



# PIECE n°8 – ETUDE DE DANGER

Demande d'autorisation unique

Projet éolien de Saulgond (16)

*Pétitionnaire - SAS FERME EOLIENNE DE SAULGOND*

1	Résumé non technique	Pages 1 à 4
2	Etude	Pages 5 à 78



# Résumé non technique

## Objet du dossier

EUROCAPE NEW ENERGY a développé le projet d'un parc éolien dans le département de la Charente sur le territoire de la commune de Saulgond. Ce parc sera composé de six éoliennes orientées Nord-est / Sud-ouest, numérotées d'Ouest en Est de E1, E3, E5, E6, E7 et E8 et de deux postes de livraison. La société de projet dédié au parc éolien de SAULGOND est la SAS LONGWING CAPITAL FRANCE.

La présente étude de dangers a été rédigée en prenant en compte les méthodologies d'élaboration des études de dangers pour les sites soumis à la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

## Description sommaire du projet

Le gabarit des éoliennes défini pour le parc est caractérisé par :

- une hauteur de moyeu : 125 m,
- un diamètre de rotor : 100 à 114 m
- une puissance nominale : 2,2 à 2,625 MW.

A ce stade du projet, deux types d'éoliennes ont été étudiés plus spécifiquement :

- Le modèle VESTAS V 110 d'une puissance unitaire nominale de 2,2 MW (soit une puissance totale du parc de 13,2 MW) ou,
- Le modèle GAMESA G114 d'une puissance unitaire nominale de 2,625 MW (soit une puissance totale du parc de 15,75 MW).

Dans le cadre de la présente étude, le modèle GAMESA G114 a été retenu car le plus pénalisant par rapport au modèle VESTAS V110.

La puissance globale maximale de la centrale éolienne sera de 15,75 MW réparties sur six éoliennes de puissance unitaire maximale de 2,625 MW (modèle GAMESA G114). Les éoliennes tri-pâles implantées auront le gabarit suivant : mât de 125 m pour un diamètre de rotor de 114 m, soit une hauteur totale maximale pales déployées de 182 m.

## Environnement proche

La densité de population est relativement faible. Toutes les habitations sont situées à plus de 500 mètres des éoliennes.

Aucun Etablissement Recevant du Public, ni d'Installation Classée pour la Protection de l'Environnement ou autre activité n'est présent dans la zone d'étude. Aucune installation n'est recensée dans un périmètre de 456 m autour des éoliennes (installation la plus proche : parc de Lesterps à 456 m).

Les vitesses de vents attendus dans le secteur étudié sont supérieures à 5 m/s, valeur compatible avec le développement d'un parc éolien.

La probabilité de foudroiement sur la commune de Saulgond est inférieure à la moyenne départementale et nationale.

La commune de Saulgond est concernée par les risques suivants :

- Risque sismique faible,
- Transport de marchandises dangereuses de part la présence de la canalisation de gaz,

Les infrastructures routières situées dans la zone d'étude sont principalement des routes départementales et un réseau secondaire de pistes et chemins, communales et chemins agricoles (voies de circulation non structurantes compte tenu du trafic).

Aucune voie navigable et ferroviaire ne passe dans ou à proximité de l'aire d'étude concernée.

Aucun aéroport ou aérodrome n'est recensé dans et à proximité de la zone d'étude considérée. Aucune servitude aérienne ne s'oppose donc au projet éolien sur la zone d'étude.

Aucune ligne électrique n'est recensée dans le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes. Toutefois, une ligne électrique Haute Tension passe à environ 890 m au Sud du projet éolien.

Aucune servitude n'est signalée au titre du transport d'électricité, des réseaux d'assainissement, radioélectriques et de captage d'eau potable dans le périmètre d'étude.

Le périmètre d'étude est traversé par deux conduites de gaz haute-pression. Ainsi, GRTgaz a émis des préconisations à respecter.

## Dangers liés à l'exploitation des éoliennes

### Analyse de risque

Une analyse des risques basée sur les propriétés des éoliennes, leurs phases d'exploitation et le retour d'expérience dans le secteur de l'éolien a été réalisée dans cette étude de dangers.

L'analyse a été menée conformément aux prescriptions du guide Technique « élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens ».

Les éoliennes sont implantées à une distance supérieure à 500 m des habitats et on n'observe pas de voies de circulations à caractère structurant (> 2 000 véhicules jours) dans la zone d'étude concernée.

Un incendie de la nacelle ou de mât n'engendrent que des effets thermiques ressentis au sol mineurs. Ainsi le phénomène dangereux « Incendie » n'a pas été retenu. Les effets liés à la chute d'éléments enflammés sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.

