents en France	28
6.2	Inventaire des accidents et incidents à l'international	29
6.3	Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant	30
6.4	Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	30
6.4.1	ANALYSE DE L'EVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE	30
6.4.2	ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS	30
6.5	Limites d'utilisation de l'accidentologie	30
6.6	Les éoliennes du Parc éolien de la Montagne de Sasses	30
7	Analyse préliminaire des risques	31
7.1	Objectif de l'analyse préliminaire des risques	31
7.2	Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	31
7.3	Recensement des agressions externes potentielles	31
7.3.1	AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES	31
7.3.2	AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS	31
7.4	Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	32
7.5	Effets dominos	34
7.6	Mise en place des mesures de sécurité	34
7.7	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	39
8	Etude détaillée des risques	40
8.1	OBJECTIFS DE L'ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES	40
8.2	Rappel des définitions	40
8.2.1	CINETIQUE	40
8.2.2	INTENSITE	40
8.2.3	GRAVITE	41
8.2.4	PROBABILITE	41
8.3	Caractérisation des scénarios retenus	42
8.3.1	EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE	42
8.3.2	CHUTE DE GLACE	43
8.3.3	CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE	44
8.3.4	PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES	45
8.3.5	PROJECTION DE GLACE	47
8.4	Synthèse de l'étude détaillée des risques	48

8.4.1	TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCENARIOS ETUDIÉS.....	48
8.4.2	SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES.....	48
8.4.3	CARTOGRAPHIE DES RISQUES ÉOLIENNE PAR ÉOLIENNE.....	49
9	Conclusion	52
	Annexe 1 – Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne	53
	Annexe 2 – Tableau de l'accidentologie française	54
	Annexe 3 – CV du rédacteur de l'étude	58

Liste des cartes

Carte 1	: Localisation du site d'implantation.....	6
Carte 2	: Plan de situation et distances aux habitations les plus proches.....	9
Carte 4	: Plan détaillé de l'installation.....	19

Liste des figures

Figure 1	: Rose des vents sur le site d'Arzenc.....	11
Figure 2	: Roses des vents issues des données recueillies sur site à 84,6 m de hauteur (source : IDEX) Erreur ! Signet non défini.	
Figure 4	: Schéma simplifié d'un aérogénérateur.....	16
Figure 5	: Illustration des emprises au sol d'une éolienne.....	17
Figure 6	: Raccordement électrique des installations.....	24
Figure 7	: Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011.....	28
Figure 8	: Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011.....	29
Figure 9	: Répartition des causes premières d'effondrement.....	29
Figure 10	: Répartition des causes premières de rupture de pale.....	29
Figure 11	: Répartition des causes premières d'incendie.....	29
Figure 12	: Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées.....	30

Liste des tableaux

Tableau 1	: Rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées.....	5
Tableau 2	: Données concernant le porteur et l'exploitant de la ferme éolienne de Montagne de Sasses.....	5
Tableau 4	: Distances d'éloignement minimales pour l'implantation d'une éolienne.....	14
Tableau 5	: coordonnées géographiques des éoliennes.....	18
Tableau 6	: emplacements des postes de livraison.....	18
Tableau 7	: Découpage fonctionnel de l'installation.....	20
Tableau 8	: Liste des produits utilisés.....	26
Tableau 10	: Synthèse des principales agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	31
Tableau 11	: Analyse générique des risques.....	34
Tableau 12	: Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace.....	35
Tableau 13	: Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace.....	35
Tableau 14	: Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques.....	35
Tableau 15	: Prévenir la survitesse.....	36
Tableau 16	: Prévenir les courts-circuits.....	36
Tableau 17	: Prévenir les effets de la foudre.....	36
Tableau 18	: Protection et intervention incendie.....	37
Tableau 19	: Prévention et rétention des fuites.....	37
Tableau 20	: Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage.....	38
Tableau 21	: Prévenir les erreurs de maintenance.....	38
Tableau 22	: Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort.....	38
Tableau 23	: Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques.....	38
Tableau 24	: Liste des scénarios exclus de l'étude détaillée.....	39
Tableau 25	: Correspondance entre l'intensité et le degré d'exposition.....	40
Tableau 26	: Détermination des seuils de gravité en fonction du nombre équivalents de personnes présentes dans chacune des zones.....	41
Tableau 27	: Classes de probabilité utilisées dans les études de dangers issues de l'Annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005.....	41
Tableau 28	: Valeurs retenues dans la littérature pour déterminer la probabilité d'effondrement d'une éolienne.....	42

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 VSB énergies nouvelles pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du projet éolien de la Montagne de Sasses, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du projet éolien de la Montagne de Sasses. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le projet éolien de la Montagne de Sasses, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

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

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

1.2 Contexte 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 [10] fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accident majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1.

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

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

Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité.

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.

La présente étude est réalisée en suivant les instructions du **guide technique élaboré par l'INERIS, le Syndicat-des-Energies-renouvelables et France-Energie-Eolienne. Edité en mai 2012**, ce guide est toujours préconisé sur le site Internet du Ministère de l'Ecologie et de la transition énergétique au jour de rédaction de ce document (décembre 2019).

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 :

A. – Nomenclature des installations classées			
N°	DÉSIGNATION DE LA RUBRIQUE	A, E, D, S, C (1)	RAYON (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.....	A	6
	2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :		
	a) Supérieure ou égale à 20 MW.....	A	6
	b) Inférieure à 20 MW.....	D	
(1) A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement. (2) Rayon d'affichage en kilomètres.			

Tableau 1 : Rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées
 Source : Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

Dans le cadre de ce projet, le modèle d'aérogénérateurs choisi est le modèle **ENERCON E92 d'une puissance de 2.35 MW de 130m de hauteur en bout de pale** à la verticale.

Le parc éolien de la Montagne de Sasses **comprend 5 éoliennes** de ce type dont le mât jusqu'au moyeu a une hauteur maximale de 84 m.

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

Chacun des 5 aérogénérateurs est d'une puissance nominale de 2.35 MW. Le parc est également composé d'un poste de livraison.

La puissance totale du parc est donc de 11.75 MW.

Les caractéristiques détaillées des éoliennes sont présentées dans le paragraphe 4.1.7 de la présente étude.

2 INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1 Renseignements administratifs

Le projet d'implantation du parc éolien de la Montagne de Sasses est porté et sera exploité par la société Eoliennes de la Montagne de Sasses dont les références sont mentionnées ci-dessous.

Société	SAS Eoliennes de la Montagne de Sasses
Forme juridique	SAS
Adresse siège social	Chez VSB énergies nouvelles 27 quai de la fontaine 30900 Nîmes
Téléphone	04 66 21 78 43
Nationalité	Française
N° SIRET	882 147 101 00019
Capital de la société	5000,00 €

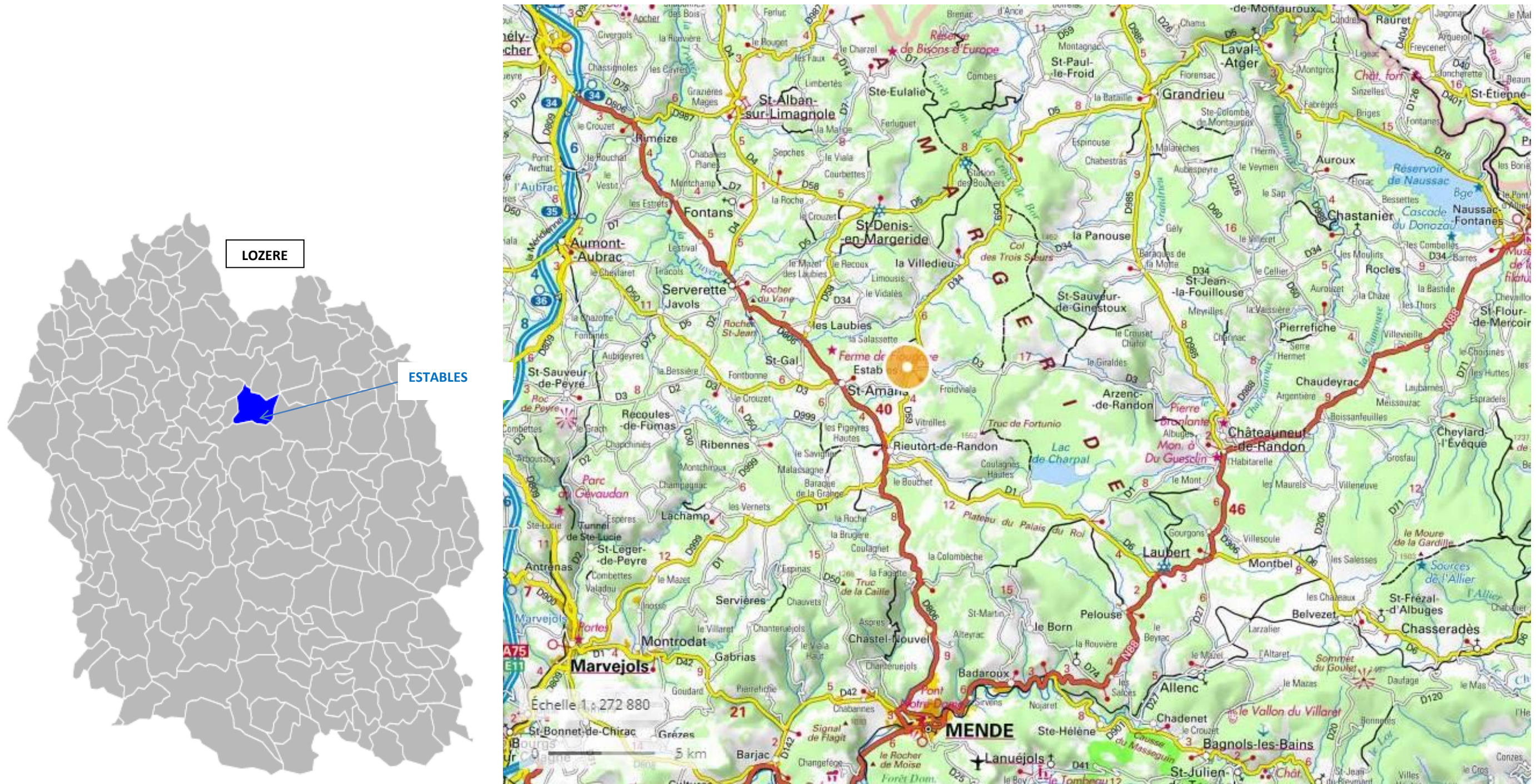
Tableau 2 : Données concernant le porteur et l'exploitant du parc éolien de la Montagne de Sasses

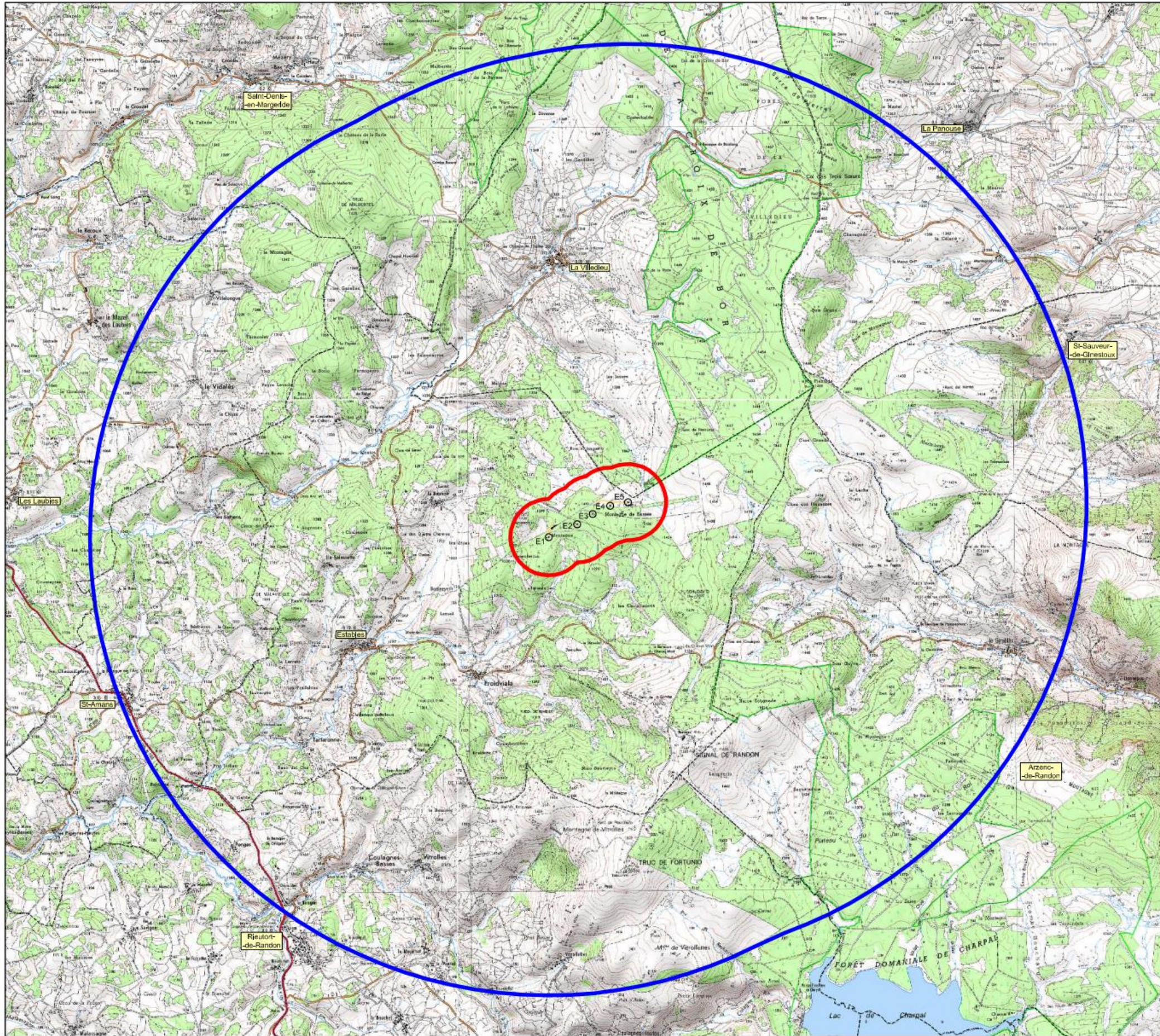
Le présent dossier a été rédigé par JB Bléhaut, Chargé d'affaires Environnement, du bureau d'étude SOMIVAL et Gilles Maurizot Cartographe.

2.2 Localisation du site





Le parc éolien de la Montagne de Sasses est localisé sur la commune de MONTS-DE-RANDON, dans le département de la Lozère. Monts-de-Randon est une commune nouvelle française résultant de la fusion, au 1er janvier 2019, des communes d'Estables, Rieutort-de-Randon, Saint-Amans, Servières et la Villedieu. Notons que le projet prend place initialement sur la commune d'Estables.

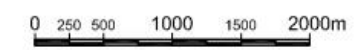
Carte 1 : Localisation du site d'implantation





RAYON D'AFFICHAGE

-  Eolienne
-  Rayon d'affichage de 500 mètres autour de l'éolienne
-  Rayon d'affichage de 6 kilomètres autour de l'éolienne
-  Limite communale



2.3 Définition de l'aire d'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 8.3.4.

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

3 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

Une partie des informations présentées dans ce chapitre sont directement issues de l'étude d'impact réalisée par le bureau d'études SOMIVAL dans le cadre du dossier de demande d'autorisation d'exploiter.

3.1 Environnement humain

3.1.1 Zones urbanisées

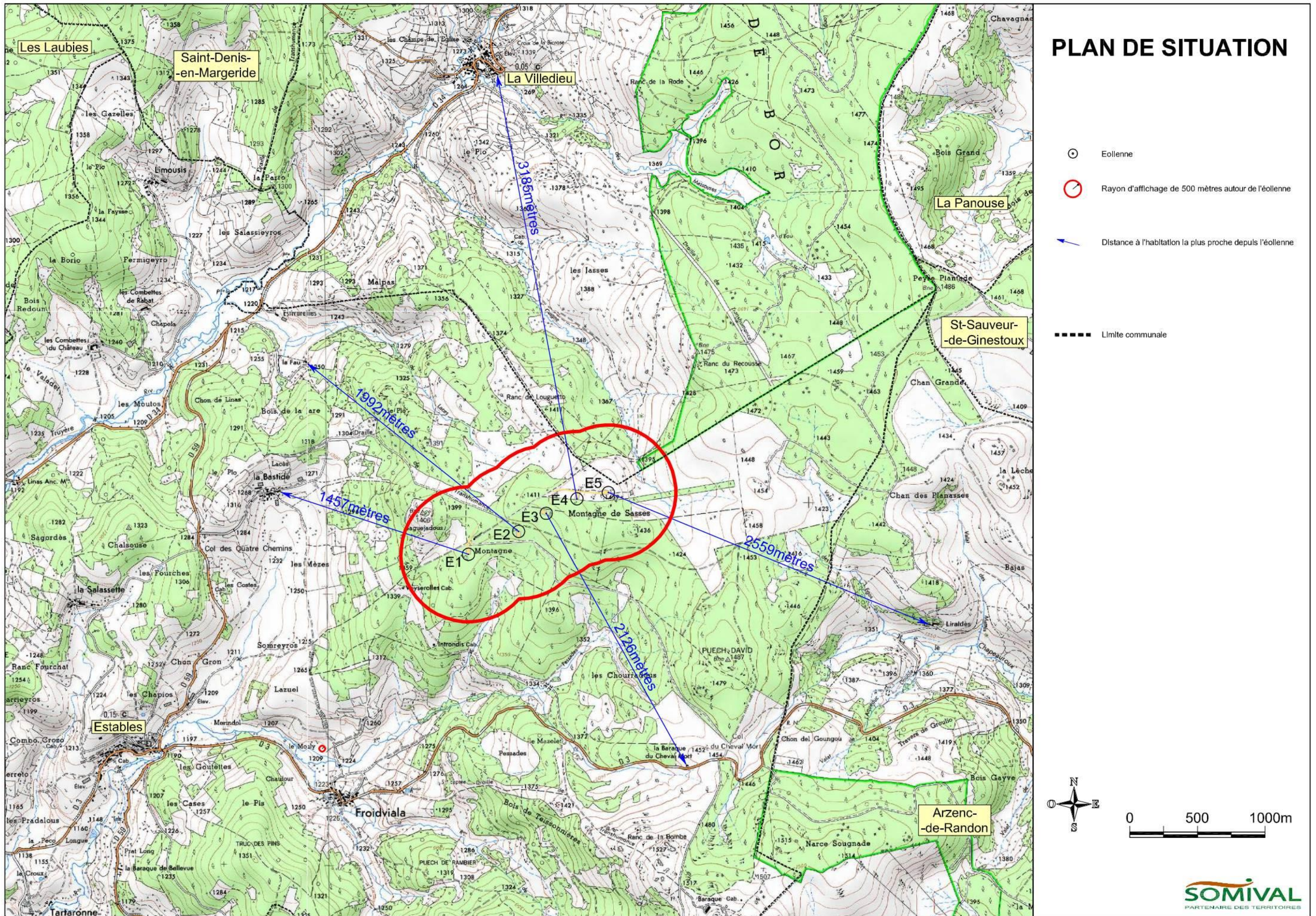
La zone d'implantation du projet éolien de la Montagne de Sasses est constituée essentiellement de forêts et de terres agricoles. Elle est parcourue par des chemins utilisés pour l'exploitation agricole, l'exploitation forestière et les activités de loisirs (chasse, promenade, randonnée pédestre et VTT principalement).