Cinq scénarios accidentels complémentaires ont été identifiés et retenus dans l'analyse détaillée des risques :

N° PHD	PHENOMENE DANGEREUX (PHD)
N°1	Effondrement de l'éolienne
N°2	Chute de glace
N°3	Chute d'élément de l'éolienne
N°4	Projection d'éléments de l'éolienne
N°5	Projection de glace

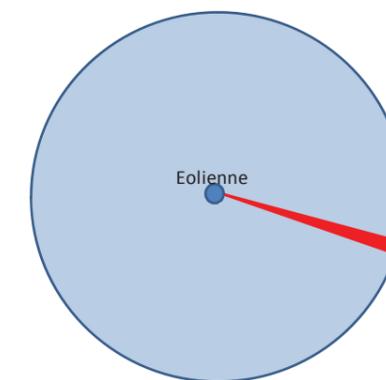
Le tableau ci-dessous donne la synthèse des résultats de l'analyse des 5 scénarios pour l'aérogénérateur de type GAMESA G114 :

AEROGENERATEUR DE TYPE GAMESA G114					
SCENARIO	ZONE D'EFFET	CINETIQUE	INTENSITE	PROBABILITE	GRAVITE
N°1 Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (H = 182 m)	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8
N°2 Chute de glace	Zone de survol des pales soit un disque de rayon correspondant à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne (R = 57 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8
N°3 Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol des pales soit un disque de rayon correspondant à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne (R = 57 m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8
N°4 Projection d'éléments de l'éolienne	Distance d'effet de 500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8
N°5 Projection de glace	Distance d'effet de 358,50 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8

**Définition :**

- **L'intensité** est définie à partir du degré d'exposition au scénario considéré. Le degré d'exposition est 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.

INTENSITE	DEGRE D'EXPOSITION
exposition très forte	Supérieur à 5 %
exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
exposition modérée	Inférieur à 1 %



Zone pouvant être concernée par l'événement = Surface 1

Surface élémentaire concernée en cas de réalisation de l'événement = Surface 2

Degré d'exposition = Surface 2/Surface 1

- **Gravité :** Elle est définie en fonction du nombre de personne potentiellement présente dans la surface concernée par l'événement et au regard du degré d'exposition calculé comme ci-dessus. Le tableau suivant donne les niveaux de gravité en fonction de ces critères

GRAVITE \ INTENSITE	ZONE D'EFFET D'UN EVENEMENT ACCIDENTEL ENGENDRANT UNE EXPOSITION TRES FORTE	ZONE D'EFFET D'UN EVENEMENT ACCIDENTEL ENGENDRANT UNE EXPOSITION FORTE	ZONE D'EFFET D'UN EVENEMENT ACCIDENTEL ENGENDRANT UNE EXPOSITION MODEREE
« 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 »

- **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. Elle 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.

- **Probabilité :** Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, la probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne a été 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

Les niveaux de probabilité indiqués correspondant à des probabilités de réalisation de l'événement comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

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

## Acceptabilité du risque

Pour classer les niveaux de risque, est ici utilisée une grille de criticité. Cette grille permet ainsi de regrouper les résultats de l'étude et constitue une aide à la décision sur le caractère acceptable du niveau de risque vis-à-vis du personnel en place et surtout des intérêts tiers avoisinants.

La synthèse de l'évaluation réalisée précédemment est reportée dans la grille de criticité suivante :

- N°1 : Effondrement de l'éolienne
- N°2 : Chute de glace
- N°3 : Chute d'élément de l'éolienne
- N°4 : Projection d'éléments de l'éolienne
- N°5 : Projection de glace

AEROGENERATEUR DE TYPE GAMESA G114					
GRAVITE DES CONSEQUENCES	CLASSE DE PROBABILITE				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE		Effondrement de l'éolienne (1) / Projection d'éléments de l'éolienne (4)	Chute d'élément de l'éolienne (3)	Projection de glace (5)	Chute de glace (2)

Légende de la matrice

NIVEAU DE RISQUE	COULEUR	ACCEPTABILITE
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

Aucun des scénarios étudiés n'est jugé inacceptable pour l'aérogénérateur de type GAMESA G114.

## Mesures de prévention et de protection

L'ensemble des mesures de prévention et de protection sont détaillées dans l'étude de dangers. Les principales mesures préventives intégrées à la structure des éoliennes sont :