L'aire d'étude est située en dehors toute zone bâtie et à l'écart des routes.

L'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance supérieure à 500 mètres de toute construction à usage d'habitation et de tout immeuble habité. En matière d'urbanisation, la commune d'Estables ne dispose pas de POS, PLU ou carte communale. Ce sont les dispositions du Règlement national d'urbanisme (RNU) qui s'applique. La zone d'étude est située à l'écart des zones construites, elle n'est pas constructible pour des habitations.

L'habitation la plus proche d'une éolienne est située à environ 1460 m (éolienne E1 vis à vis du lieu-dit La Bastide).

Carte 2 : Plan de situation et distances aux habitations les plus proches



3.1.2 Etablissements recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public, équipement de loisirs, bureaux n'est présent dans l'aire d'implantation prévisionnelle.

Les zones de fréquentation potentielles (mairies d'Estables et de La Villedieu, par exemple) sont distantes de plus de 500 m des premières éoliennes.

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

Le projet de parc éolien n'est pas situé à proximité de sociétés présentant un risque technologique. Aucune société relevant de la Directive 96/82/CE relative à la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses (Directive « Seveso 2 ») n'appartient au périmètre d'étude.

L'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent (autorisation - rubrique 2980) indique que l'installation doit être implantée à « 300 m d'une installation nucléaire de base visée par l'article 28 de la loi no 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire ou d'une installation classée pour l'environnement soumise à l'arrêté du 10 mai 2000 susvisé en raison de la présence de produits toxiques, explosifs, comburants et inflammables. ».

Cette distance minimale de 300 m préconisée est respectée. Aucun établissement des deux types visés n'est recensé à proximité des éoliennes du projet.

D'après Georisque, on ne note pas la présence d'établissements pouvant présenter un risque technologique à proximité du projet de parc éolien.

Nature du risque	Présence ou absence	Remarques
Sites industriels pollués ou potentiellement pollués	NON	
Anciens sites industriels	OUI	(*)
Installations industrielles et rejets polluants	NON	
Canalisation de matières dangereuses	NON	
Installation nucléaire	NON	

Source : GEORISQUE – (consultation 2017)

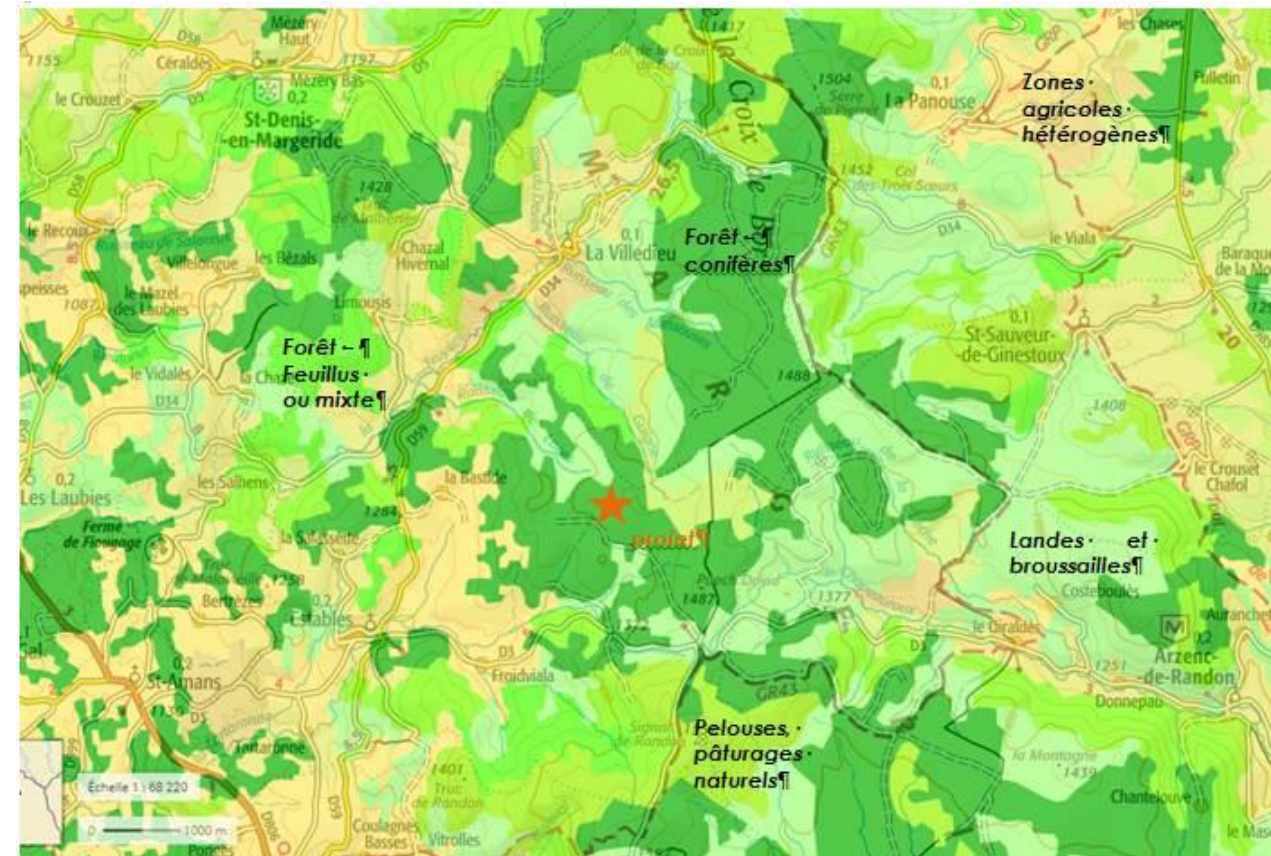
(*) La base de données signale la présence d'un ancien site radiométrique d'EDF (le Randon), aujourd'hui en friche, ayant eu transformateurs et carburants, à quelques 3 km du projet, en limite sud de la commune d'ESTABLES (code LR04800344 de la base Basias).

3.1.4 Autres activités

Activité agricole et forestière

La carte ci-après présente l'état de l'occupation du territoire aux environs du projet, dominée principalement par l'agriculture (prairies naturelles) et par la forêt (boisements de résineux).

Cartographie 1: espaces agricole et forestier



Source : GEOPORTAIL Corine land cover 2006

Autres activités

Bureaux : néant. Aucun bureau n'est situé à moins de 250 m des installations, ce qui est conforme à l'article 5 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) 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

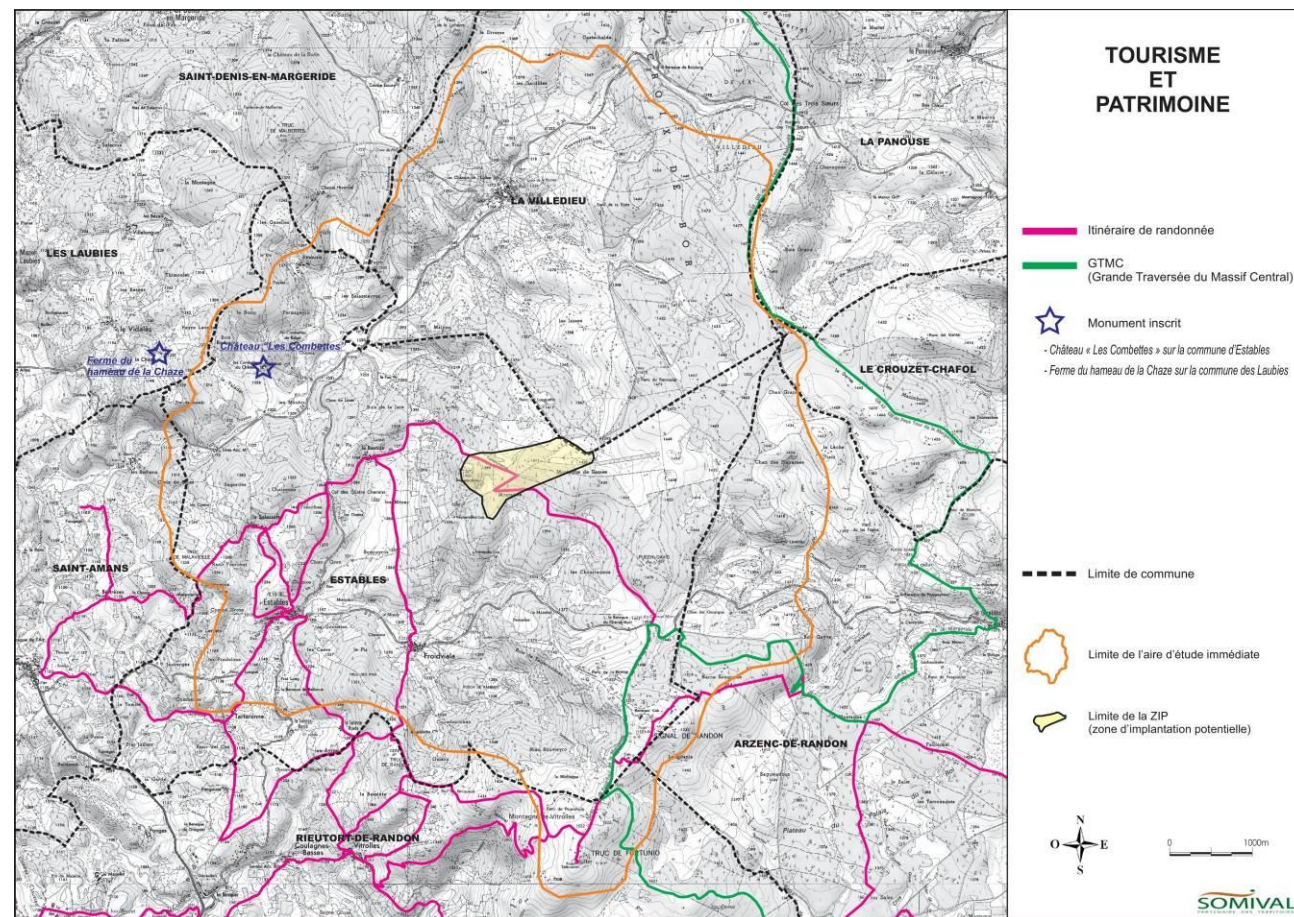
Tourisme : La Lozère est un département propice à la randonnée. Des chemins de grande randonnée (Grande traversée du Massif Central, Tour de Margeride...) privilégient des parcours alternant vallées et sommets, positions qui permettent d'appréhender de grandes portions de territoire avec des vues lointaines (des tables d'orientation sont souvent mises en place). Les chemins de petite randonnée permettent d'accéder à des sites d'intérêt ponctuel (cascade, monuments, zones de cueillette...). Plusieurs d'entre eux sont présents sur la commune d'Estables et aux alentours.

Les grands espaces sont aussi utilisés pour les pratiques de VTT, trail, courses d'orientation, ski de fond...

Le Conseil Départemental de la Lozère a indiqué la présence de plusieurs itinéraires de randonnée parcourant les communes du secteur d'étude et en particulier la Grande Traversée du Massif Central en cours de balisage et inscrite au plan départemental des espaces, sites et itinéraires (PDESI).

Les chemins sont également utilisés, en fonction de leurs caractéristiques, pour la promenade et les loisirs, les chasseurs, les activités agricoles et forestières, en particulier **le chemin qui part du col du cheval mort** vers le projet de parc éolien.

Cartographie 2: tourisme et patrimoine



3.2 Environnement naturel

3.2.1 Contexte climatique

Le Département de la Lozère, bien que voisin de la Méditerranée, est situé à une altitude moyenne élevée, voisine de 1.000 m. On peut distinguer trois types de climats du fait de plusieurs influences climatiques : océanique, méditerranéenne et montagnarde.

La station météorologique la plus proche du site d'étude est située à Ribennes (1045 m d'altitude) à une dizaine de kilomètres à l'ouest de la commune d'Estables.

Les températures moyennes quotidiennes sont peu élevées en hiver, entre 0,5 et 4 °c. Les minimales peuvent atteindre -26°c, ce qui témoigne de la rigueur du climat sur le site d'étude. En été les températures moyennes se situent autour de 15°c. La moyenne annuelle des températures est de 8 °c.

La moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 915 mm sur le secteur d'étude. Le site d'étude est relativement bien arrosé. Les hauteurs moyennes mensuelles sont les plus importantes en début d'automne.

La caractérisation des masses d'air dans ce schéma régional d'aménagement de la zone Margeride-Aubrac (à laquelle appartient la zone du projet) est la suivante :

« Les vents soufflent toute l'année de 3 directions préférentielles : les vents du nord, secs et froids, les vents du sud-est humides et doux qui s'atténuent passé les massifs méridionaux, et les vents d'ouest frais et humides qui déchargent leurs eaux sur les crêtes de l'Aubrac et de la Margeride.

« Ces vents sont relativement forts (plus de 40 km/h) surtout entre octobre et février. Sur les crêtes des montagnes et des massifs méridionaux, ils dépassent fréquemment les 100 km/h. »

3.2.2 Potentiel éolien

La cartographie de la DREAL Occitanie sur le potentiel éolien donne des valeurs de 4 à 5 m/s dans le secteur du projet.

Le site

La rose des vents ci-dessous montre la distribution de la direction et la répartition de la force du vent issues du mât de mesure du site du projet éolien de la Montagne de Sasses. Les vents majoritaires sont orientés NNE et SSE. Le site est considéré comme très venté avec une vitesse moyenne de 7,4 m/s à 80 mètres de hauteur, d'après les données du mât de mesure.

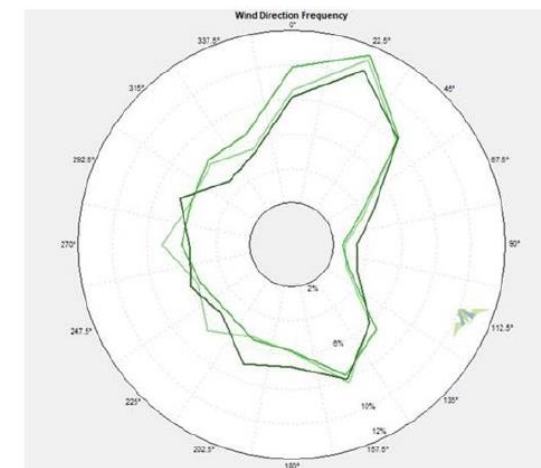


Figure 1 : Rose des vents issue du mât de mesure - Source : VSB

3.2.3 Risques naturels

Les risques naturels sont très faibles sur la zone d'étude.

Nature du risque	Présence ou absence	Remarques
Terrain à risque important d'inondation	NON	
Atlas des zones inondables	OUI	AZI du Lot – 13/02/2006
Retrait-gonflement des sols argileux	NON	
Mouvements de terrain	NON	
Cavités souterraines	NON	
Risque sismique	OUI	Niveau faible : niveau 2

Source : GEORISQUE

Arrêté de reconnaissance de catastrophes naturelles sur la commune d'Estables:

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Tempête	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982
Inondations et coulées de boue	02/12/2003	04/12/2003	12/12/2003	13/12/2003

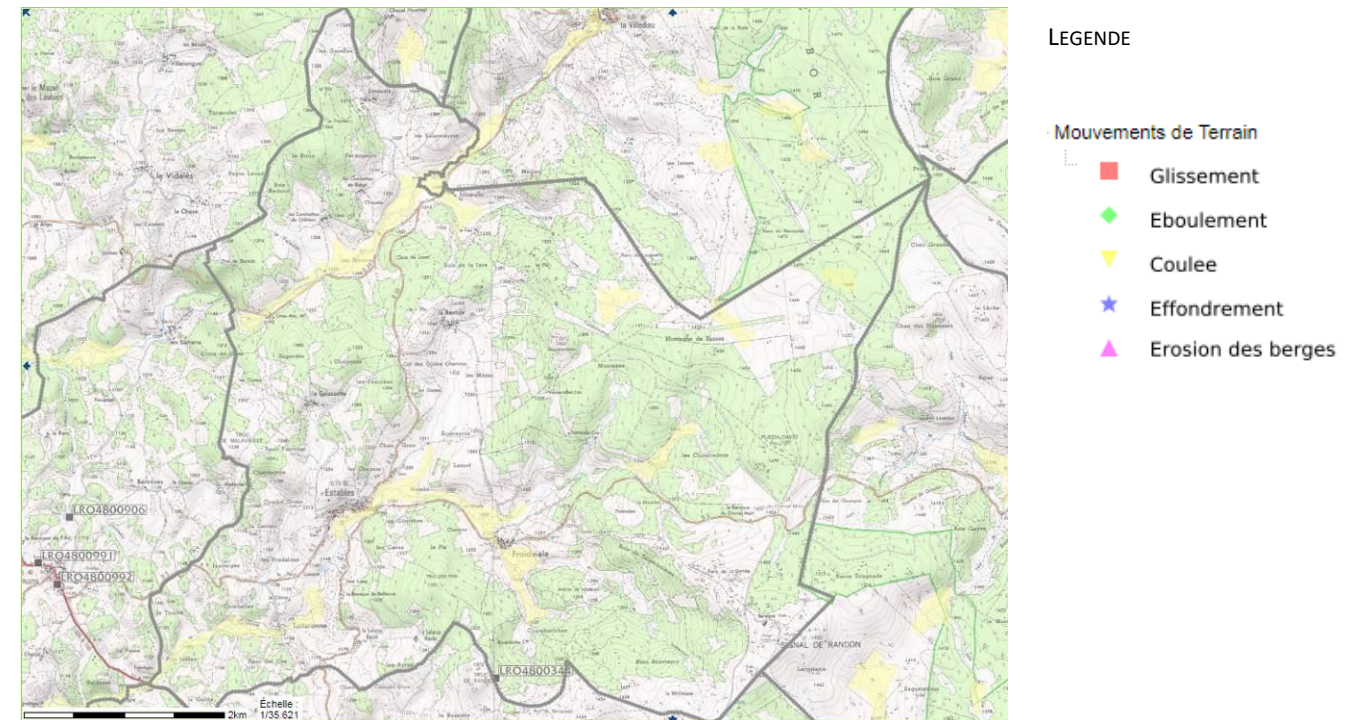
Retrait et gonflement des sols argileux

La commune d'Estables se situe sur une zone d'aléa nul à faible concernant le retrait gonflement des argiles.