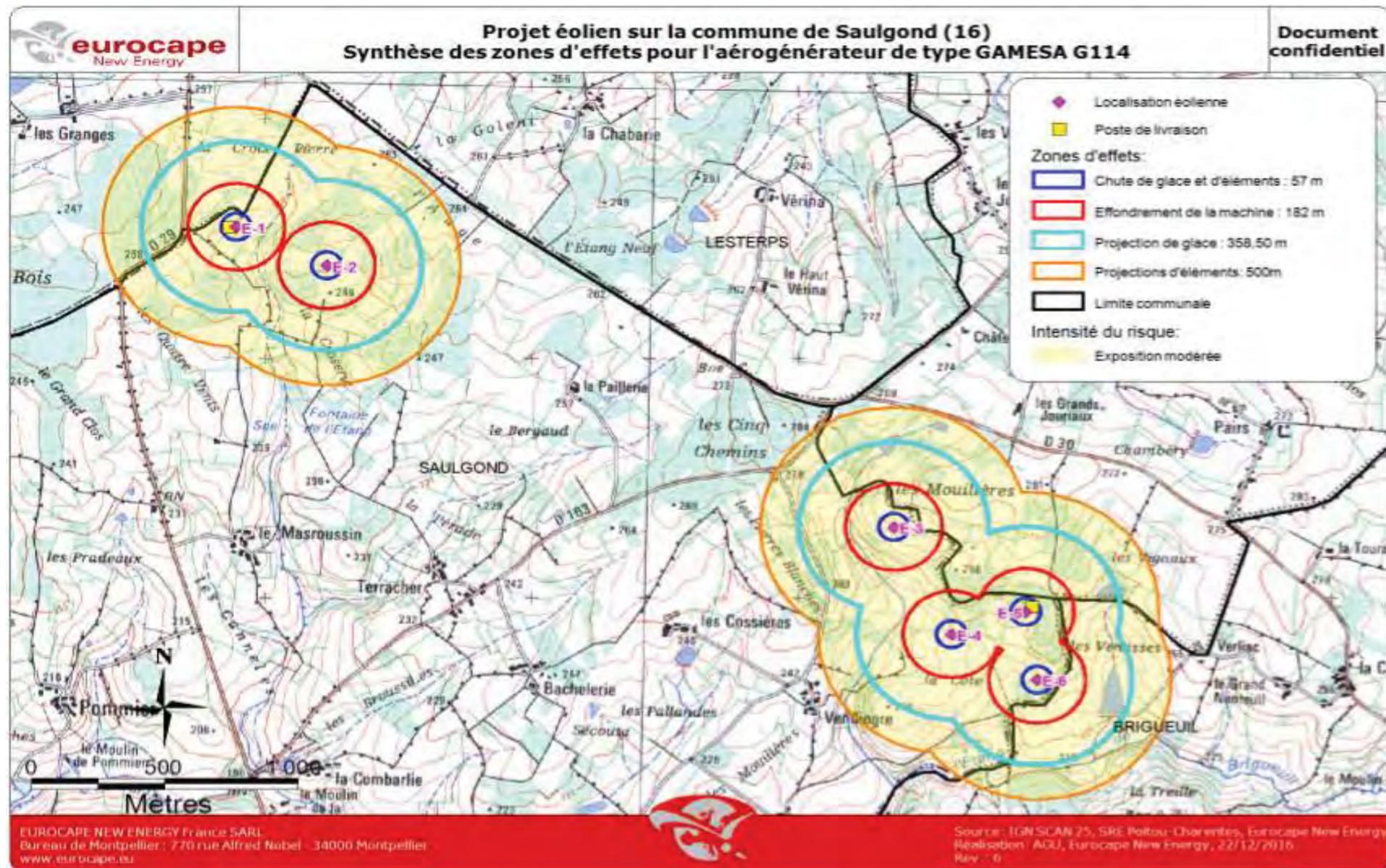
- des dispositifs de protection contre la foudre ;
- le système de régulation et de freinage par rotation des pales ;
- la détection de givre ;
- les rétentions d'huile.

Le fonctionnement des éoliennes est surveillé en permanence par télémaintenance.

Une visite annuelle d'entretien permettra d'effectuer un certain nombre d'opérations de vérification et d'entretien sur les éoliennes (remplacement de l'huile, de pièces, etc.). D'autres visites de réglages et de petit entretien sont également prévues plus fréquemment.

L'ensemble des procédures d'entretien et de maintenance sont définies de manière très stricte et rigoureuse par le concepteur suivant un calendrier imposé par les fabricants de composants et la réglementation applicable.

## Représentation cartographique



**ÉTUDE DE DANGERS  
DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION  
D'EXPLOITER**

**PROJET DE PARC EOLIEN DE SAULGOND (16)**

**VALIDATION**

REDACTEUR	FONCTION	SIGNATURE
S. PIREYRE	Consultante en Environnement & Risques Industriels Agence de Dijon APAVE SUDEUROPE SAS	
APPROBATEUR	FONCTION	SIGNATURE
M-A. FERRARI	Responsable de projet EUROCAPE NEW ENERGY	

**HISTORIQUE DES MODIFICATIONS**

DATE	VERSION	OBJET DE LA MODIFICATION
09/12/2016	1	Création du document
20/12/2016	2	Prise en compte des remarques de l'approbateur

DECEMBRE 2016 – VERSION 2

REF : A5 31 75 52 63

CE RAPPORT A ETE REALISE PAR LE  
CONSEIL ENVIRONNEMENT DE L'APAVE SUDEUROPE

AGENCE REGIONALE DE DIJON  
PARC TECHNOLOGIQUE - 4 RUE LOUIS DE BROGLIE  
BP 37004 - 21070 DIJON CEDEX



## SOMMAIRE

<b>I. PREAMBULE</b>	<b>7</b>
I.1 OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS	7
I.2 CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	7
I.3 NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES	8
<b>II. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION</b>	<b>9</b>
II.1 RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS	9
II.1.1 La société EUROCAPE	9
II.2 LOCALISATION DU SITE	12
II.3 DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE	12
<b>III. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION</b>	<b>13</b>
III.1 ENVIRONNEMENT HUMAIN	13
III.1.1 Zones urbanisées	13
III.1.2 Etablissements recevant du public (ERP)	15
III.1.3 Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base	15
III.1.4 Autres activités	15
III.2 ENVIRONNEMENT NATUREL	15
III.2.1 Contexte climatique	15
III.2.2 Risques naturels	16
III.3 ENVIRONNEMENT MATERIEL	17
III.3.1 Voies de communication	17
III.3.2 Réseaux publics et privés	19
III.3.3 Autres ouvrages publics	20
III.4 CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE	20
<b>IV. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION</b>	<b>24</b>
IV.1 CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	24
IV.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien	24
IV.1.2 Activité de l'installation	26
IV.1.3 Composition de l'installation	27
IV.2 FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	28
IV.2.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur	28
IV.2.2 Sécurité de l'installation	32
IV.2.3 Opérations de maintenance de l'installation	33
IV.2.4 Stockage et flux de produits dangereux	34
IV.3 FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION	35
IV.3.1 Raccordement électrique	35
IV.3.2 Autres réseaux	35
<b>V. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION</b>	<b>36</b>
V.1 POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	36
V.2 POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	37
V.3 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE	38
V.3.1 Principales actions préventives	38
V.3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles	39
<b>VI. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE</b>	<b>39</b>
VI.1 INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	39
VI.2 INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL	41
VI.3 INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT	43