Gel

Le département de Lozère compte **en moyenne 127 jours de gel par an**, ce qui correspond à un niveau de gel important.

Selon les données de la station météorologique de Mende, on compte 101 jours de gel dans la préfecture du département.



Cartographie 3: risque naturel lié aux mouvements de terrain

Source : http://carmen.application.developpement-durable.gouv.fr/19/dreal_lr_general.map

D'après la base de données des mouvements de terrains du site du BRGM (<http://www.bdmvt.net>), la zone d'étude fait l'objet de mouvements de terrains.

Le risque mouvement de terrain se manifeste dans les fonds de vallons par un risque « coulée », qui ne concerne pas la zone d'implantation potentielle des éoliennes.

Des essais géotechniques permettront cependant de vérifier la stabilité des sols destinés à accueillir les éoliennes et ainsi dimensionner les fondations.

Inondations

Ce point est relatif à la rivière la Truyère qui traverse le Nord-Ouest de la commune d'Estables. Il ne concerne pas la ZIP du projet de parc éolien. La commune de La Villedieu est plus particulièrement concernée du fait de l'implantation du bourg sur la rivière (existence d'un PPR).

Remontées de nappe

Vu le contexte local, le risque est faible sauf dans les fonds de vallée, ce qui écarte le risque pour le projet de parc éolien de la Montagne de Sasses.

Foudre

Sur le seul territoire français la foudre frappe entre un à deux millions de « coups » par an. Une cinquantaine de personnes est foudroyée chaque année et les dégâts économiques dus à plusieurs milliers d'incendies sont considérables. Deux types d'informations sont disponibles pour ce type de risque :

- **Le niveau kéraunique**, qui est le nombre de jours par an où l'on entend gronder le tonnerre. Il est égal en moyenne nationale entre 20 et 30j pour les régions montagneuses et côtières.
- **La densité de foudroiement** (Ng) est un paramètre qui existe en France depuis 1986 et indique le nombre d'impacts de foudre au sol par an et km². Le relevé est effectué à l'aide d'un réseau de

stations de détection qui captent les ondes électromagnétiques lors des décharges, les localisent et les comptabilisent.

Suivant la carte ci-dessous, le département de **la Lozère est classé en risque élevé** ($Ng > 2.5$), pour une valeur à peu près égale à la moyenne nationale, d'environ 2.52 Ng.

Du fait de la hauteur des éoliennes, le paramètre « foudre » est systématiquement pris en compte lors de la fabrication des éoliennes, qui disposent d'un système de mise à terre.

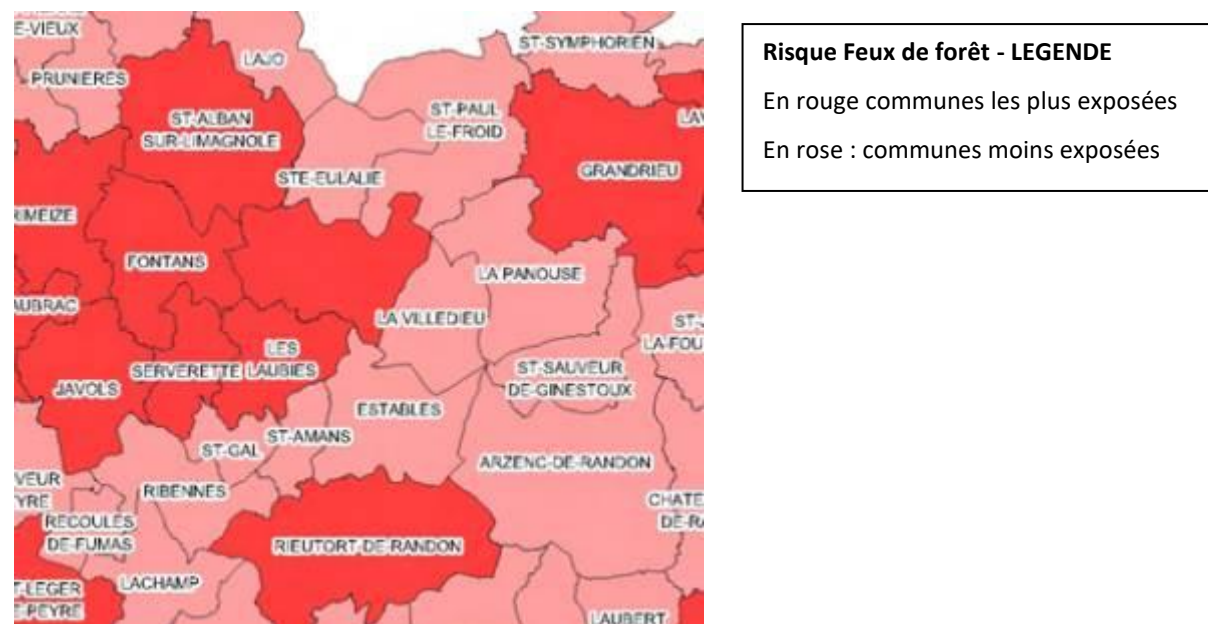
Feux de forêt

Le risque Feu de forêt est signalé pour Estables dans Dossier départemental des risques majeurs en Lozère –(DDRM) – 2011. Notons que l'aire d'étude accueille de nombreuses formations boisées de conifères mais aussi quelques massifs de feuillus ainsi que des formations arbustives en cours de mutation. D'une manière générale, le territoire de la commune d'implantation des éoliennes est majoritairement composé d'espaces boisés. Ainsi la commune d'Estables est soumise à l'aléa feux de forêt. C'est également le cas pour la commune de La Villedieu et des communes environnantes.

En outre la composition des sols amène des conditions « séchantes » pour la végétation dans les zones en altitude et en sommet. Une végétation sèche et la composition des forêts (conifères) peuvent augmenter le risque de départ de feu.

En outre, le projet de parc éolien de la Montagne de Sasses est limitrophe de vastes massifs boisés.

Le risque de feu de forêt sur le site d'implantation est néanmoins faible, puisque les forêts seront défrichées aux alentours des éoliennes.



Cartographie 4 : risque Feux de forêt
Source : Dossier départemental des risques majeurs en Lozère –(DDRM) – 2011

Tempête

Selon le site « prim.net », les communes d'implantation du parc éolien ne sont pas concernées par le risque « phénomènes météorologiques-Tempête et grains (vent) ».

Tempête >= à 89 km/h, correspondant au degré 10 de l'échelle de Beaufort

3.3 Environnement matériel

3.3.1 Voies de communication

Transport routier

À l'écart des pôles économiques du département, **la zone d'implantation des éoliennes est desservie par un maillage routier lâche constitué de petites routes départementales et de voies communales.**

Un réseau de routes secondaires dessert la commune d'Estables et la commune de La Villedieu :

- La **RD 59** qui permet de rejoindre Estables depuis la RN 106 au Nord et de rejoindre Mende ;
- La **RD 3** relie la RN 106 à la RN 88 en passant par Estables ;
- La **RD 34** dessert le village de La Villedieu.

Le réseau secondaire de desserte est constitué de nombreuses voies communales et de chemins ruraux sillonnant les communes de l'aire d'étude.

La route la plus proche d'une éolienne est la RD 3, qui est située au plus près à environ 1800 mètres de l'éolienne 1.

Aucun réseau de chemin de fer n'est situé à proximité de la zone d'étude.

Toutes les routes de circulation goudronnées présentes sont situées à plus de 1000 m des éoliennes.

3.3.2 Chemins de randonnée

Un chemin de randonnée traverse la zone d'implantation des éoliennes il s'agit de l'itinéraire dit du « Cheval Mort ».

Cet itinéraire n'est pas inscrit au Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée de Lozère.

3.3.3 Espaces aériens

Le site d'implantation ne perturbe pas le fonctionnement des équipements militaires.

Le projet est situé sous la zone réglementée LF R 591 « Allier » du RTBA défense. Cependant le projet reçoit un avis favorable au titre de l'article R.244-1 du code de l'aviation civile de la part du commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes, zone de défense sud.

De plus, la Direction Générale de l'Aviation Civile ainsi que la FFVL n'émettent pas d'objection quant au projet de parc éolien sur la commune d'Estables.

Le projet ne perturbe ni le fonctionnement des équipements militaires, ni ceux de l'Aviation Civile, ni ceux de Météo France. Ceci est confirmé par les courriers des services de la Zone Aérienne de Défense (ZAD) Nord, de l'Aviation Civile et de Météo France joints en annexe de ce document.

Le site d'implantation respecte les distances minimales suivantes définies par l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent en 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.

3.3.4 Réseaux publics et privés

Les réseaux électriques

Aucun réseau RTE n'est localisé dans le secteur d'étude.

Le projet devra tenir compte d'éventuelles servitudes protégeant les ouvrages d'ERDF. Une Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux (DICT) devra être réalisée auprès de ce gestionnaire.

Le Gaz

Aucune contrainte n'est relevée pour ce réseau dans la zone d'implantation.

Hydrocarbures

Aucune contrainte n'est relevée pour ce réseau dans la zone d'implantation.

Eau

D'après l'Agence Régionale de Santé (ARS) d'Occitanie, aucun captage dans les eaux souterraines ou superficielles, destiné à l'alimentation en eau potable (AEP) n'est effectué au droit de la zone d'étude du projet.

Cependant, celle-ci est située dans le périmètre de protection éloigné du captage du Patus (08386X0003) en eau souterraine, situé à 15 km au Sud-Ouest du projet.

Notons également la présence du captage des Seigneurs à environ 1,1 km du site. Ses périmètres de protection ne sont toutefois pas situés sur la zone d'étude.

Concernant le captage AEP du Patus, afin d'assurer la protection des eaux captées, des servitudes sont instituées sur les parcelles des périmètres de protection du captage du Patus.

Notons que les périmètres de protection immédiat et rapproché ne concernent pas la ZIP.

La déclaration d'utilité publique (DUP) de ce captage, approuvée par arrêté préfectoral du 11/10/2004 puis modifiée le 24/01/2005, précise les activités interdites sur le périmètre de protection éloigné.

3.3.5 Sécurité des radars

Les servitudes radioélectriques de protection ont pour objectif d'empêcher que des obstacles ne perturbent la propagation des ondes radioélectriques émises ou reçues par les centres de toutes natures exploités ou contrôlés par les différents départements ministériels.

	DISTANCE MINIMALE d'éloignement en kilomètres
Radars de l'aviation civile :	
- radar primaire ;	30
- radar secondaire ;	16
- VOR (Visual Omni Range).	15
Radars des ports (navigations maritimes et fluviales)	
Radars portuaires	20
Radars de centre régional de surveillance et de sauvetage	10

	DISTANCE de protection en kilomètres	DISTANCE MINIMALE d'éloignement en kilomètres
Radars météorologiques :		
- radar de bande de fréquence C	5	20
- radar de bande de fréquence S	10	30
- radar de bande de fréquence X	4	10

Tableau 3 : Distances d'éloignement minimales pour l'implantation d'une éolienne

L'implantation des éoliennes respecte l'ensemble des distances réglementaires.

Le projet est donc conforme à l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014.

3.3.6 Servitudes

Les servitudes d'utilité publique entraînent sur les territoires où elles s'appliquent, soit des mesures de protection, soit des interdictions, soit des règles particulières d'utilisation ou d'occupation du sol. Certaines servitudes grèvent la zone d'étude.

L'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014), relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent eu 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, indique des distances minimales au-delà desquels l'avis des opérateurs n'est pas nécessaire. En deçà de ces rayons, l'avis des opérateurs doit être expressément demandé.

Les servitudes relatives au transport d'énergie électrique ne sont pas une contrainte pour le projet de parc éolien de la Montagne de Sasses. Aucun réseau ERDF ou RTE n'est présent dans l'aire d'étude immédiate.

Aucune servitude relative aux canalisations de gaz n'est recensée sur la zone d'étude.

Un réseau hertzien traverse la zone d'étude, cependant l'implantation des éoliennes prend en compte cette contrainte.

La zone d'étude intersecte le périmètre de protection éloigné du captage des Seigneurs. Cependant aucune installation n'est prévue à l'intérieur de ce périmètre.

Réseaux de télécommunication

Aucune station radioélectrique n'est implantée au sein de la zone d'implantation des éoliennes. De plus, selon l'ANFR, la commune d'Estables n'est pas concernée par les servitudes PT1 (servitudes de protection des centres de réception radioélectriques contre les perturbations électromagnétiques), PT2 (servitudes de protection des centres radioélectriques d'émission et de réception contre les obstacles) et PT2LH (servitude de dégagement).

La zone d'implantation des éoliennes n'est donc pas concernée par d'éventuelles servitudes radioélectriques.

Selon le site Cartoradio de l'ANFR, une station de téléphonie mobile est présente en bordure de la zone d'implantation des éoliennes et trois autres sont présentes à proximité.

Un réseau hertzien traverse la zone d'étude, cependant l'implantation des éoliennes prend en compte cette contrainte.

Réseaux de radars météorologiques de Météo France (ARAMIS)

L'aire d'étude rapprochée n'est aucunement concernée par ARAMIS, réseau de radars météorologiques pour la surveillance des précipitations, géré par Météo France.

Par retour de courrier en date du 21 mai 2014, Météo France indique que le projet est à une distance supérieure à celle fixée par l'arrêté (26 août 2011). Ainsi, son accord écrit n'est pas requis.

La distance préconisée dans l'article 4 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent (autorisation - rubrique 2980) est respectée.

Aucune contrainte n'est recensée pour ce réseau.

Radars portuaires et du Centre Régional de Surveillance et de Sauvetage (CROSS)

La distance préconisée dans l'article 4 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent (autorisation - rubrique 2980) est de 10 km pour les radars du CROSS et de 20km pour les radars portuaires. Le secteur d'étude est localisé à plus de 200 km des côtes.

Ainsi, les **contraintes sont nulles** en ce qui concerne les radars portuaires et les radars du CROSS.

3.3.7 Autres ouvrages publics

Aucun autre ouvrage public n'est situé dans la zone d'étude.

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, au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

Les éoliennes du parc éolien de la Montagne de Sasses seront de type ENERCON E92 d'une puissance de 2.35 MW avec une hauteur de moyeu de 84 m et un diamètre de rotor de 92 m pour une hauteur totale en bout de pale à la verticale de 130 m.

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 »
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien »)
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public)
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe ») et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité)
- Un réseau de chemins d'accès
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

4.1.2 Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) 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 au niveau de celle du réseau électrique.
- La nacelle abrite plusieurs éléments fonctionnels :

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

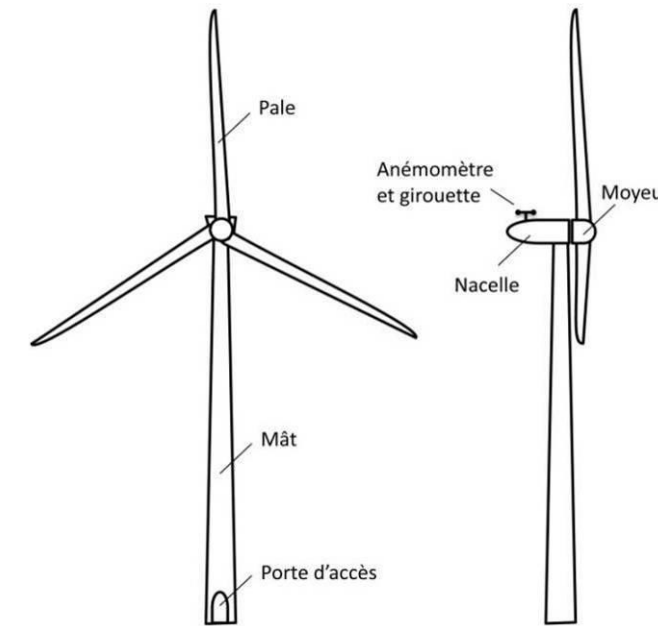


Figure 2 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

4.1.3 Emprise au sol

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

- La surface de chantier est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
- La fondation de l'éolienne est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.
- La zone de surplomb ou de survol correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât.
- La plateforme correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.

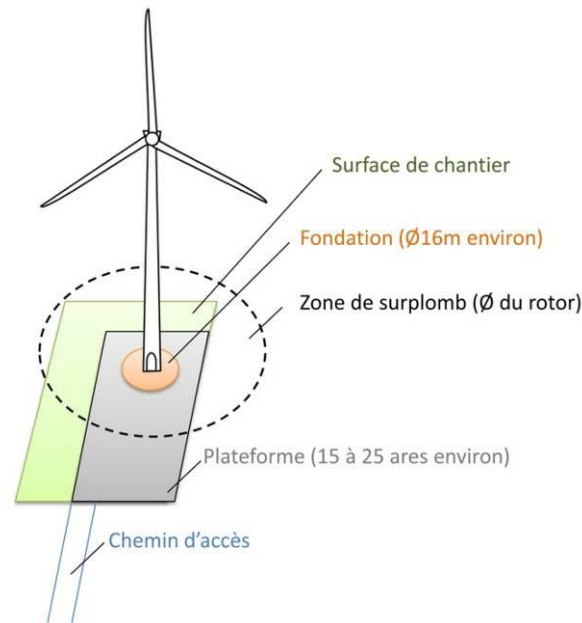


Figure 3 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne
(Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale)

4.1.4 Chemins d'accès

Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

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

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

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

4.1.5 Autres installations

Aucune autre installation (parkings d'accès, aire d'accueil pour informer le public ...) n'est prévue pour ce projet.

4.1.6 Activité de l'installation

L'activité principale du parc éolien de Montagne de Sasses est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) supérieure à 50 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

4.1.7 Composition de l'installation

Le projet éolien de la Montagne de Sasses est composé de 5 aérogénérateurs et d'un poste de livraison.

Dans le cadre de ce projet, les éoliennes seront de modèle **ENERCON E92 d'une puissance de 2.35 MW avec une hauteur de moyeu de 84 m et un diamètre de rotor de 92 m pour une hauteur totale en bout de pale à la verticale de 130 m.**

La puissance totale du parc est de 11.75 MW.

Les caractéristiques des éoliennes sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Type d'éolienne :	ENERCON E-92
Puissance nominale :	2350 kW
Diamètre du rotor :	92 m
Hauteur du moyeu :	85 m
Concept de l'installation :	sans boîte de vitesse, régime variable, ajustage individuel des pales
Rotor avec réglage des pales	
Type :	Rotor face au vent avec système actif de réglage des pales
Sens de rotation :	Sens des aiguilles d'une montre
Nombre de pales :	3
Surface balayée :	6 648 m ²
Matériau utilisé pour les pales :	Fibre de verre (résine époxy) ; protection parafoudre intégrée
Vitesse de rotation :	variable, 5 à 16 tours/mn
Système de réglage des pales :	Ajustage individuel des pales ENERCON, un système autonome d'ajustage par pale du rotor, avec alimentation de secours
Transmission et générateur	
Moyeu :	fixe
Palier principal :	Roulement à 2 rangées de rouleaux coniques + un roulement à rouleaux cylindriques
Générateur :	Générateur annulaire ENERCON à entraînement direct
Alimentation :	
Système de freinage :	Onduleur ENERCON - trois systèmes autonomes de réglage des pales avec alimentation de secours - Frein d'arrêt du rotor - Blocage du rotor
Contrôle d'orientation :	par mécanisme de réglage
Vitesse du vent de coupure :	28 – 34 m/s (ENERCON Storm Control)
Surveillance à distance :	ENERCON SCADA

Source : Enercon

Les tableaux suivants indiquent la localisation des aérogénérateurs et des postes de livraison :

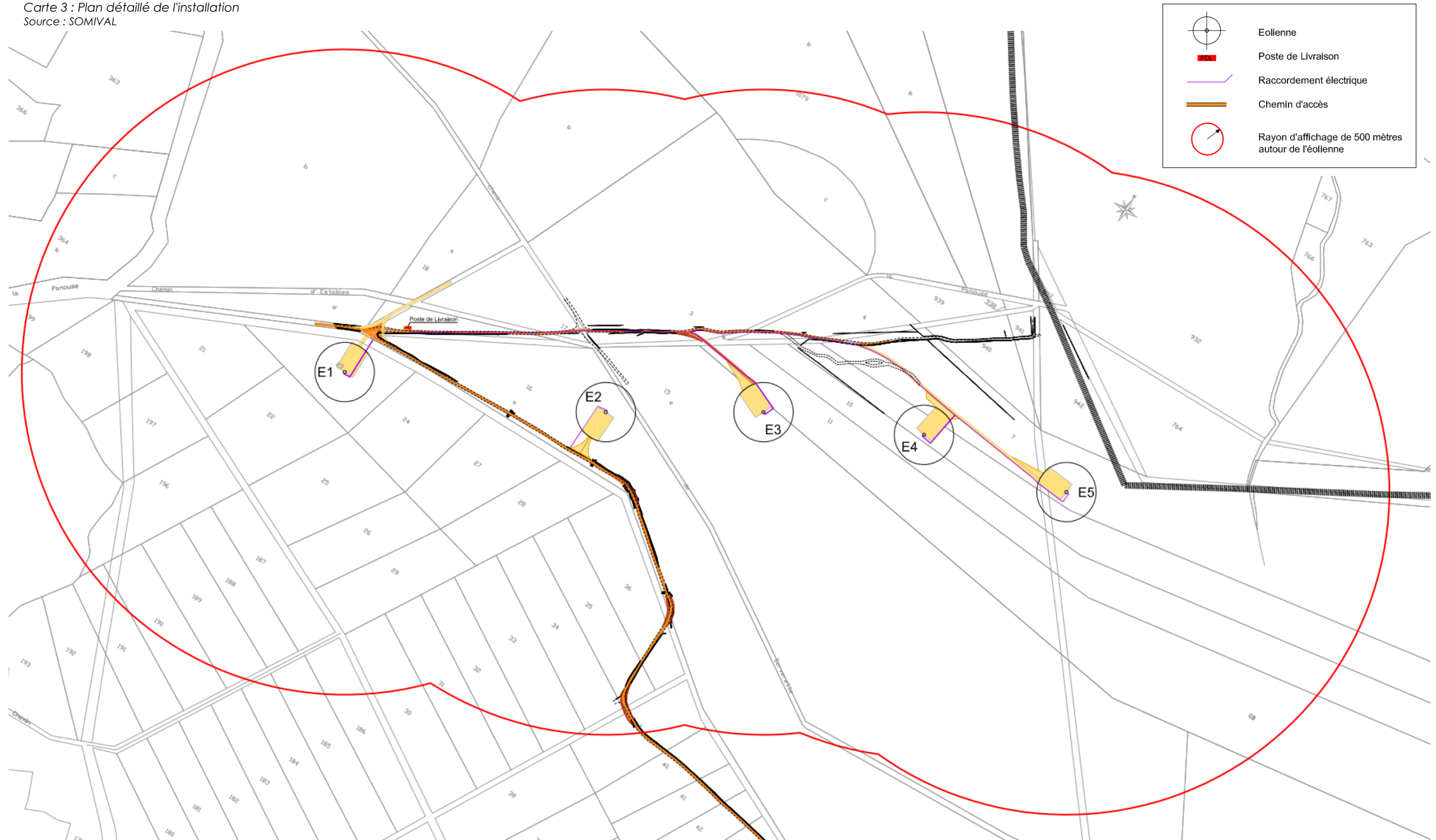
Description	Lambert II étendu		Altitude du terrain naturel NGF (m)	Hauteur maximale NGF en bout de pale avec les éoliennes E92
E1	693 854	1 965 248	1 386	1 517
E2	694 225	1 965 421	1 394	1 525
E3	694 428	1 965 557	1 420	1 551
E4	694 654	1 965 666	1 431	1 562
E5	694 887	1 965 715	1 435	1 566

Tableau 4 : coordonnées géographiques des éoliennes

Description	Lambert II étendu		Commune	Altitude du terrain naturel NGF (m)
Poste de livraison 1	694 328	1 965 602	Monts-de-Randon	1 408
Poste de livraison 2	694 339	1 965 601	Monts-de-Randon	1 408

Tableau 5 : emplacement du poste de livraison

Carte 3 : Plan détaillé de l'installation
Source : SOMIVAL



Le tracé du réseau HTA inter-éoliennes est issu de la demande d'approbation de réseau interne incluse dans le dossier de demande d'autorisation environnementale (Article 50 du décret 2011-1697 du 1/12/2011).

4.2 Fonctionnement de l'installation

4.2.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

Les données telles que la direction et la vitesse du vent sont mesurées en continu pour adapter le mode de fonctionnement de l'éolienne en conséquence.

La commande d'orientation de l'éolienne commence à fonctionner même en dessous de la vitesse de démarrage.

La direction du vent est mesurée en continu par la girouette. Si la déviation entre l'axe du rotor et la direction mesurée du vent est trop grande, la position de la nacelle est corrigée par la commande d'orientation.

L'ampleur de la rotation et le temps imparti avant que la nacelle ne soit mise dans la bonne position dépendent de la vitesse du vent.

Si l'éolienne a été arrêtée manuellement ou par son système de commande, les pales sont mises progressivement en position drapeau, réduisant la surface utile des pales exposée au vent. L'éolienne continue de tourner et passe progressivement en fonctionnement au ralenti.

Le générateur annulaire est connecté au réseau par l'unité d'alimentation au réseau ENERCON. Ce système est essentiellement constitué d'un redresseur, d'un circuit intermédiaire de courant continu et d'onduleurs modulaires. L'unité d'alimentation au réseau – tout comme l'excitation du générateur et le réglage des pales – est pilotée par le système de commande, avec pour objectifs une production maximale d'énergie et une compatibilité élevée avec le réseau.

La puissance électrique injectée sur le réseau par la E-92 peut être réglée avec précision de 0 kW à 2350 kW.

L'éolienne E 92 convertit l'énergie éolienne en énergie électrique qui est ensuite exportée vers le réseau électrique.

Un poste de transformation élève ensuite en tension l'électricité produite qui est alors évacuée par un réseau de câbles HTA souterrain vers les réseaux électriques, via un poste de livraison.

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Épaisseur : 2 à 3,5 m Diamètre : environ 15 à 20 m
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Hauteur : 83 m Diamètre maximal : 4.6 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	
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Diamètre : 92 m Nombre de pales : 3 Surface balayée : 6 715 m ² Vitesse de rotation maximale : 16 tours par minute Vitesse de rotation minimale : 5 tours/minute
Transformateur	Élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Générateur annulaire ENERCON à entraînement direct
Postes de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	
Système de freinage	Oblige l'éolienne à ne plus fonctionner et oriente les pâles afin d'être parallèle au sens du vent	- trois systèmes autonomes de réglage des pales avec alimentation de secours - Frein d'arrêt du rotor - Blocage du rotor

Tableau 6 : Découpage fonctionnel de l'installation

4.2.2 Sécurité de l'installation

Règlementation en matière de sécurité des éoliennes

Concernant la réglementation européenne relative à la sécurité, les exigences essentielles sont fixées par la directive « Machines » n°2006/42/CE du 17 mai 2006.

Selon la réglementation européenne, une éolienne mise sur le marché est soumise à une quadruple obligation :

- Satisfaire aux exigences essentielles de sécurité énoncées par la directive ;
- Disposer du marquage CE ;
- Disposer d'une « auto-certification » (procédure par laquelle le fabricant ou l'importateur déclare, sous sa responsabilité, que la machine soumise à ladite procédure est conforme aux règles techniques qui lui sont applicables) ;
- Enfin, le fabricant ou l'opérateur qui met une éolienne sur le marché doit tenir à la disposition des services de contrôle des États membres une documentation prouvant la conformité de la machine aux exigences essentielles de la directive.

Plus particulièrement, les exigences essentielles de sécurité de la réglementation européenne couvrent les risques d'effondrement et d'éjections d'objets susceptibles d'affecter le public et les biens des tiers.

De plus, une éolienne doit également satisfaire aux exigences en matière de sécurité de la directive 73/23/CEE du 19 février 1973 relative aux équipements électriques ainsi que de la directive 89/336/CEE du 3 mai 1989 relative à la compatibilité électromagnétique.

En ce qui concerne la normalisation internationale, une norme relative aux aérogénérateurs a été établie par la CEI (Commission Electrotechnique Internationale – IEC en anglais). Ainsi, la solidité intrinsèque des éoliennes et leur adéquation aux conditions du site du projet sont assurées par la mise en place d'un référentiel de conception défini par la norme IEC 61400-1.

Le porteur de projet s'assure que le constructeur fournisse des éoliennes dont toutes les parties sont conformes à cette norme et qu'il délivre un certificat de conformité à la norme IEC 61400-1 adapté aux conditions de vent du site et réalisé suivant les règles et procédures de l'IEC WT 01. La fourniture des certificats est une condition de la réception définitive de l'installation.

De la même façon, au niveau européen, une norme a été établie en tant que norme « harmonisée » afin de satisfaire aux exigences essentielles de sécurité de la réglementation « Machines ». Il s'agit de la norme EN 50308 (homologuée également en France sous la référence NFEN 50308), qui doit être prise en compte pour la conception, le fonctionnement et la maintenance des éoliennes.

La construction des fondations se base sur des études de sol précises réalisées par un bureau d'études géotechniques selon la norme NFP 94-500. D'autre part, le dimensionnement des fondations est effectué par un autre bureau spécialisé suivant les règles du fascicule 62 du cahier des clauses techniques générales (CCTG) « Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages en béton armé suivant la méthode des états limites ».

Enfin, les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle est supérieure ou égale à 12 mètres sont soumises obligatoirement à un contrôle technique (article R 111-38 du Code de la construction et de l'habitation). Ce contrôle technique obligatoire porte sur la solidité des ouvrages de fondation et des éléments d'équipement qui font indissociablement corps avec ces ouvrages. Il est réalisé par des bureaux de contrôle agréés tels que Veritas, Apave, Dekra, Socotec, etc.

Il est important de noter que l'exploitation et la maintenance des éoliennes sont confiées à du personnel qualifié et formé régulièrement suivant les consignes préalablement définies dans les manuels rédigés par le constructeur lui-même.

Le porteur du projet s'engage à installer des éoliennes strictement conformes aux exigences énoncées plus haut.

Dans le cas des éoliennes comme l'éolienne ENERCON E92, l'ensemble des certifications fournies par le constructeur garantit que chacun des composants de l'éolienne est conçu de manière à résister à des conditions bien plus extrêmes que celles qui sont observées sur le site d'implantation concerné par le présent projet.

Système de sécurité de l'installation

Système de contrôle de l'installation

Un système de surveillance complet garantit la sécurité de l'éolienne. Toutes les fonctions pertinentes pour la sécurité (par exemple : vitesse du rotor, températures, charges, vibrations) sont surveillées par un système électronique et, en plus, là où cela est requis, par l'intervention à un niveau hiérarchique supérieur de capteurs mécaniques. L'éolienne est immédiatement arrêtée si l'un des capteurs détecte une anomalie sérieuse.

Les alertes relatives au fonctionnement de la machine sont remontées automatiquement par le système SCADA des éoliennes (cf. §0). Un sms et un courrier électronique est envoyé au personnel de [xxx] et Enercon en cas d'alerte, 7j/7 et 24h/24. De même, ENERCON est informé de toute alerte via les informations remontant par le système SCADA des éoliennes.

Le cas échéant, le personnel ENERCON habilité intervient alors sur site.

Les nombreux capteurs de température implantés dans les équipements de la nacelle permettent également la mise à l'arrêt de l'éolienne sur détection d'une température anormalement haute, ce qui permet la mise en sécurité (freinage aérodynamique de l'éolienne) de l'éolienne en cas d'échauffement matériel ou en cas de départ d'incendie (compte tenu de la répartition des équipements dans le volume de la nacelle, un éventuel départ d'incendie est susceptible d'être détecté en tout point).

Il suffit qu'une seule pale soit mise en drapeau pour freiner l'éolienne.

La réponse est efficace en quelques dizaines de secondes selon les conditions, ce qui est une réponse adaptée à la cinétique des phénomènes envisagés.

Dispositif de freinage sécurité en cas de survitesse

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

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

L'arrêt complet du rotor n'a lieu qu'à des fins de maintenance et en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence. Le dispositif de blocage du rotor ne peut être actionné que manuellement et en dernière sécurité, à des fins de maintenance.

Sécurité en cas de survitesse

Le freinage du rotor est effectué par rotation des pales sur elles-mêmes jusqu'à la position dite en drapeau (90°) (frein aérodynamique principal). Chaque pale possède son propre moteur de calage et jeu de batterie de secours.

Le calage d'une seule pale étant suffisant pour réguler la vitesse de l'éolienne. L'indépendance de chaque pale assure une redondance de trois de la régulation.

Le système est conçu en « fail-safe » c'est à dire que tout dysfonctionnement du système entraîne l'arrêt de l'éolienne.

L'éolienne est équipée d'un système redondant permettant une mise en drapeau des pales si les vitesses du vent dépassent la vitesse maximale admissible.

La machine possède ainsi 3 capteurs placés dans le support du rotor de la génératrice. Ce capteur est une masselotte montée sur ressort. Lorsque la force centrifuge du rotor est trop importante (cas de la survitesse), le déplacement de cette masselotte atteint un capteur situé en bout de course.

La détection de survitesse est alors enclenchée et les pales reviennent en position drapeau.

Procédure d'arrêt d'urgence

Si des personnes ou des pièces de l'éolienne sont en danger, l'éolienne peut être stoppée immédiatement grâce à un système d'arrêt d'urgence, qui peut être déclenché 24h/24 et 7j/7 :

- Par le système automatique de télésurveillance, qui analyse les données des capteurs de l'éolienne et évalue s'il existe un risque éventuel ;
- Par l'opérateur présent dans le centre de surveillance à distance ;
- Par un agent de maintenance présent au niveau de l'éolienne.

L'activation de ce système d'arrêt d'urgence entraîne un freinage immédiat du rotor, avec une inclinaison rapide des pales par l'intermédiaire des unités de réglage et de freinage d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique est actionné simultanément. L'alimentation électrique de tous les composants reste assurée.

Si nécessaire, l'éolienne peut être stoppée immédiatement, en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence (armoire de commande). Ce bouton déclenche un freinage d'urgence sur le rotor, avec une inclinaison rapide par l'intermédiaire des unités de réglage des pales et de freinage d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique est actionné simultanément. L'alimentation électrique de tous les composants reste assurée.

Une fois l'urgence passée, le bouton d'arrêt d'urgence doit être réarmé pour permettre le redémarrage de l'éolienne.

Protection contre la foudre

L'éolienne est équipée d'un système parafoudre fiable afin d'éviter que l'éolienne ne subisse de dégâts.

Des pastilles métalliques en acier inoxydable sont disposées à intervalles réguliers sur les deux faces des pales reliées entre elles par une tresse en cuivre située à l'intérieur de la pale. La tresse de cuivre est raccordée à la base de la pale et le courant de foudre est dévié vers la terre via la fondation et des prises profondes.

Pour la protection interne de la machine, les composants principaux tels l'armoire de contrôle et la génératrice sont protégés par des parasurtenseurs. Toutes les autres platines possédant leur propre alimentation sont équipées de filtres à hautes absorptions. Aussi, la partie télécom est protégée par des parasurtenseurs de lignes et une protection galvanique. Enfin, une liaison de communication télécom en fibre optique entre les machines permet une insensibilité à ces surtensions atmosphériques ou du réseau.

Le transformateur est protégé par les parafoudres. De même, les anémomètres sont protégés par des parafoudres.

L'éolienne retenue sera équipée d'une installation de protection anti-foudre conforme à la norme internationale IEC 61024-1 I.

Système de détection de givre/glace

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

Afin d'éviter la projection de glace et pour garantir un fonctionnement sûr des installations, les constructeurs mettent en place des systèmes de contrôle du givre, et ce, conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011.

Chaque aérogénérateur sera équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur sera mis à l'arrêt dans un délai maximal de soixante minutes. L'exploitant définira une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales.

Lorsqu'un référentiel technique permettant de déterminer l'importance de glace formée nécessitant l'arrêt de l'aérogénérateur sera reconnu par le ministre des installations classées, l'exploitant respectera les règles prévues par ce référentiel.

Des panneaux d'informations sur la possibilité de formation de glace sont également implantés sur le chemin d'accès des éoliennes.

Balisage aviation

L'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation abroge et remplace :

- Arrêté du 13 novembre 2009 modifié relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques ;
- Arrêté du 8 mars 2010 modifié relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques et installées sur les îles Wallis-et-Futuna, en Polynésie française ou en Nouvelle-Calédonie ;
- Arrêté du 7 décembre 2010 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne.

Le texte fixe les règles de balisage des parcs éoliens en mer et modifie les règles applicables aux parcs éoliens terrestres. Parmi les différentes dispositions, se trouve notamment la possibilité d'introduire, pour certaines éoliennes au sein d'un parc :

- Un balisage fixe ou un balisage à éclat de moindre intensité,
- De baliser uniquement la périphérie des parcs éoliens de jour,
- La synchronisation obligatoire des éclats des feux de balisage.

Détection incendie et protection incendie

Les principaux risques d'incendie étaient causés dans le passé par la foudre. Cependant, les éoliennes modernes sont équipées de systèmes parafoudre dont le fonctionnement est très fiable en raison des nombreux progrès technologiques effectués dans ce domaine. Le système de protection de l'éolienne décrit au paragraphe précédent permet ainsi d'éviter tout dommage. La probabilité d'occurrence d'un incendie est donc très faible.