VI.4 SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	43
VI.4.1 Analyse de l'évolution des accidents en France	43
VI.4.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents	44
VI.5 LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE	44
<b>VII. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES</b>	<b>45</b>
VII.1 OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	45
VII.2 RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES	45
VII.3 RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	46
VII.3.1 Agression externes liées aux activités humaines	46
VII.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels	48
VII.4 SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	48
VII.5 EFFETS DOMINOS	52
VII.6 MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	53
VII.7 CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	58
<b>VIII. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES</b>	<b>59</b>
VIII.1 RAPPEL DES DEFINITIONS	59
VIII.1.1 Cinétique	59
VIII.1.2 Intensité	60
VIII.1.3 Gravité	60
VIII.1.4 Probabilité	61
VIII.2 CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS POUR L'AEROGENERATEUR DE TYPE GAMESA G114	63
VIII.2.1 Effondrement de l'éolienne	63
VIII.2.2 Chute de glace	65
VIII.2.3 Chute d'éléments de l'éolienne	68
VIII.2.4 Projection de pales ou de fragments de pales (y compris d'éléments enflammés)	70
VIII.2.5 Projection de glace	73
VIII.3 SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	76
VIII.3.1 Tableaux de synthèse des scénarios étudiés	76
VIII.3.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques	76
VIII.3.3 Cartographie des risques	78
<b>IX. CONCLUSION</b>	<b>79</b>
<b>ANNEXE 1 – METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE</b>	<b>80</b>
TERRAINS NON BATIS	80
VOIES DE CIRCULATION	80
Voies de circulation automobiles	80
Voies ferroviaires	81
Voies navigables	81
Chemins et voies piétonnes	81
LOGEMENTS	81
ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)	81
ZONES D'ACTIVITE	82
<b>ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE</b>	<b>83</b>
<b>ANNEXE 3 – SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES</b>	<b>93</b>
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A LA GLACE (G01 ET G02)	93
Scénario G01	93
Scénario G02	93
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07)	93
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE FUITES (F01 A F02)	94

Scénario F01.....	94
Scénario F02.....	95
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE CHUTE D'ELEMENTS (C01 A C03) .....	95
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (P01 A P06) .....	95
Scénario P01.....	95
Scénario P02.....	95
Scénarios P03.....	96
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'EFFONDREMENT DES EOLIENNES (E01 A E10) .....	96
<b>ANNEXE 4 – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL.....</b>	<b>97</b>
<b>ANNEXE 5 –GLOSSAIRE .....</b>	<b>98</b>
<b>ANNEXE 5 – BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES .....</b>	<b>101</b>
<b>ANNEXE 6 – PRESENTATION ET RESULTATS DU MODELE VESTAS V110 .....</b>	<b>102</b>
<b>ANNEXE 7 – COURRIERS DE GRTGAZ .....</b>	<b>123</b>
<b>ANNEXE 8 – INFORMATIONS SUR LES INSTALLATIONS ELECTRIQUES .....</b>	<b>124</b>

Index des tableaux :

Tableau 1 : Classement ICPE du parc éolien .....	8
Tableau 2 : Zones d'habitations les plus proches des aérogénérateurs.....	14
Tableau 3 : Nombre de personne exposée par éolienne selon la méthodologie de comptages des personnes.....	23
Tableau 4 : Coordonnées géographiques des aérogénérateurs.....	27
Tableau 5 : Coordonnées géographiques des postes de livraison.....	27
Tableau 6 : Synthèse de fonctionnement des éoliennes.....	31
Tableau 7 : Dangers potentiels liés à l'installation .....	37
Tableau 8 : Localisation des sources d'agression externe liées aux activités humaines.....	47
Tableau 9 : Sources d'agression externes liées aux phénomènes naturels .....	48
Tableau 10 : Tableau d'analyse générique des risques .....	52
Tableau 11 : Phénomènes dangereux exclus.....	58
Tableau 12 : Degré d'exposition .....	60
Tableau 13 : Grille de gravité .....	61
Tableau 14 : Echelle de probabilité .....	62
Tableau 15 : Synthèse de l'étude détaillée des risques pour l'aérogénérateur GAMESA G114 .....	76
Tableau 16 : Grille d'acceptabilité des risques pour l'aérogénérateur GAMESA G114 .....	77

Index des figures :

Figure 1 : Carte des activités d'EUROCAPE NEW ENERGY en France .....	10
Figure 2 : Carte des activités d'EUROCAPE NEW ENERGY dans le nord de la région Nouvelle-Aquitaine.....	11
Figure 3 : Localisation générale du parc éolien (Source : CORIEAULYS).....	12
Figure 4 : Périmètre de l'étude de dangers (Source : EUROCAPE) .....	13
Figure 5 : Localisation des habitats et zones urbanisées (Source : CORIEAULYS) .....	14
Figure 6 : Localisation du réseau routier (Source : CORIEAULYS) .....	17
Figure 7 : Extrait de la carte aéronautique OACI-VFR (Source : CORIEAULYS) .....	19
Figure 8 : Synthèse des risques naturels (Source : CORIEAULYS) .....	21
Figure 9 : Synthèse des réseaux et servitudes (Source : CORIEAULYS).....	21
Figure 10 : Synthèse des radars (Source : CORIEAULYS).....	22
Figure 11 : Synthèse des voies de circulation situées dans le périmètre d'étude (Source : EUROCAPE).....	23
Figure 12 : Synthèse des enjeux (Source : EUROCAPE).....	24
Figure 13 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur.....	25
Figure 14 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne .....	26