D'autre part, les risques d'incendie sont parfaitement maîtrisés grâce à un suivi permanent et à une maintenance du fonctionnement de toutes les composantes du parc éolien. L'ensemble des capteurs d'incendie est contrôlé par le système général de l'éolienne.

En cas d'incendie d'une des éoliennes, le parc est automatiquement déconnecté du réseau électrique pour éviter toute perturbation. L'opérateur du parc éolien est alors prévenu automatiquement via le SCADA et l'opérateur contacte le SDIS en cas de problème avéré, ce qui permet aux pompiers d'intervenir rapidement sur le site.

D'autre part, des extincteurs à CO2 (adaptés aux types de feux à combattre) sont placés au niveau des points sensibles que sont la nacelle et le pied de la tour. Ils peuvent être utilisés par les agents de maintenance lorsque ceux-ci se trouvent dans l'éolienne.

L'éolienne retenue sera équipée de détecteurs permettant de mettre la machine à l'arrêt en cas d'incendie ainsi que d'extincteurs à CO2 pour faire face à tout début d'incendie lors des visites de contrôle ou de maintenance par les techniciens.

Information des tiers

Des panneaux d'information des tiers seront affichés sur les chemins d'accès aux aérogénérateurs, et au poste. Cette signalisation comprendra :

- Les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ;
- Les numéros des services d'urgence à contacter en cas d'accident ;
- L'interdiction de pénétrer dans les aérogénérateurs ;
- La mise en garde face au risque d'électrocution ;
- La mise en garde face au risque de chute de glace.

Les agriculteurs exploitants situés dans la zone de portée seront informés des consignes de sécurité et des numéros de services d'urgence à contacter en cas de besoins.

Les communes concernées devront prendre en charge la prévention et la sécurité lors de la présence occasionnelle de groupes de personnes (centres de loisirs, groupes scolaires...).

Cette prévention devra également concerner les établissements accueillant du public tel que la carrière par exemple.

Les personnes étrangères à l'installation n'auront pas libre accès à l'intérieur des aérogénérateurs et au poste.

Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste électrique seront maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.

Des panneaux d'affichage devront annoncer clairement la zone à risque pour la chute de glace.

Des panneaux d'informations devront être apposés à l'entrée des chemins pouvant mener au parc éolien afin de prévenir la population d'un danger potentiel de chute de glace dans un rayon de 200m autour des éoliennes.

4.2.3 Opérations de maintenance de l'installation

Les éoliennes Enercon E92 sont des éoliennes modernes, correspondent aux avancements techniques actuels ; elles garantissent un maximum de sécurité.

L'exploitant planifiera des mesures relatives à l'entretien, contrôlera leur application et en particulier s'assurera que :

- l'éolienne est uniquement exploitée en état de fonctionnement irréprochable ;
- seul un personnel qualifié et autorisé conduit, entretient et répare l'éolienne ;
- ce personnel est régulièrement informé de toutes les questions de sécurité du travail et de protection de l'environnement ;
- Le personnel connaît toutes les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant en lien avec les services de secours ;
- tous les dispositifs d'avertissement et panneaux de sécurité restent intacts et à jour.

Mise en route et vérification annuelle

Avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent :

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

Au moins tous les 12 mois, l'exploitant réalisera une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse, en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

Installations électriques

Conformément à l'arrêté du 26 août 2011(modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014), les installations électriques seront entretenues en bon état et seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente, suite à quoi, un rapport sera établi selon les dispositions fixées par l'arrêté du 10 octobre 2000.

Consignes de sécurité

Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes indiquent :

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

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

Fréquence de maintenance

Sur le parc éolien de la Montagne de Sasses, on distingue trois types de maintenance :

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

La maintenance du site de la Montagne de Sasses permet d'assurer les contrôles détaillés ci-après.

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

Equipements du personnel

En l'absence de prescription spécifique dans l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014), notons que le personnel devra être équipé de matériel de sécurité adapté et conforme à la réglementation sur la sécurité du travail.

Contrôles réglementaires

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

Les contrôles externes réglementaires :

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

Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).

Les contrôles internes réglementaires :

- Les pales et les éléments susceptibles d'être impactés par la foudre doivent faire l'objet d'un contrôle visuel. – Article 9 du décret du 26 août 2011(modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) ;
- Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur sont entretenues, maintenues en bon état et contrôlées. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 ;
- L'exploitant est tenu de réaliser avant mise en service industrielle puis tous les ans 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. – Article 15 du décret du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014);
- Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât. Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité. Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspection des installations classées – Article 18 du décret du 26 août 2011(modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) ;
- L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation;
- L'exploitant tient à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées – Article 19 du décret du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014).

4.2.4 Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011(modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014), aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc de la Montagne de Sasses.

4.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

Les éoliennes sont reliées entre elles et au poste électrique par un ensemble de câbles souterrains (câblage inter éoliennes) suivant au mieux le tracé des chemins d'accès afin de limiter l'impact environnemental.

Les câbles sont enterrés selon une profondeur d'enfouissement qui dépend du type du terrain (chaussée, accotement ou culture) et qui varie entre 80 cm et 110 cm. La position des conducteurs varie selon le nombre de circuits présents dans la tranchée. Sous culture et fossés, les câbles sont déposés sur un lit de sable alors qu'en croisement de voie, ils sont bétonnés dans des fourreaux. Une protection mécanique ainsi qu'un grillage avertisseur sont installés entre les câbles et la surface.

Dans la tranchée, des câbles HTA (tension 20 000V) permettent l'acheminement de l'énergie produite par les aérogénérateurs jusqu'au poste de livraison, un câble de fibre optique permet une communication entre tous les aérogénérateurs et le poste de contrôle. Enfin, un câble de terre parcourt l'ensemble des tranchées afin de réduire la résistance de terre de l'installation pour améliorer l'efficacité de la mise à la terre.

Il n'y a pas de réseau enterré présent sur le site, il n'existe donc pas de risque de chevauchement.

Ces données se conforment à la section 3 (dispositions constructives) – articles 7 et 10 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) 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.

Trois postes de livraison seront implantés sur le parc éolien de la Montagne de Sasses. Les dimensions d'un poste seront d'environ 8 m par 2.50 m.

4.3.1 Raccordement électrique

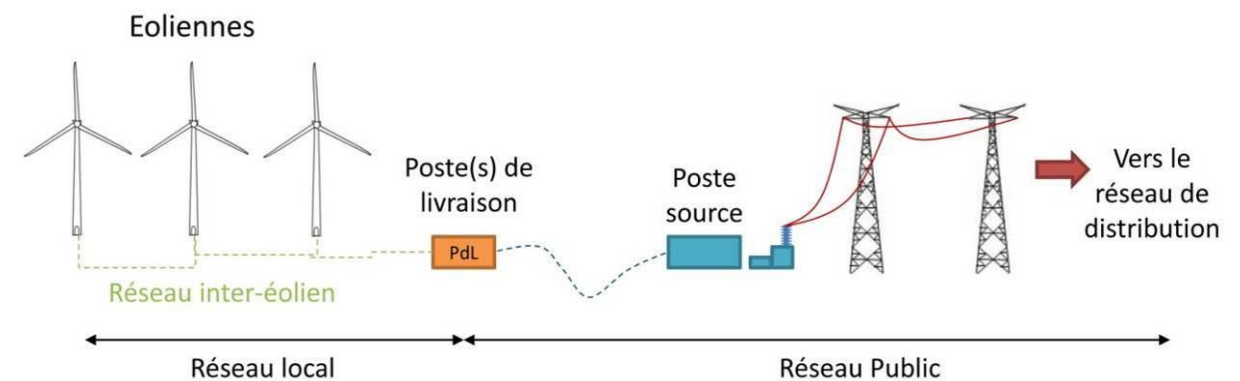


Figure 4 : Raccordement électrique des installations

Réseau inter-éolien

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

Pour le projet de la Montagne de Sasses, l'itinéraire du raccordement interne du parc est indiqué sur le plan de situation présenté précédemment dans ce rapport. A noter que sa présence au sein des parcelles cultivées ne présente pas de contrainte particulière compte tenu de sa profondeur. Les installations électriques extérieures respecteront les normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).

Le matériel ou l'installation électrique est considéré comme protégé dans le sens de la protection des personnes si aucun contact accidentel dangereux ne peut avoir lieu avec des pièces sous tension ou susceptibles d'être mises sous tension.

Ainsi, le câble est souterrain sur toute sa longueur, il ne menace donc pas la sécurité des personnes. Par ailleurs, la mise à la terre s'effectue par un câble de cuivre parcourant la totalité du tracé assurant ainsi une prise de terre faible (inférieure à 2 Ohms) sécurisant les biens et les personnes en cas de défaut. L'interconnexion entre les différents aérogénérateurs est assurée par des cellules électriques possédant des têtes de câbles isolées.

Le réseau inter-éolien sera donc conforme avec la réglementation technique en vigueur.

Poste de livraison

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

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

Le poste électrique est conforme aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Cette installation est entretenue et maintenue en bon état.

Réseau électrique externe

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

4.3.2 Autres réseaux

Le parc éolien de la Montagne de Sasses ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

5 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

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

5.1 Potentiels de dangers 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 déchet, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent potentiellement dangereux pour l'environnement.

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

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

Le classement des substances utilisées sur le site sera conforme à l'arrêté du 20 avril 1994 modifié en janvier 2009 relatif à la déclaration, la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances.

Les produits seront présents en quantité restreinte sur le site. La liste des produits est présentée dans le tableau suivant.

Compte tenu de la nature des matières stockées sur le site et de leur quantité, aucune précaution particulière ne sera prise. Il n'y a pas de problèmes d'incompatibilité des produits entre eux ou bien vis-à-vis des matériaux utilisés pour leur stockage.

Sont récapitulées dans le tableau suivant les substances mises en œuvre dans les machines. Compte tenu des quantités et de l'impact potentiel très limité de fuites éventuelles (contenues dans les équipements), seuls les produits dont la mention de danger est explicitement mentionnée dans la fiche de données de sécurité sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Produits	Conditions de stockage / d'utilisation / de formation Quantités maximales stockées / utilisées	Classification											Etiquetage			Commentaires				
		Explosible (E)	Comburant (O)	Extrêmement inflammable (F+)	Facilement inflammable (F)	Inflammable (R10)	Très toxique (T+)	Toxique (T)	Nocif (Xn)	Corrosif (C)	Irritant (Xi)	Sensibilisant (R42, R43)	Cancérogène (Cx) ¹	Mutagène (MCx) ²	Toxique pour la reproduction (RCx) ³		Dangereux pour l'environnement (N)	Symboles de danger	Phrases R	Phrases S
MOBILGEAR OGL 461 (graisse lubrifiante)	Graissage des roues dentées																	R38, R41		Irritant pour la peau, Risque de lésions oculaires graves Incompatibilités : éviter le contact avec les oxydants forts comme le chlore liquide et l'oxygène concentré Point éclair > 204°C
RENOLIN PG 220 (lubrifiant) RENOLIN PG 46	Frein hydraulique : 5 litres																	R 52/53		Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique. Point éclair : 240°C
RENOLIN UNISYN CLP 220 (lubrifiant)	Huile d'engrenage Transmissions d'orientation : 7 litres Arbre de renvoi : 4 à 6 litres																	R53		Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique. Point éclair : 260°C

Tableau 7 : Liste des produits utilisés

Les substances mises en œuvre dans les équipements des éoliennes ont toutes un point éclair (PE) supérieur à 200°C :

- Graissage des roues dentées : MOBILGEAR OGL 461 ; PE>204°C
- Graissage de la transmission d'orientation et du palier d'orientation : MOBILGEAR SHC 460 ; PE>240°C
- Graissage du palier à roulements : MOBILTAC 81 ; PE>204°C
- Frein Hydraulique : RENOLIN PG 220 (lubrifiant), RENOLIN PG 46 ; PE>240°C
- Huile d'engrenage / de transmissions / d'orientation / de l'arbre de renvoi : RENOLIN UNISYN CLP 220 ; PE>260°C
- Graisse des roues dentées / du palier d'orientation / du palier à roulements : Klüberplex BEM 41-141 ; PE > 250°C

La substance mise en œuvre dans le transformateur (Shell Diala D get, huile isolante) a un point éclair de 145°C.

L'ensemble de ces substances n'est pas classé comme dangereux au regard de la nomenclature ICPE.

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou le poste de livraison.

¹ CCx : Produit cancérogène de catégorie x (x valant 1, 2 ou 3)

² MCx : Produit mutagène de catégorie x (x valant 1, 2 ou 3)

³ RCx : Produit toxique pour la reproduction de catégorie x (x valant 1, 2 ou 3)

5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de la Montagne de Sasses sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'énergie mécanique	Survitesse	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	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute de nacelle	Energie cinétique de chute

5.3 Réduction des potentiels de dangers à la source

5.3.1 Principales actions préventives

Choix du site :

Distance aux habitations

Après la sélection d'une zone favorable dans le SRE, l'approche se poursuit par la cartographie des zones disposant d'un espace suffisant pour y installer des éoliennes. Ainsi, une distance de 500 m à toutes les habitations a été représentée afin de rendre compte de l'espace disponible.

Parmi les zones situées à plus de 500 m des habitations, toutes ne sont pas propices à l'installation d'aérogénérateurs. Il convient notamment d'écarter les secteurs suivants :

- zone au potentiel éolien inadapté ;
- zone de faible altitude, par exemple dans les vallées ;
- zone à forte déclivité (où les lignes de niveaux sont rapprochées sur la carte) ;
- zone boisée.

La distance minimale d'éloignement des éoliennes de 500 m aux habitations est respectée. L'habitation la plus proche se trouvant à environ 1469m.

Servitudes techniques

Un projet éolien doit respecter l'ensemble des servitudes qui grèvent le territoire d'implantation. Les servitudes à prendre en compte sont :

- les servitudes aéronautiques,
- les servitudes radioélectriques (servitudes hertziennes notamment),
- les servitudes des réseaux (gaz, électricité, eau...) ;
- les servitudes spécifiées par les services de l'Etat (Conseil Général, DDT, DREAL).

A l'échelle du territoire prospecté, différentes servitudes existent, liées à des conduites électriques et d'eau, des réseaux France Telecom et des faisceaux hertziens.

Les servitudes identifiées sont prises en compte dans la conception du projet éolien mais aucune d'entre elles ne constitue une contrainte rédhibitoire pour le projet.

5.3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles

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

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

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

6 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

Il n'existe actuellement aucune base de données officielle recensant l'accidentologie dans la filière éolienne. Néanmoins, il a été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisée, 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

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

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

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

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

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012 (voir tableau détaillé en annexe). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

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

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

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

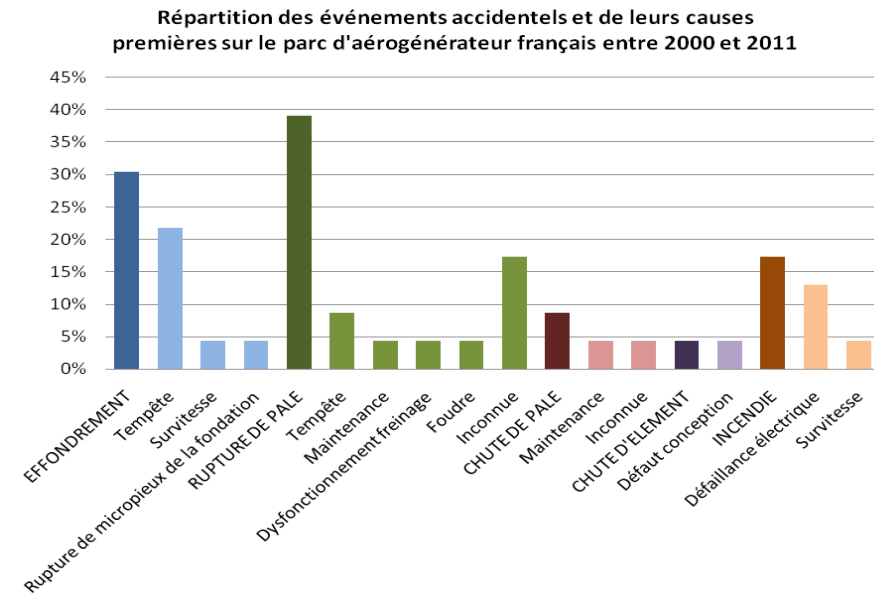


Figure 5 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011

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

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. La principale cause de ces accidents est les tempêtes.