Figure 15 : Plan détaillé du parc éolien (Source : EUROCAPE).....	28
Figure 16 : Raccordement électrique des installations.....	35
Figure 17 : Répartition des événements accidentels en pourcentage en fonction de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011 .....	40
Figure 18 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2010 .....	41
Figure 19 : Répartition des causes premières d'effondrement.....	42
Figure 20 : Répartition des causes premières de rupture de pale.....	42
Figure 21 : Répartition des causes premières d'incendie .....	43
Figure 22 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées. ....	44
Figure 23 : Zone d'effet des scénarios considérés pour l'aérogénérateur de type GAMESA G114 .....	78

## I. PREAMBULE

### I.1 OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par EUROCAPE NEW ENERGY pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de Saulgond (16). Elle s'attache à vérifier la faisabilité technique du projet ainsi que son acceptabilité économique vis-à-vis des causes intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc éolien de Saulgond (16). Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien de Saulgond (16), 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 du parc éolien 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.

### I.2 CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'Environnement relative aux Installations Classées. Selon l'article L. 512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des Installations Classées soumises à autorisation [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, 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.

En complément, 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.

Enfin, l'étude de dangers s'intéresse aux risques générés par les aérogénérateurs lorsqu'ils sont en phase d'exploitation et exclut donc la phase de construction.

### I.3 NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

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

N° RUBRIQUE ICPE	INTITULE	VOLUME, QUANTITE ET/OU PUISSANCE PROJETES	REGIME DE CLASSEMENT
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)	6 éoliennes d'une hauteur de mât de 125 m et d'une puissance unitaire maximale de 2,625 MW.  Puissance globale maximale du parc éolien de Saulgond : 15,75 MW	<b>Autorisation</b>

Tableau 1 : Classement ICPE du parc éolien

Le parc éolien de Saulgond au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

Ces installations sont réglementées par l'Arrêté ministériel du 26 Août 2011 modifié 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.

## II. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

### II.1 RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

La société porteuse du projet éolien de Saulgond est EUROCAPE NEW ENERGY. La société de projet qui sera propriétaire et détentrice de l'autorisation unique, le cas échéant est LONGWING CAPITAL FRANCE.

#### II.1.1 LA SOCIETE EUROCAPE

##### Le groupe EUROCAPE :

La société Eurocape New Energy France est une filiale du groupe international d'énergie renouvelable Eurocape New Energy Limited qui intervient notamment sur les territoires polonais et ukrainien, avec à son actif le développement d'une des plus grandes fermes éoliennes à l'échelle européenne (à l'est de l'Ukraine).

##### Ses références en France :

La filiale française a été fondée en 2010 à Montpellier afin d'aiguiser, sur le territoire métropolitain, les compétences liées au développement et à la conception de projets éoliens terrestres. Mais dès le début des années 2000, les services du groupe intervenaient déjà en France au travers d'audit, d'évaluations et d'opérations financières dans le domaine des énergies renouvelables. Aujourd'hui, la société vise clairement un développement à la racine des projets pour une direction effective et efficace de ses installations.

Le département développement d'Eurocape New Energy France s'appuie ainsi sur un ensemble de compétences techniques (ingénierie vent, raccordement électrique, construction et finance) qui lui permet de prétendre à une gestion intégrale de toutes les étapes du projet.

Les investissements récents de la société en matière d'exploitation de parcs correspondent à cette logique dont la finalité est la réalisation de parcs durables et de qualité.

Eurocape New Energy France est membre actif de la FEE (France Énergie éolienne), syndicat représentant les professionnels de l'éolien. Cette adhésion permet non seulement de se tenir informé des dernières évolutions techniques et réglementaires concernant la filière, mais aussi et surtout d'afficher une adhésion sans réserve aux principes éthiques qui doivent accompagner l'activité de développement.

C'est sur cette base qu'Eurocape New Energy France déploie ses méthodes de travail, dans un souci de transparence, d'informations des élus et, au-delà, dans la définition d'un véritable partenariat avec la collectivité.

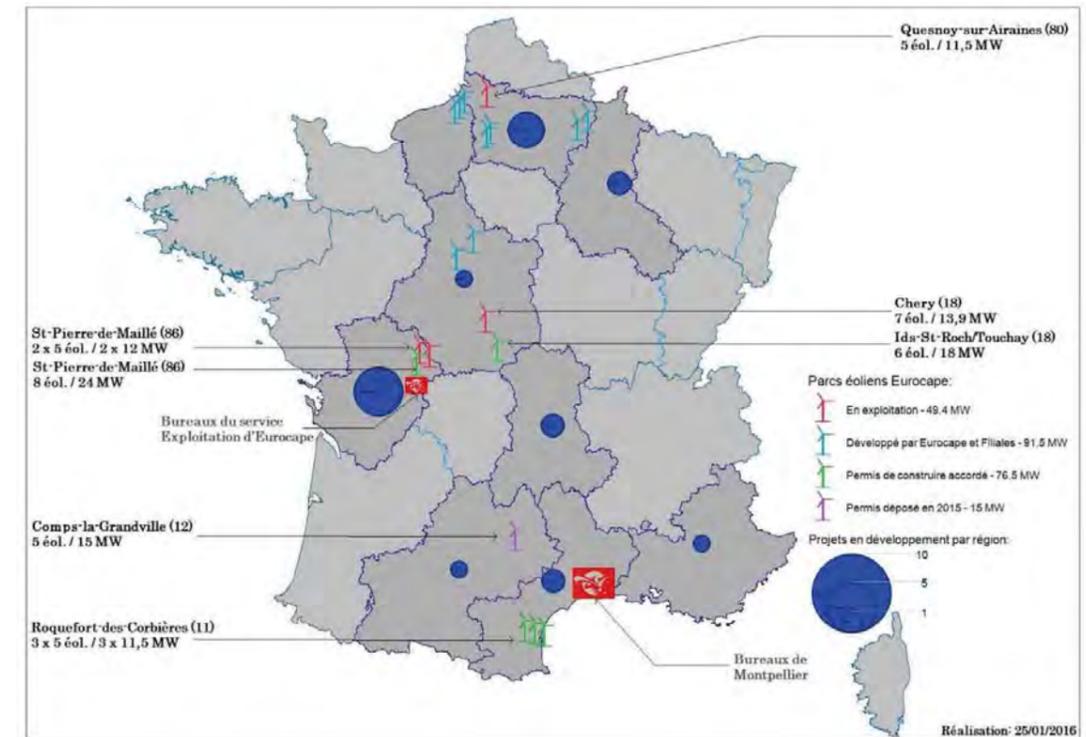


Figure 1 : Carte des activités d'EUROCAPE NEW ENERGY en France

##### Ses références en Nouvelle Aquitaine :

Eurocape New Energy bénéficie d'un ancrage local très important dans le nord de la région Nouvelle-Aquitaine. En effet, des bureaux ont récemment été ouverts sur la commune de Saint-Pierre-de-Maillé afin d'y installer le service exploitation de la société. Deux personnes sont d'ores et déjà basées dans ces bureaux et supervisent l'exploitation fiable et performante de l'ensemble des parcs éoliens de la société.

La proximité de ces bureaux avec les 10 éoliennes exploitées par Eurocape sur cette même commune permet une efficacité optimale dans la gestion au jour le jour de leur exploitation. Une extension à ce parc devrait d'ailleurs être construite prochainement, courant 2017, passant ainsi le total d'éoliennes sur la commune de Saint-Pierre-de-Maillé à 18 !

Les éoliennes de Saint-Pierre-de-Maillé peuvent être aussi le lieu de sorties pédagogiques permettant la découverte d'une filière source d'emplois. Ainsi, en janvier 2014, dans le cadre d'une journée organisée autour de l'énergie éolienne, avec présentation des débouchés professionnels offerts par le secteur éolien, des élèves du collège Léon Huet de Laroche-Posay ont participé à une visite commentée du parc éolien. Tout au long de la visite, un technicien en charge de la maintenance du parc éolien a pu expliquer son travail quotidien aux élèves et répondre à leurs nombreuses interrogations (<http://www.vals-gartempe-creuse.com/actualites/2014/02/01/le-college-de-la-roche-posay-decouvre-l-eolien-et-sa-filiere-professionnelle-a-saint-pierre-de-maille/>). Depuis quelques années, de nouvelles formations voient le jour afin de répondre à la demande croissante du secteur. Pour preuve, depuis 2011, le Lycée professionnel Raoul Mortier de Montmorillon propose une formation à la « Maintenance des systèmes option systèmes éoliens ». Eurocape New Energy France est partenaire de la formation spécialisée du Lycée Raoul Mortier via le versement de la taxe d'apprentissage.

Eurocape mise sur ces nouveaux bureaux pour dynamiser son activité locale. Ainsi, le département développement œuvre actuellement pour 4 nouveaux projets de parcs éoliens, situés à moins de 2

heures de route de Saint-Pierre-de-Maillé, sur les communes de L'Isle-Jourdain (86), Availles-Limouzine (86), Saulgond (16) et Romazières et Saleignes (17).