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 précédemment mentionné, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

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

Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

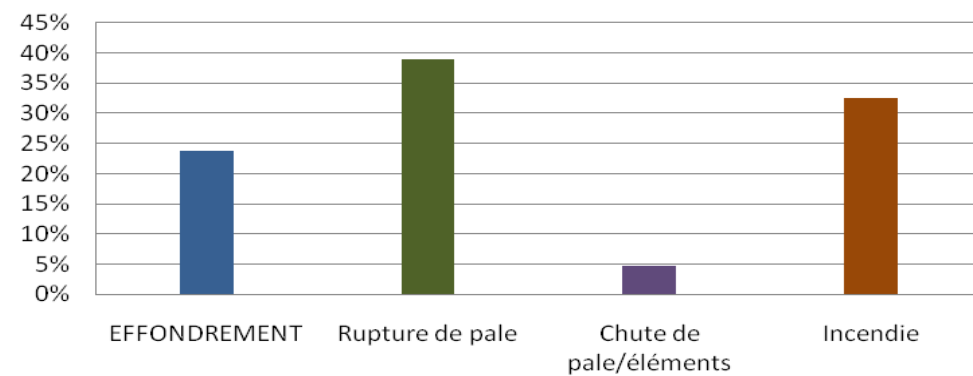


Figure 6 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011
Source : Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

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

Répartition des causes premières d'effondrement

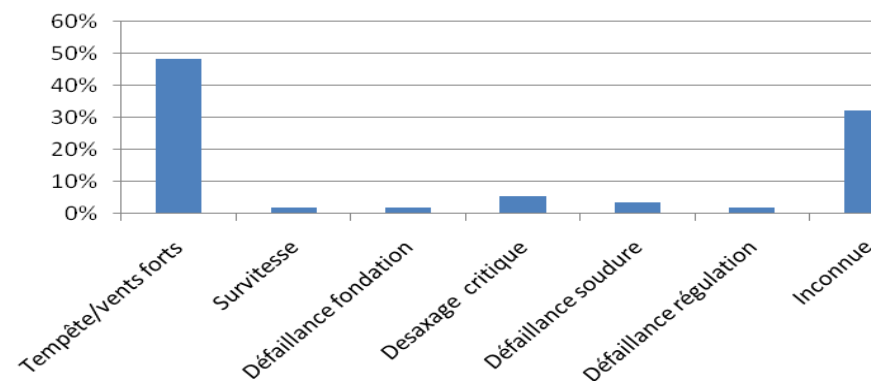


Figure 7 : Répartition des causes premières d'effondrement
Source : Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

Répartition des causes premières de rupture de pale

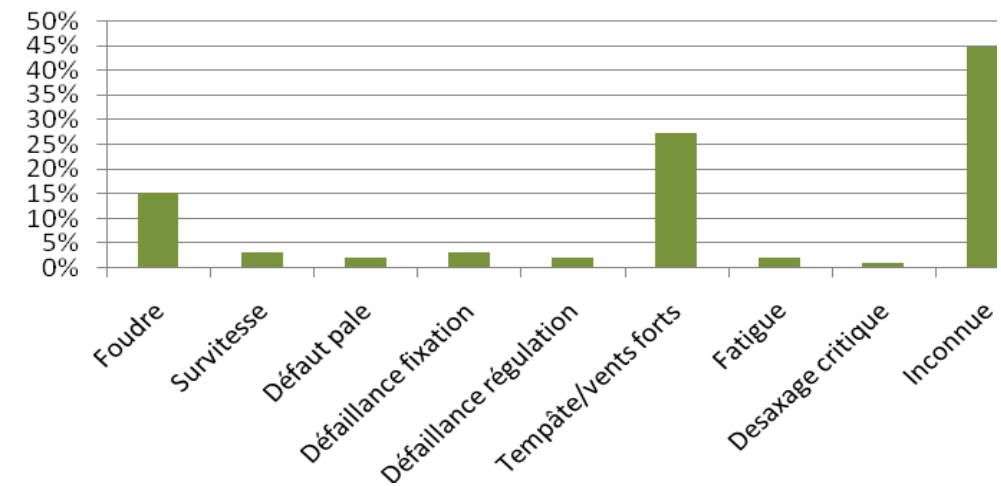


Figure 8 : Répartition des causes premières de rupture de pale
Source : Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

Répartition des causes premières d'incendie

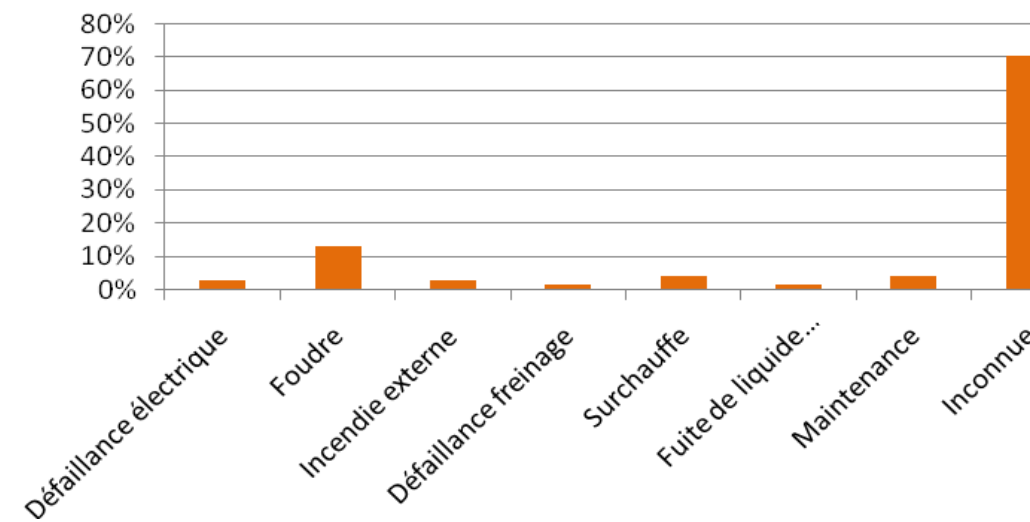


Figure 9 : Répartition des causes premières d'incendie
Source : Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

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

6.3 Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant

Le parc éolien de la Montagne de Sasses est un parc nouveau non construit. Aucun incident n'est donc répertorié.

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.

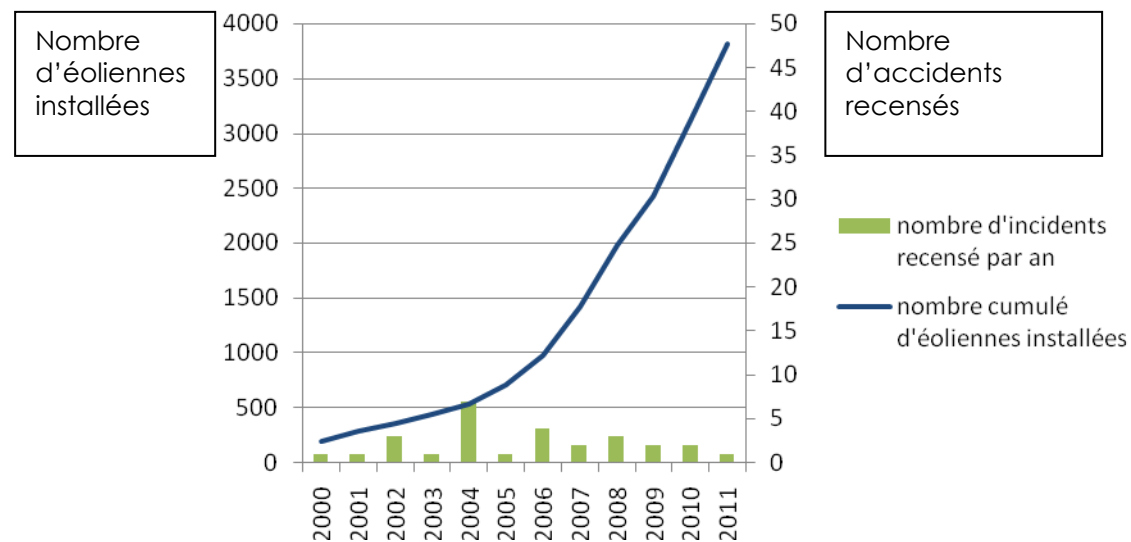


Figure 10 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées
Source : Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

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

6.4.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

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

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

6.5 Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

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

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

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

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

6.6 Les éoliennes du Parc éolien de la Montagne de Sasses

Les éoliennes qui seront installées sur le parc de la Montagne de Sasses sont des éoliennes neuves.

L'effondrement est causé en très grande majorité par des vents forts/ tempêtes.

Concernant le danger présenté par des vents violents, les effets sont limités pour le présent parc éolien. Le mât de mesure présent sur site a enregistré au plus fort en date du 5 novembre 2018 des vitesses de 35,15 m/s.

Par ailleurs les éoliennes Enercon E92 envisagées sont conçues pour résister à des pointes de vents très importantes. Un système de sécurité, mis en place dans chacune des éoliennes, bloque leur fonctionnement dès lors que la vitesse du vent dépasse 90 km/h ; les éoliennes sont mises en drapeau, avec un rotor parallèle à la direction du vent.

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) basée sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

Les scénarios d'accident sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

7.2 Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques

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

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

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

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

7.3 Recensement des agressions externes potentielles

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 Agressions externes liées aux activités humaines

Hormis les chemins de randonnée et les activités forestière et agricole, aucune activité humaine n'est recensée dans le périmètre immédiat des éoliennes.

Les voies de circulation sont situées à plus de 1000m des éoliennes.

7.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Jusqu'à 40 m/s
Foudre	Respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)
Glissement de sols/ affaissement miniers	Non applicable

Tableau 8 : Synthèse des principales agressions externes liées aux phénomènes naturels

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 ci-après.

En ce qui concerne la foudre, on considère que le respect des normes rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable (risque électrique, risque d'incendie, etc.). En effet, le système de mise à la terre permet d'évacuer l'intégralité du courant de foudre. Cependant, les conséquences indirectes de la foudre, comme la possible fragilisation progressive de la pale, sont prises en compte dans les scénarios de rupture de pale.

7.4 Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

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

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

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

- « 1 » correspond à un phénomène limité ou se cantonnant au surplomb de l'éolienne ;
- « 2 » correspond à une intensité plus importante et impactant potentiellement des personnes autour de l'éolienne.

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'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 la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage	Impact sur cible	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
				(construction – exploitation) (N° 9)		
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (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	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
				dispositif d'abatage et d'arrimage au sol (N°13)		
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

Tableau 9 : Analyse générique des risques

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

Ce tableau présentant le résultat d'une analyse des risques peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.

7.5 Effets dominos

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

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

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise : « [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...]. Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».

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

7.6 Mise en place des mesures de sécurité

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

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).
- **Temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité.
- **Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.
- **Test (fréquence)** : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.
- **Maintenance (fréquence)** : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

Fonction sécurité	de	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures sécurité	de	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description		Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance		Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
Temps de réponse		Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014)		
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		

Tableau 10 : Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace

Fonction sécurité	de	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures sécurité	de	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 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014)		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse		NA		
Efficacité		100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests		NA		
Maintenance		Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

Tableau 11 : Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace

Fonction sécurité	de	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures sécurité	de	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description		/		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse		NA		
Efficacité		100 %		
Tests		Mesure prédictive annuelle : prélèvement et analyse d'huiles. Capteurs d'échauffement présents sur les pièces mécaniques.		
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 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014). Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Tableau 12 : Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques

Fonction sécurité	de	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures sécurité	de	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description		Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance		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(modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014).		
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.) Vérifier chaque année le système de contrôle de la survitesse sur tous les modèles d'aérogénérateurs. Cette vérification garantit que ce système de sécurité se déclenchera si une situation de survitesse survient, pour mettre la machine sur une position sûre et éviter des dommages catastrophiques. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Tableau 13 : Prévenir la survitesse

Fonction sécurité	de	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures sécurité	de	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 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) .		

Tableau 14 : Prévenir les courts-circuits

Fonction sécurité	de	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures sécurité	de	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 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014).		

Tableau 15 : Prévenir les effets de la foudre

Fonction sécurité	de	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures sécurité	de	<p>Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine</p> <p>Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle</p> <p>Intervention des services de secours</p>		
Description		<p>Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance.</p> <p>L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)</p>		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse		< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité		100 %		
Tests		/		
Maintenance		<p>Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011(modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014).</p> <p>Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.</p> <p>Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.</p>		

Tableau 16 : Protection et intervention incendie

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

Tableau 17 : Prévention et rétention des fuites

Fonction sécurité	de	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures sécurité	de	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 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014).		

Tableau 18 : Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage

Fonction sécurité	de	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures sécurité	de	Procédure maintenance		
Description		Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse		NA		
Efficacité		100 %		
Tests		Formation technique des personnels et sous-traitants avec tests de connaissance annuels.		
Maintenance		NA		

Tableau 19 : Prévenir les erreurs de maintenance

Fonction sécurité	de	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures sécurité	de	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite		
Description		L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse		< 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.		
Tests		Tests annuels des capteurs de survitesse (OGS)		
Maintenance		Contrôle et entretien des équipements		

Tableau 20 : Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort

Fonction sécurité	de	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures sécurité	de	Mise en place d'une procédure de veille cyclonique et d'intervention + mise en œuvre d'éoliennes équipées de dispositifs anticycloniques permettant abattage et arrimage au sol des éléments les plus sensibles, en particulier les pales		
Description		L'ensemble de la structure [mât et/ou nacelle + hélice] peut être rabattu et arrimé au sol Détection des cyclones Formation des opérateurs Mise en place d'une procédure d'intervention suivant les niveaux d'alerte		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse		< 1 min		
Efficacité		100 %		
Tests		Tests annuels des capteurs de survitesse (OGS)		
Maintenance		Contrôle et entretien des équipements de repli cyclonique		

Tableau 21 : Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014).

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 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Ce scénario n'est pas détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques l'implantation n'étant pas située dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

Tableau 22 : Liste des scénarios exclus de l'étude détaillée

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

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

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

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

8 ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

8.1 OBJECTIFS DE L'ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES

Les objectifs de l'Analyse Détaillée des Risques sont les suivants :

- Identifier et étudier les combinaisons de cause conduisant aux situations dangereuses ;
- Identifier les mesures de maîtrise des risques pouvant intervenir dans le déroulement des scénarios d'accident ;
- Evaluer de manière quantitative la probabilité d'occurrence des différents événements, de la situation dangereuse et des différents phénomènes dangereux dont elle peut être à l'origine, en tenant compte de la fiabilité des mesures de maîtrise des risques ;
- Modéliser les effets des différents phénomènes physiques causés par la situation dangereuse et analyser l'exposition des éléments vulnérables présents dans les zones d'aléa ;
- Evaluer la probabilité d'occurrence des différents dommages possibles ;
- Proposer des mesures d'amélioration complémentaires si besoin est, afin de réduire le risque résiduel ;
- Identifier et caractériser les mesures de maîtrise des risques qui seront retenues comme barrières.

8.2 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 de toxique.

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

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

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

Afin de pouvoir présenter des éléments au sein de cette étude de dangers, il est proposé de recourir à la méthode ad hoc préconisée par le guide technique nationale relatif à l'étude de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

Cette première partie de l'étude détaillée des risques consiste donc à rappeler les définitions de chacun de ces paramètres, en lien avec les références réglementaires correspondantes.

8.2.1 Cinétique

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

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

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

8.2.2 Intensité

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

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

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

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

Tableau 23 : Correspondance entre l'intensité et le degré d'exposition
Source : Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

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

8.2.3 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 24 : Détermination des seuils de gravité en fonction du nombre équivalents de personnes présentes dans chacune des zones.

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

8.2.4 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)
	Courant	
A	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.	$P > 10^{-2}$
	Probable	
B	S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
	Improbable	
C	Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
	Rare	
D	S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
	Extrêmement rare	
E	Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 25 : Classes de probabilité utilisées dans les études de dangers issues de l'Annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005

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

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 :

$$P_{\text{accident}} = \text{PERC} \times \text{Orientation} \times \text{Protation} \times \text{Ppateinte} \times \text{Pprésence}$$

PERC = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

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)

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

Ppateinte = 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)

Pprésence = 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 (PERC) a été retenue.

8.3 Caractérisation des scénarios retenus

Sont ici présentés les calculs pour des éoliennes ENERCON E92 prévues sur le parc éolien de la Montagne de Sasses.

8.3.1 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 maximale de l'éolienne en bout de pale, soit 130m.

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 du parc éolien de la Montagne de Sasses.

R est la longueur de pale (R= 46m), H la hauteur du mât (H= 83 m), L la largeur du mât (L= 4.5m) et LB la largeur de base de la pale (LB=2,17 m).

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)				
Type d'éolienne	Zone d'impact en m ² (H) x L + 3*R*LB/2	Zone d'effet du phénomène étudié en m ² $\pi \times (H+R)^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
E92	523,23 m ²	52 279 m ²	1,00%	Exposition forte

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 (voir paragraphe 8.2.3.), 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.

Pour l'effondrement d'éolienne, le terrain de la zone d'effet est aménagé mais peu fréquenté (voies de circulation non structurante, chemins et zones agricoles) pour l'ensemble des éoliennes, on compte donc 1 personne pour 10 hectares.

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

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne E92	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes	<1 (0.54 personnes)	Sérieux

Probabilité

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

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	4,5 x 10 ⁻⁴	Retour d'expérience
Specification of minimum distances [6]	1,8 x 10 ⁻⁴ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Tableau 26 : Valeurs retenues dans la littérature pour déterminer la probabilité d'effondrement d'une éolienne.
Source : Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » selon l'arrêté du 29 septembre 2005. Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience⁴, soit une probabilité de 4,47 x 10⁻⁴ par éolienne et par an.

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

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

⁴ Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

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 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) 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 Montagne de Sasses la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eoliennes	Gravité	Niveau de risque
Toutes	Sérieux	Acceptable

Effondrement d'éolienne					
Gravité (traduit l'intensité et le nombre de personnes exposées)	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Toutes			
Modérée					

Ainsi, pour le parc éolien de la Montagne de Sasses avec des éoliennes E92, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.3.2 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 [15], une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concerné par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

Lors des périodes de dégel qui suivent les périodes de grand froid, des chutes de glace peuvent se produire depuis la structure de l'éolienne (nacelle, pales). Normalement, le givre qui se forme en fine pellicule sur les pales de l'éolienne fond avec le soleil. En cas de vents forts, des morceaux de glace peuvent se détacher. Ils se désagrègent généralement avant d'arriver au sol. Ce type de chute de glace est similaire à ce qu'on observe sur d'autres bâtiments et infrastructures.

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 Montagne de Sasses, la zone d'effet a donc un rayon de 46 mètres avec les éoliennes E92. 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 Montagne de Sasses :

- avec des éoliennes E92 : ZI est la zone d'impact, ZE est la zone d'effet, R est la longueur de pale (R= 46 m), SG est la surface du morceau de glace majorant (SG= 1 m²).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)				
Type d'éolienne	Zone d'impact en m² ZI= SG	Zone d'effet du phénomène étudié en m² ZE= π x R²	Degré d'exposition du phénomène étudié en % d=ZI/ZE	Intensité
E92	1	6 648 m²	0,02 (< 1 %)	exposition modérée

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 (voir paragraphe VIII.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.

Le terrain de la zone d'effet est aménagé mais peu fréquenté (voies de circulation non structurante, chemins et zones agricoles) pour l'ensemble des éoliennes, on compte donc 1 personne pour 10 hectares.

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eoliennes	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes	<1 (0.07 personne)	Modérée

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 Montagne de Sasses, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
Toutes	Modérée	Acceptable

Chute de Glace					
Gravité (traduit l'intensité et le nombre de personnes exposées)	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B (Si Chauffage de pale)	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modérée					Toutes

Ainsi, pour le parc éolien de la Montagne de Sasses avec des éoliennes E92, 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 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) 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.

8.3.3 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, soit 46 m pour l'éolienne E92.

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 Montagne de Sasses. d est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale et LB la largeur de la base de la pale

- Pour les E92 : LB= 2.17 m et R= 46 m

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)				
Type d'éolienne	Zone d'impact en m ² ZI= R*LB/2	Zone d'effet du phénomène étudié en m ² ZE= π x R ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en % d=ZI/ZE	Intensité
E92	49.9 m ²	6 648m ²	0.75% (<1 %)	Exposition modérée

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 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments dans la zone de survol de l'éolienne.

Le terrain de la zone d'effet est aménagé mais peu fréquenté (voies de circulation non structurante, chemins et zones agricoles) pour l'ensemble des éoliennes, on compte donc 1 personne pour 10 hectares.

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes	<1 (0.07 personne)	Modérée

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 » : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

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

Acceptabilité

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
Toutes	Modérée	Acceptable

Chute d'élément					
Gravité (traduit l'intensité et le nombre de personnes exposées)	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modérée			Toutes		

Ainsi, pour le parc éolien de la Montagne de Sasses avec des éoliennes E92, le phénomène de chute d'élément des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.3.4 Projection de pales ou 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 [3].

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

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 Montagne de Sasses. d est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale et LB la largeur de la base de la pale

- Avec les éoliennes E92 : R= 46 m et LB=2,17m.

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)				
Type d'éolienne	Zone d'impact en m ² $Z_I = R * LB / 2$	Zone d'effet du phénomène étudié en m ² $Z_E = \pi * R^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en % $d = Z_I / Z_E$	Intensité
E92	49.91 m ²	785 398 m ²	0,01%	Exposition modérée

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe VIII.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.

Le terrain de la zone d'effet est aménagé mais peu fréquenté (voies de circulation non structurante, chemins et zones agricoles) pour l'ensemble des éoliennes, on compte donc 1 personne pour 10 hectares.

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

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes	<10 (7.85)	Sérieux

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 [4]	1 x 10 ⁻⁶	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	1, 1 x 10 ⁻³	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances [6]	6,1 x 10 ⁻⁴	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

Ces valeurs correspondent à des classes de probabilité de « B », « C » ou « E ».

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit 7,66 x 10⁻⁴ événement par éolienne et par an).

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

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

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place notamment :

- les dispositions de la norme IEC 61 400-1
- les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique
- utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.)

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) 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 suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de la Montagne de Sasses, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
Toutes	Sérieux	Acceptable

Projection de pale ou de fragment de pale					
Gravité (traduit l'intensité et le nombre de personnes exposées)	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Toutes			
Modérée					

Ainsi, pour le parc éolien de la Montagne de Sasses pour les éoliennes E92, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.3.5 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 propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

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

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

Ainsi pour le parc éolien de la Montagne de Sasses, la distance d'effet est de 196,5 m pour les éoliennes E92.

Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m²) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien de la Montagne de Sasses. d est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale, H la hauteur au moyeu, et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

- Pour des éoliennes E92 : R= 46 m et H= 85 m

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne soit 350m)				
Type d'éolienne	Zone d'impact en m ² ZI= SG	Zone d'effet du phénomène étudié en m ² $ZE = \pi \times (1,5 \times (H+2R))^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en % $d=ZI/ZE$	Intensité
E92	1 m ²	221 452 m ²	0.0005% (< 1 %)	Exposition modérée

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe VIII.1.3., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène.

Le terrain de la zone d'effet est aménagé mais peu fréquenté (voies de circulation non structurante, chemins et zones agricoles) pour l'ensemble des éoliennes, on compte donc 1 personne pour 10 hectares.

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 éolienne E92 le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection de glace et la gravité associée :

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes	<10 (2.21)	Sérieux

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 (modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014) ;
- 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 « sérieux ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 10 dans la zone d'effet.

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
Toutes	Sérieux	Oui	Acceptable

Gravité (traduit l'intensité et le nombre de personnes exposées)	Classe de Probabilité				
	E	D	C (Si Chauffage de pale)	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modérée					Toutes

Ainsi, pour le parc éolien de la Montagne de Sasses pour les éoliennes E92, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes pour l'ensemble des éoliennes.

8.4 Synthèse de l'étude détaillée des risques

8.4.1 Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu **pour les éoliennes de type E92**, 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.

Référence	Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
EE	Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	exposition forte	D	Sérieux Pour toutes les éoliennes
CE	Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	C	Sérieux Pour toutes les éoliennes
CG	Chute de glace	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	A	Modérée Pour toutes les éoliennes
P	Projection	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Sérieux Pour toutes les éoliennes
PG	Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	B	Sérieux Pour toutes les éoliennes

8.4.2 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 matrice est valable pour les éoliennes de type E92 utilisées sur le parc éolien de la Montagne de Sasses.

Gravité (traduit l'intensité et le nombre de personnes exposées)	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		EE toutes éoliennes FP toutes éoliennes		PG toutes éoliennes	
Modérée			CE toutes éoliennes		CG toutes éoliennes

Légende de la matrice

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

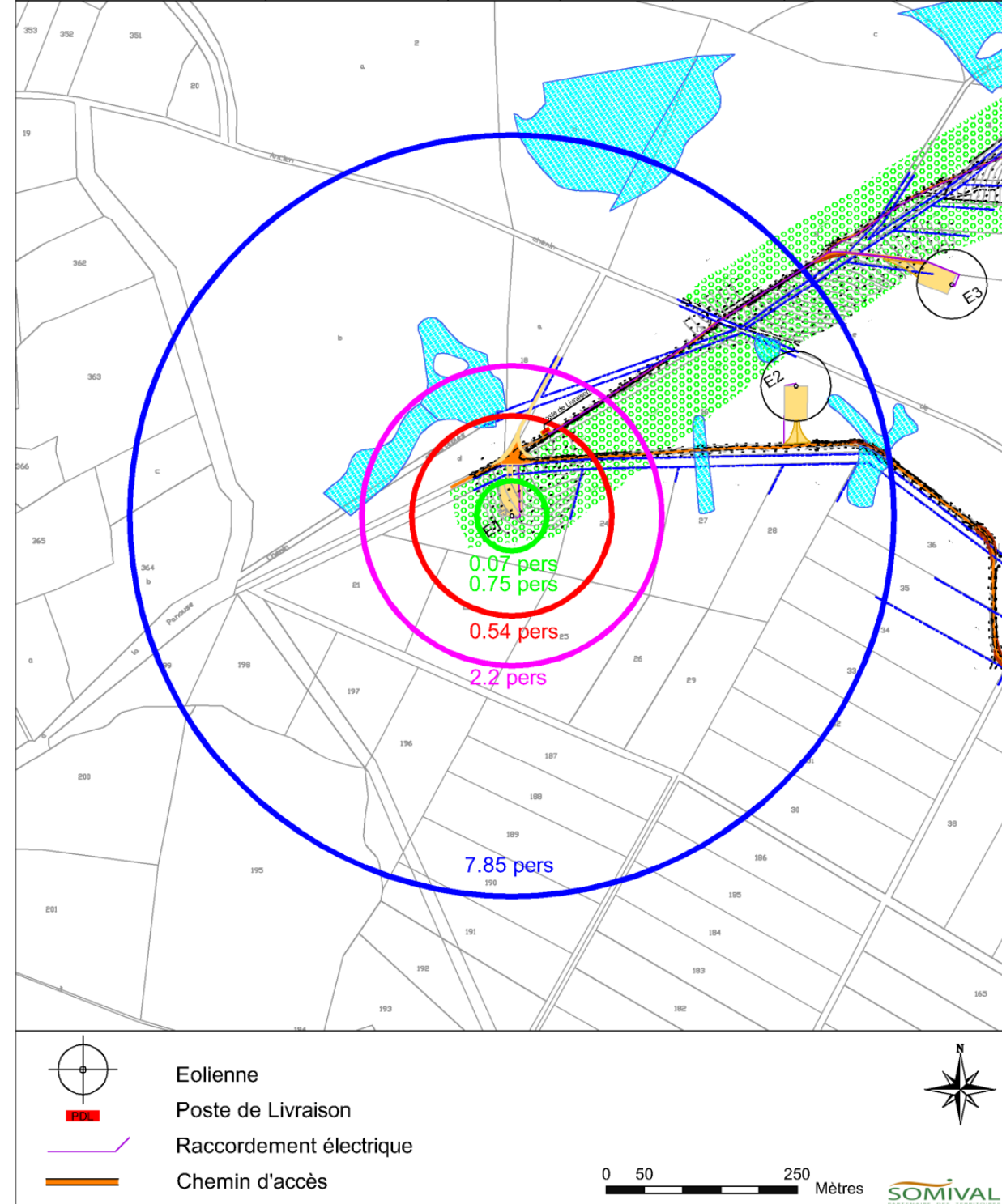
EE = Effondrement de l'éolienne
 FP= Projection de pale ou fragment de pale
 CG = Chute de glace
 PG = Projection de glace
 CE = Chute d'éléments

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que : l'ensemble des scénarios étudiés apparaît comme acceptable.

8.4.3 Cartographie des risques éolienne par éolienne

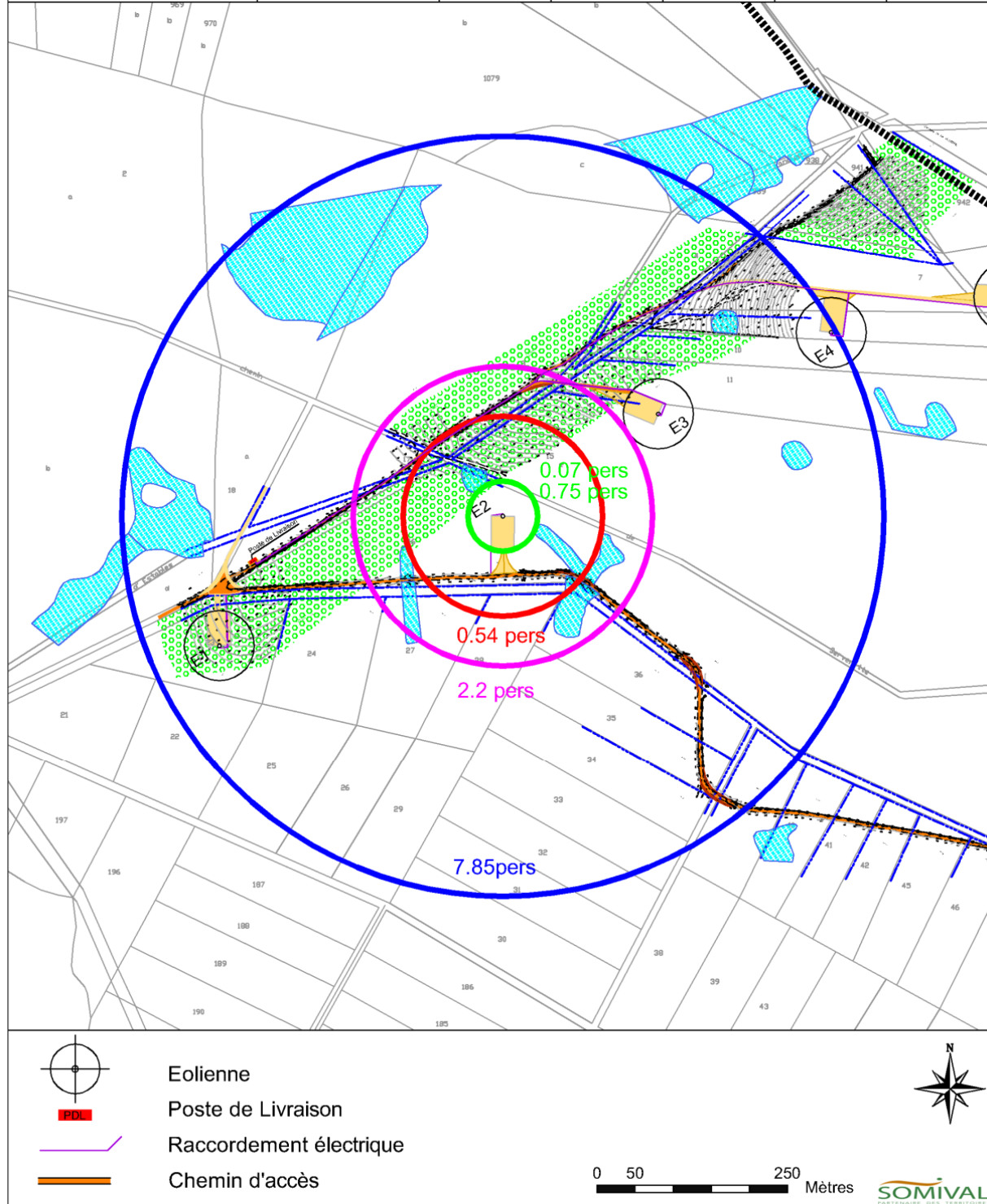
Eolienne E1

TABLEAU DES RISQUES		Effondrement	Chute de glace	Chute des éléments	Projection de pale	Projection de glace
Eolienne E1	ZONE D'EFFET	131m	46m	46m	500m	196.50m
	INTENSITE	Forte	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
	NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES	< 1 (0.54)	< 1 (0.07)	< 1 (0.75)	< 10 (7.85)	< 10 (2.2)
	GRAVITE	Sérieuse	Modérée	Modérée	Sérieuse	Sérieuse
	NIVEAU DE RISQUE	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable



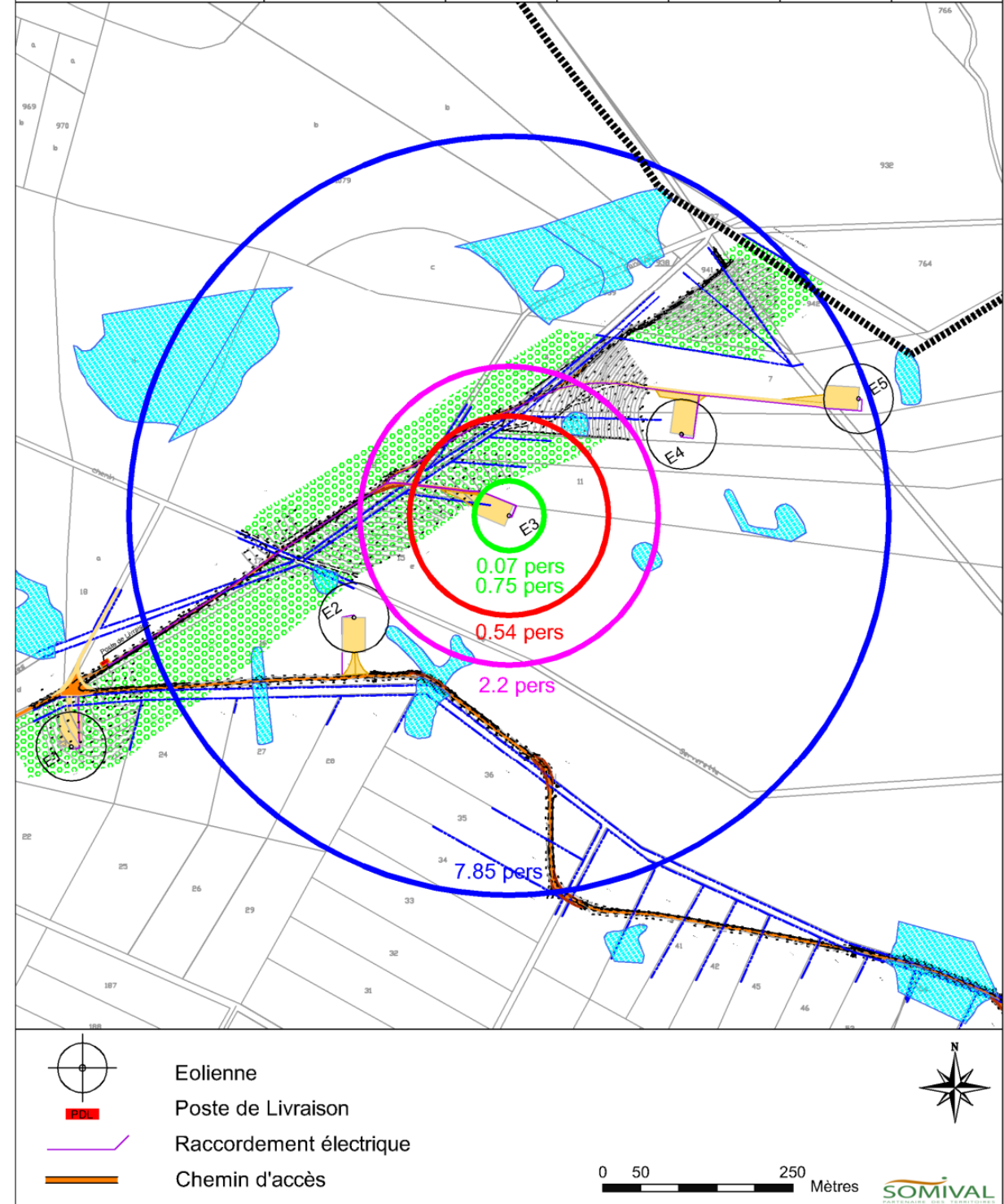
Eolienne E2

TABLEAU DES RISQUES		Effondrement	Chute de glace	Chute des éléments	Projection de pale	Projection de glace
Eolienne E2	ZONE D'EFFET	131m	46m	46m	500m	196.50m
	INTENSITE	Forte	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
	NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES	< 1 (0.54)	< 1 (0.07)	< 1 (0.75)	< 10 (7.85)	< 10 (2.2)
	GRAVITE	Sérieuse	Modérée	Modérée	Sérieuse	Sérieuse
	NIVEAU DE RISQUE	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable



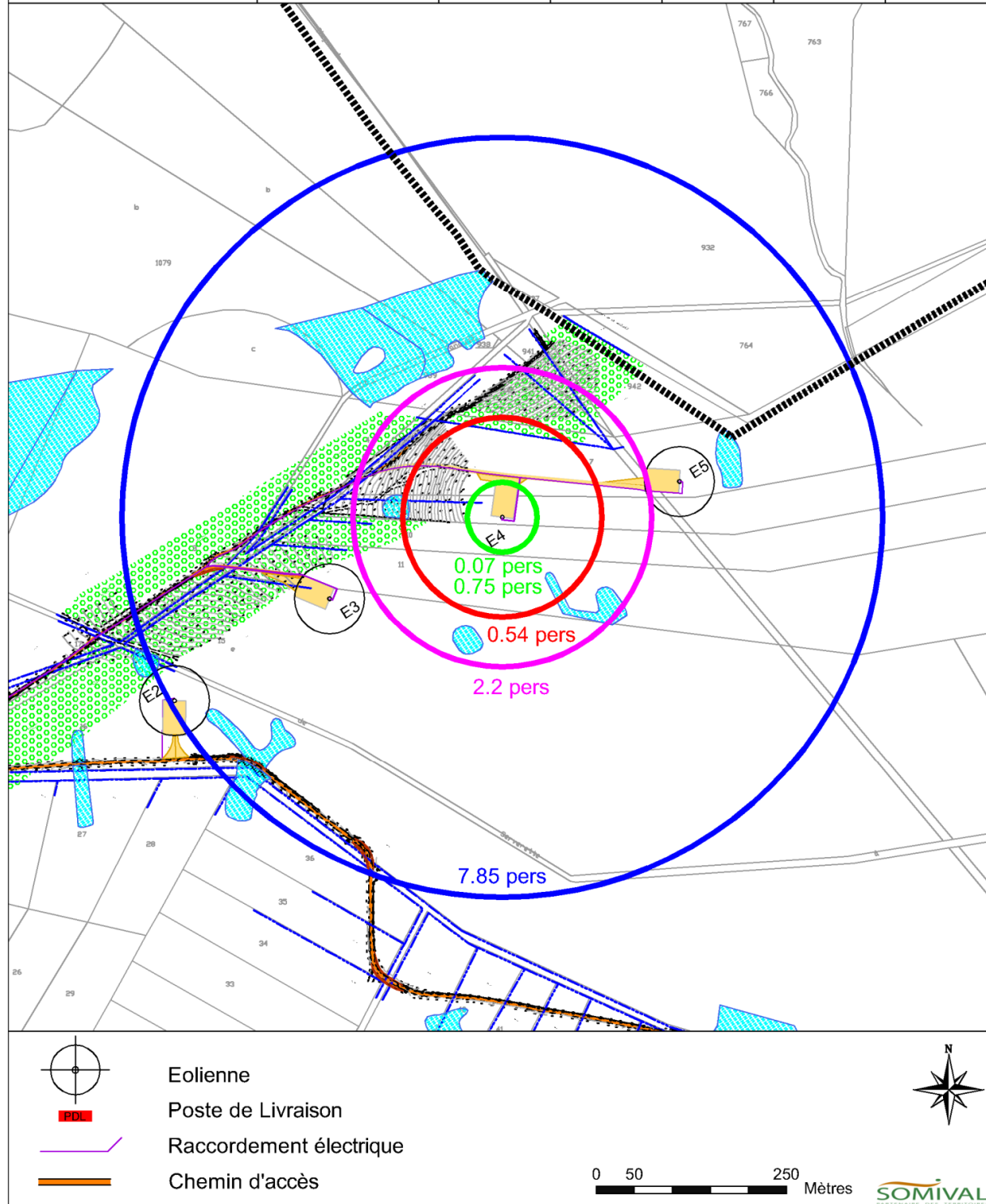
Eolienne E3

TABLEAU DES RISQUES		Effondrement	Chute de glace	Chute des éléments	Projection de pale	Projection de glace
Eolienne E3	ZONE D'EFFET	131m	46m	46m	500m	196.50m
	INTENSITE	Forte	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
	NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES	< 1 (0.54)	< 1 (0.07)	< 1 (0.75)	< 10 (7.85)	< 10 (2.2)
	GRAVITE	Sérieuse	Modérée	Modérée	Sérieuse	Sérieuse
	NIVEAU DE RISQUE	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable