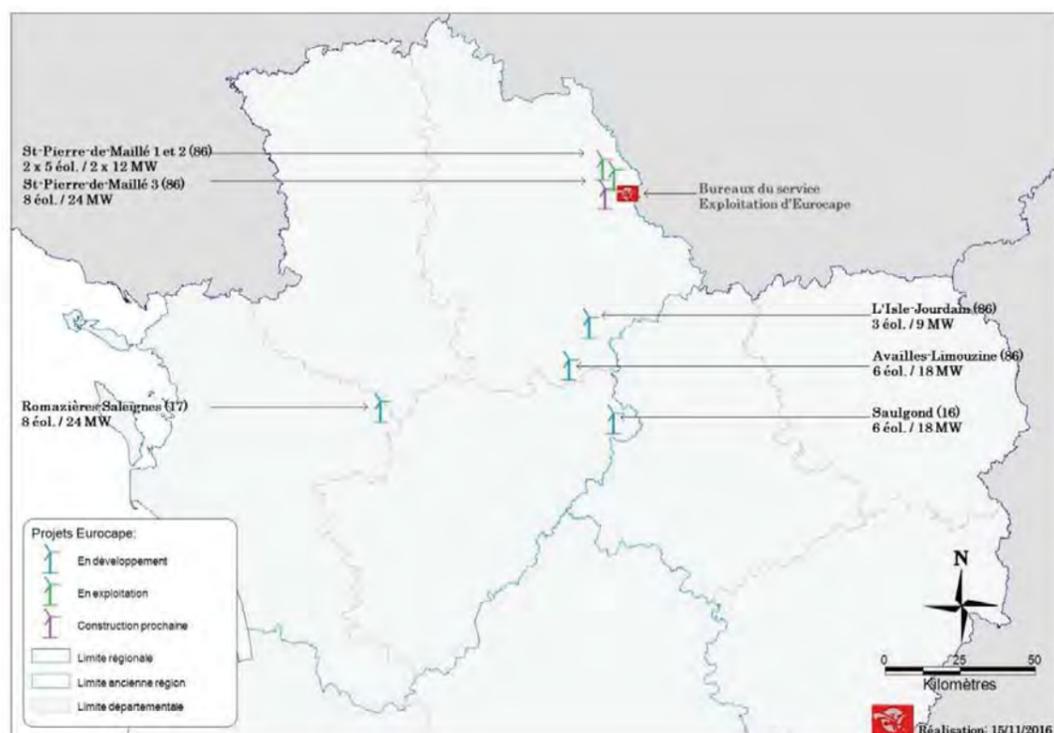


Figure 2 : Carte des activités d'EUROCAPE NEW ENERGY dans le nord de la région Nouvelle-Aquitaine

Cette étude a été réalisée par EUROCAPE NEW ENERGY en collaboration avec APAVE SUDEUROPE.

L'étude de dangers est présentée par :

- **Raison sociale :** LONGWING CAPITAL FRANCE
- **Forme juridique :** SAS
- **N° SIRET :** 520 808 437 / 00039
- **N° SIREN :** 520 808 437
- **Code NAF :** Production d'électricité 3511 Z
- **Adresse du siège social :** 770 rue Alfred Nobel 34 000 Montpellier
- **Personne responsable de l'étude :** Marie-Adissa FERRARRI, responsable de projets
- **Téléphone :** 04 27 04 50 51 / 06 82 71 09 62

## II.2 LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien de Saulgond, composé de 6 aérogénérateurs, est localisé sur le territoire des communes du même nom, dans le département de la Charente (16), en région Nouvelle aquitaine (ex région Poitou-Charentes).

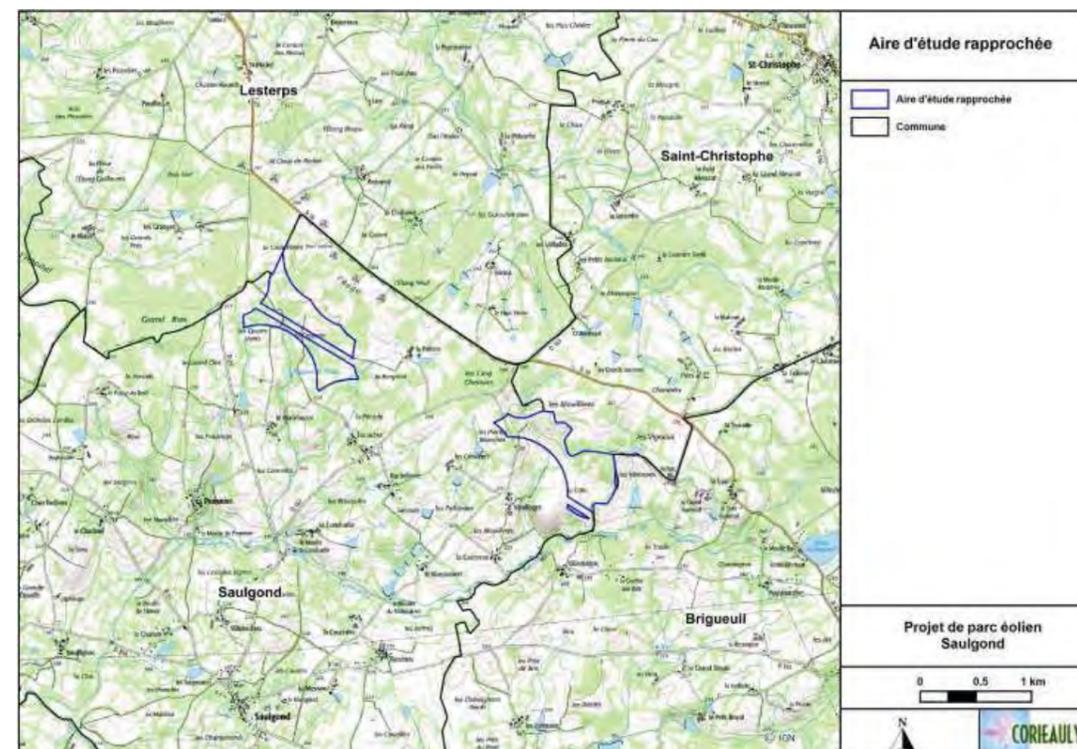


Figure 3 : Localisation générale du parc éolien (Source : CORIEAULYS)

A noter que l'aire d'étude rapprochée mentionnée dans l'étude d'impact correspond à la zone potentielle d'implantation des futures éoliennes.

## II.3 DEFINITION DE L'AIRES D'ETUDE

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 0.