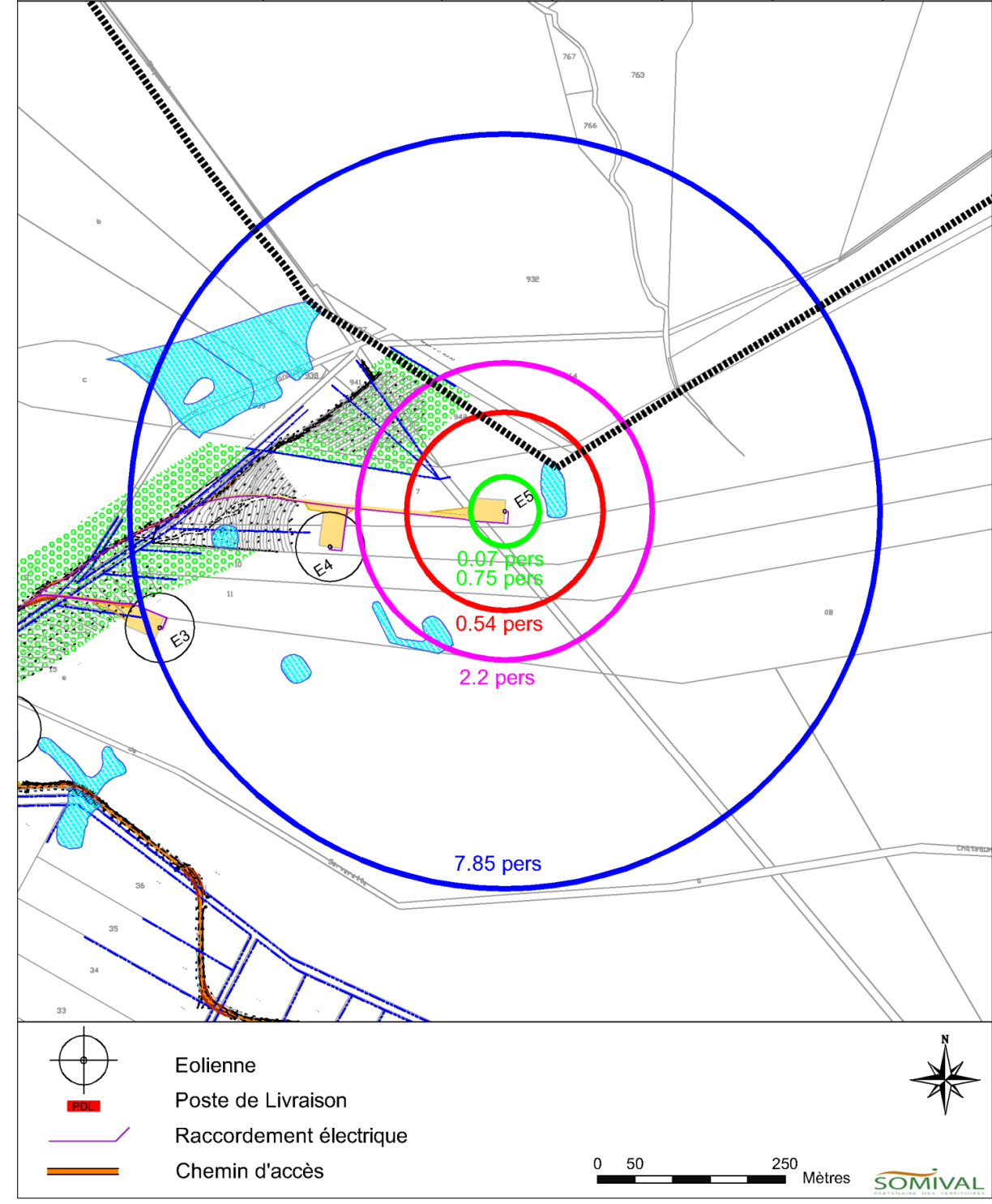
Eolienne E4

TABLEAU DES RISQUES		Effondrement	Chute de glace	Chute des éléments	Projection de pale	Projection de glace
Eolienne E4	ZONE D'EFFET	131m	46m	46m	500m	196.50m
	INTENSITE	Forte	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
	NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES	< 1 (0.54)	< 1 (0.07)	< 1 (0.75)	< 10 (7.85)	< 10 (2.2)
	GRAVITE	Sérieuse	Modérée	Modérée	Sérieuse	Sérieuse
	NIVEAU DE RISQUE	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable



Eolienne E5

TABLEAU DES RISQUES		Effondrement	Chute de glace	Chute des éléments	Projection de pale	Projection de glace
Eolienne E5	ZONE D'EFFET	131m	46m	46m	500m	196.50m
	INTENSITE	Forte	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
	NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES	< 1 (0.54)	< 1 (0.07)	< 1 (0.75)	< 10 (7.85)	< 10 (2.2)
	GRAVITE	Sérieuse	Modérée	Modérée	Sérieuse	Sérieuse
	NIVEAU DE RISQUE	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable



9 CONCLUSION

L'étude de dangers réalisée pour le parc de la Montagne de Sasses met en avant les principaux accidents relatifs à l'installation d'un parc éolien. Ceux-ci correspondent à :

- L'effondrement d'une éolienne ;
- La chute d'éléments de l'éolienne ;
- La chute de glace ;
- La projection de pales ou de fragments de pales ;
- La projection de glace.

Les résultats ont montré que parmi ces scénarios, les plus significatifs en termes de risque étaient pour le parc de Montagne de Sasses, la projection d'éléments de l'éolienne, la projection de glace, la chute d'éléments de l'éolienne et la chute de glace.

Les calculs réalisés montrent que le niveau de risque est considéré comme acceptable l'ensemble des éoliennes

Les mesures de maîtrise du risque de niveau 1 prises dès la conception des éoliennes et lors du choix du site d'implantation sont donc suffisantes pour chacun des phénomènes dangereux retenus dans l'étude détaillée.

ANNEXE 1 – METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées dans chacune des zones d'effet des phénomènes dangereux identifiés.

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (partie III.4), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

D'autre part, cette méthode permet ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques (partie VIII).

Terrains non bâtis

Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.

Voies de circulation

Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes. En effet, les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicule/jour) sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

Voies de circulation automobiles

Dans le cas général, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Exemple : 20 000 véhicules/jour sur une zone de 500 m = $0,4 \times 0,5 \times 20\ 000/100 = 40$ personnes.

Trafic (en véhicules/jour)	Linéaire de route compris dans la zone d'effet (en m)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
2 000	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8
3 000	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
4 000	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16
5 000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
7 500	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
10 000	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
20 000	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
30 000	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
40 000	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
50 000	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
60 000	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
70 000	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
80 000	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320
90 000	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360
100 000	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400

Voies ferroviaires

Train de voyageurs : compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie.

Voies navigables

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

Chemins et voies piétonnes

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

Pour les chemins de promenade, de randonnée : compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

Logements

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

Etablissements recevant du public (ERP)

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du code de la construction et de l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès (cf. paragraphe sur les voies de circulation automobile).

Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante :

- compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ;
- compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste.

Les chiffres précédents peuvent être remplacés par des chiffres issus du retour d'expérience local pour peu qu'ils restent représentatifs du maximum de personnes présentes et que la source du chiffre soit soigneusement justifiée.

Une distance d'éloignement de 500 m aux habitations est imposée par la loi. La présence d'habitations ou d'ERP ne se rencontreront peu en pratique.

Zones d'activité

Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public) : prendre le nombre de salariés (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.

ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et fin 2011.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesses de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freysenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-
Incendie	17/03/2013	Fère-Champenoise-Euvy-Corroy	Marne	2,5	2011	Oui	Départ de feu de la nacelle, puis chute de l'une des 3 pales en pied de mât. (pas d'autres détails connus à ce jour)	Cause inconnue à ce jour	Article de presse (L'Union Presse – publié le 17/03/2013)	
	10/2015	Mesnil la Horgne	Meuse	1,5	2007	Oui	Chute du rotor avec les trois pales	Cause inconnue à ce jour	Article de presse (Est Républicain – publié le 13/11/2015)	-

ANNEXE 3 – CV DU REDACTEUR DE L'ETUDE

Jean-Baptiste BLEHAUT

Chargé d'Affaires Eau et Environnement
6 ans d'expérience

Agence de CLERMONT-FERRAND
Tél. : 04.73.34.75.62
Fax : 04.73.34.75.89
Mail : jb.blehaut@somival.fr



Formation

- + Master 2 « Fonctionnement et restauration des écosystèmes aquatiques continentaux » (Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand)
- + Formation ONEMA « Caractérisation et délimitation des zones humides »

Domaines d'intervention

- + Conseil en environnement
- + Etudes réglementaires
- + Espaces naturels
- + Développement éolien

PARTENAIRE DES TERRITOIRES

Après avoir été diplômé en "Fonctionnement et Restauration des Milieux Aquatiques Continentaux", il intègre Saunier et associés, maintenant SOMIVAL, en tant que chargé d'affaires Eau et Environnement.

Ses compétences sont affirmées dans la gestion et la coordination des projets éoliens. Son intérêt pour l'écologie et les énergies vertes, couplé à son expérience, lui permettent également d'intervenir efficacement sur des problématiques environnementales variées dans le cadre de l'aménagement du territoire.

EXPERIENCES PROFESSIONNELLES ET REFERENCES PERSONNELLES SIGNIFICATIVES DANS LE DOMAINE DU DEVELOPPEMENT EOLIEN

- **Projet éolien de 20 MW, Gamesa (89)**
Etude de dangers
- **Projet éolien de 10 MW, Gamesa (17)**
Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter dont étude d'impact
- **Projet éolien de 12,6 MW, Eco Delta Développement (52)**
Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter dont étude d'impact
- **Projet éolien de 22,5 puis 10 MW, Gamesa (36)**
Dossiers de Demande d'Autorisation d'Exploiter dont étude d'impact
- **Projet éolien de 13,8 MW, EcoDelta Développement (77)**
Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter dont étude d'impact
- **Parc éolien de 10MW, Abowind (36)**
Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter
- **Parc éolien de 13,5 à 20,5 MW, Theolia (57)**
Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter
- **Projet éolien de 20 MW puis 13,8 MW, VSB Energies Nouvelles (48)**
Réalisation des mesures acoustiques
Dossiers de Demande d'Autorisation d'Exploiter dont étude d'impact
- **Projet éolien de 34 MW, VSB Energies Nouvelles (48)**
Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter dont étude d'impact
- **Projet de parc éolien, Abowind (03)**
Réalisation des mesures acoustiques
- **Plusieurs parcs éoliens en fonctionnement et en projets, Abowind (17)**
Réalisation des mesures acoustiques

CV

- **Projet éolien de 12 MW, Abowind (45)**
Etude d'impact
- **Projet éolien de 12MW, Abowind (58)**
Etude d'impact
Réalisation des mesures acoustiques
- **Communauté de communes de Loir et Bercé (37)**
Participation au dossier de ZDE
Présentation de la ZDE au conseil communautaire

EXPERIENCES PROFESSIONNELLES ET REFERENCES PERSONNELLES SIGNIFICATIVES DANS LE DOMAINE DU CONSEIL EN ENVIRONNEMENT

- **Mission d'assistance environnementale à maîtrise d'ouvrage sur le chantier de la RN 88. DREAL Midi-Pyrénées, Croix de Mille-Tanus (81)**
Contrôle et analyse des DCE rédigés par le maître d'œuvre : ouvrages d'art, terrassements, chaussées, assainissement, démolition.
Visites de contrôle sur le chantier ; Présentation de rapports de visite ; Audits de chantier ; Présentation des rapports d'audit
Intervention particulière, contrôle inopiné à la demande du Maître d'Ouvrage.
- **Assistance à Maîtrise d'Ouvrage pour la construction d'une station de traitement des eaux usées d'origine domestique et professionnelle à zéro nuisance et énergie positive à Valenciennes. Syndicat Intercommunal d'Assainissement de Valenciennes (59)**
Montage des DCE "étude du milieu récepteur", "Faune Flore", "Air et odeurs"
Participation à la réalisation des dossiers d'études réglementaires.
- **Création d'une vélo-route le long des canaux du Loing et de Briare, Conseil général du Loiret (45)**
Etude de faisabilité
- **Communauté de communes d'Ennezat (63)**
Diagnostic et étude de valorisation de la basse vallée de la Morge (action pêche et milieux aquatiques)

EXPERIENCES PROFESSIONNELLES ET REFERENCES PERSONNELLES SIGNIFICATIVES DANS LE DOMAINE DES ETUDES REGLEMENTAIRES

- **CDT de Sénart (EPA-Sénart, 77)**
Evaluation environnementale
- **Grand projet d'irrigation des bananeraies dans le nord de l'île, ASAPGN, Martinique (972)**
Etude d'impact et Dossiers loi sur l'eau associés
- **Projet de fourrière animale, SIPA Cahors, (46)**
Etude d'impact
- **ZAC du Provinois, Communauté de Communes du Provinois (77)**
Etude d'impact sur l'environnement
Dossier de création de ZAC
- **Réalisation d'une salle polyvalente, Commune de Saint-Forgeux-l'Espinasse (42)**
Dossier loi sur l'Eau
- **Construction d'un collège de 900 élèves sur 4 hectares, Conseil Général de Guadeloupe (971)**
Etude d'impact
- **Réalisation de réservoirs d'eau potable, Pointe Noire, Martinique (972)**
Dossier Loi sur l'eau
- **Réalisation d'un gué sur la rivière Monsieur, Ville de Saint-Joseph, Martinique (972)**
Dossier loi sur l'eau

PARTENAIRE DES TERRITOIRES

www.somival.fr

S.A.S au capital de 500 000€ R C S Clermont Ferrand – Siret 865 200 190 000 60 – N° TVA Intracommunautaire FR 868 652 00 190 – code APE 7022 Z

- **Régularisation des prises d'eau destinées à l'alimentation en eau potable, Syndicat Intercommunal des Grands Fonds, Morne-à-l'Eau (971)**
Réalisation des études et des dossiers administratifs
- **Trois forages AEP situés sur la commune, CC de Béziers Méditerranée, Valras-Plage (34)**
Dossier d'autorisation – DLE - Dossier DUP
- **Extension du village de vacances de Beaulieu-sur-Dordogne, Syndicat de la région de Beaulieu sur Dordogne (19)**
Dossier UTN (Unité Touristique Nouvelle)
- **Usine de production d'eau potable du Prat (03), Syndicat de production des eaux du Cher (03)**
Dossier d'autorisation - mise en conformité de la demande de prélèvement de 15 000 m³/j dans le Cher
- **RD 59 Lissac-sur-Couze - Rectification des virages du « Panoir », Conseil Général de la Corrèze (19)**
DUP
- **RD 140E1, contournement de la commune, CG de Charente-Maritime, Mornac-sur-Seudre (17)**
Dossier loi sur l'eau
- **RD 939, RD 950, CG de Charente-Maritime, Saint-Julien-de-l'Escape (17)**
Dossier loi sur l'eau
- **Parc photovoltaïque de 10 MW, 04, EcoDelta - Delta Solar**
Étude d'impact
- **Parc photovoltaïque de 5 MW, 04, EcoDelta - Delta Solar**
Étude d'impact
- **Projet photovoltaïque de 1,8 MW, 43, EDF Energies Nouvelles**
Étude d'impact
- **Deux champs captants AEP sur la commune. SIVOM Etang de l'Or, Mauguio (34)**
Dossier d'autorisation, DLE, Dossier DUP
- **PLU de la commune, Commune de Peschadoires (63)**
Évaluation environnementale
- **Réfection du pont d'Oléron, création d'une piste cyclable, Conseil Général de Charente-Maritime (17)**
Dossier Enquête Publique

EXPERIENCES PROFESSIONNELLES ET REFERENCES PERSONNELLES SIGNIFICATIVES DANS LE DOMAINE DES ESPACES NATURELS

- **Etudes d'aménagement foncier liées à la Ligne Grande Vitesse Sud Europe Atlantique (LGV SEA) dans le département de l'Indre et Loire (CG37)**
Caractérisation des bassins versants
- Secteur 4 : Drache, Sainte-Maure-De-Touraine, Nouatre, Sepmes, Maille et La-Celle-Saint-Avant ; 2 490 HA
- Secteur 2 : Sorigny, Monts, Villeperdue et Saint-Epain ; 3 460 HA
- **Voie nouvelle Vallée de la Dordogne RD 660 Bergerac (CG 24)**
Notice et caractérisation des milieux humides traversés par le projet
- **Entretien des lignes électriques RTE dans la Réserve Nationale Naturelle du Val d'Allier (03), Gestionnaire RTE**
Notice de préconisations environnementales
- **Groupe Mammalogique d'Auvergne**
Étude de la répartition géographique de la marmotte (*Marmota marmota*) dans le massif du Sancy, 63
- **UFR Sciences Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand (63)**
Étude de la population de brochets (*Esox lucius*) dans les bras morts de la Réserve Nationale Naturelle du Val d'Allier (03)



www.somival.fr

S.A.S au capital de 500 000€ R C S Clermont Ferrand – Siret 865 200 190 000 60 – N° TVA Intracommunautaire FR 868 652 00 190 – code APE 7022 Z