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

La carte ci-dessous montre l'emprise de cette zone d'étude située entre les villages de Saulgond, Lesterps, Saint-Christophe et Brigueuil. Elle présente une occupation du sol majoritairement agricole (72,2 %). On notera toutefois la présence de routes départementales au droit du périmètre d'étude : la RD29, la RD 30 et la RD163.

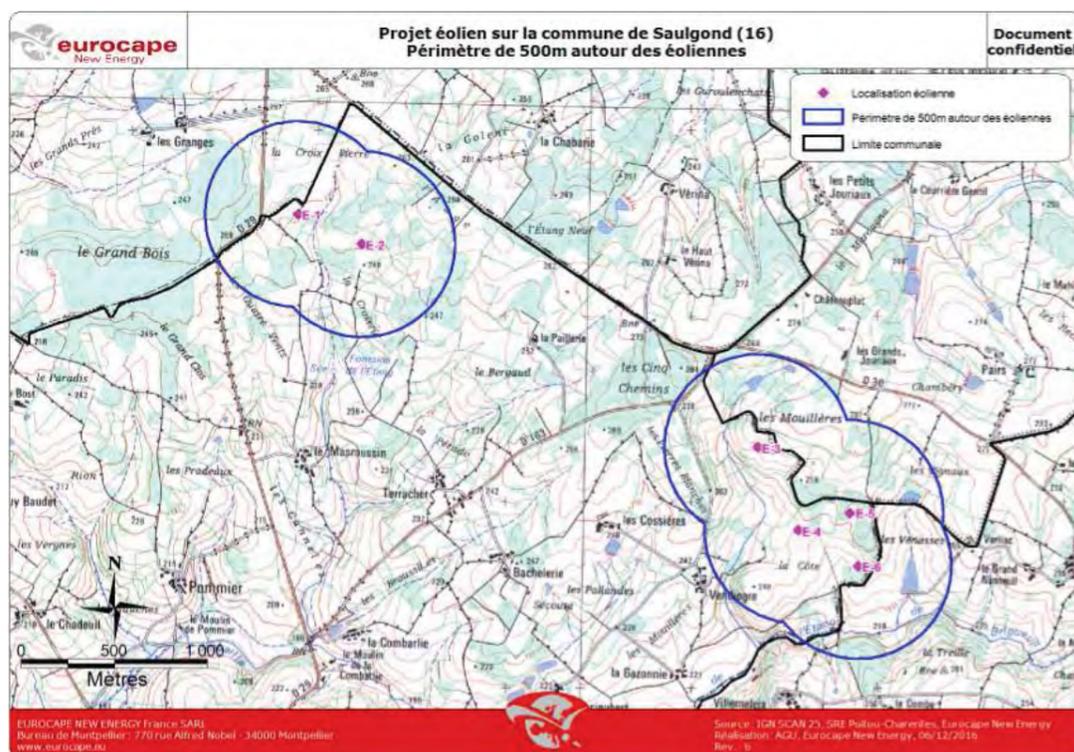


Figure 4 : Périmètre de l'étude de dangers (Source : EUROCAPE)

### III. 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).

#### III.1 ENVIRONNEMENT HUMAIN

##### III.1.1 ZONES URBANISEES

Les habitations, bâtis et hameaux ou bourg les plus proches du périmètre d'étude sont présentés dans le tableau suivant :

HAMEAU / HABITATION ISOLE	COMMUNE	DISTANCE PAR RAPPORT A L'AEROGENERATEUR LE PLUS PROCHE	ORIENTATION DE L'EOLIENNE CONSIDEREE
La Paillerie	Saulgond	1 000 m de l'éolienne E3	Nord-ouest
Verliac (uniquement bâtiment agricole)	Saint-Christophe	500 m de l'éolienne E8	Ouest
La Combe aux Rats	Brigueuil	650 m de l'éolienne E8	Nord
Villemaleix	Brigueuil	700 m de l'éolienne E6	Nord
Habitat isolé, Ouest de Villemaleix	Brigueuil	700 m de l'éolienne E6	Nord
Terracher	Saulgond	1 250 m de l'éolienne E3	Nord

HAMEAU / HABITATION ISOLE	COMMUNE	DISTANCE PAR RAPPORT A L'AEROGENERATEUR LE PLUS PROCHE	ORIENTATION DE L'EOLIENNE CONSIDEREE
Le Masroussin	Saulgond	1 000 m de l'éolienne E3	Nord
Habitat isolé	Saulgond	700 m de l'éolienne E3	Nord
Vendiogre	Saulgond	500 m de l'éolienne E6	Nord
Les Cossières	Saulgond	800 m de l'éolienne E5	Nord-est
Les Grands Jouriaux	Saint-Christophe	625 de l'éolienne E5	Sud-ouest
RD 29	Saulgond	1 100 de l'éolienne E3	Nord
La Gazonnie	Saulgond	900 m de l'éolienne E6	Nord-est
Les Granges	Lesterps	750 m de l'éolienne E1	Sud-est
Proximité de Pairs	Saint-Christophe	1 100 de l'éolienne E7	Sud-ouest
Beaupuy	Lesterps	1 100 de l'éolienne E1	Sud
Bachelerie	Saulgond	1 500 de l'éolienne E6	Est
La Touraille	Saint-Christophe	1 000 de l'éolienne E7	Ouest
La Chabarie	Lesterps	1 100 de l'éolienne E3	Sud

Tableau 2 : Zones d'habitations les plus proches des aérogénérateurs

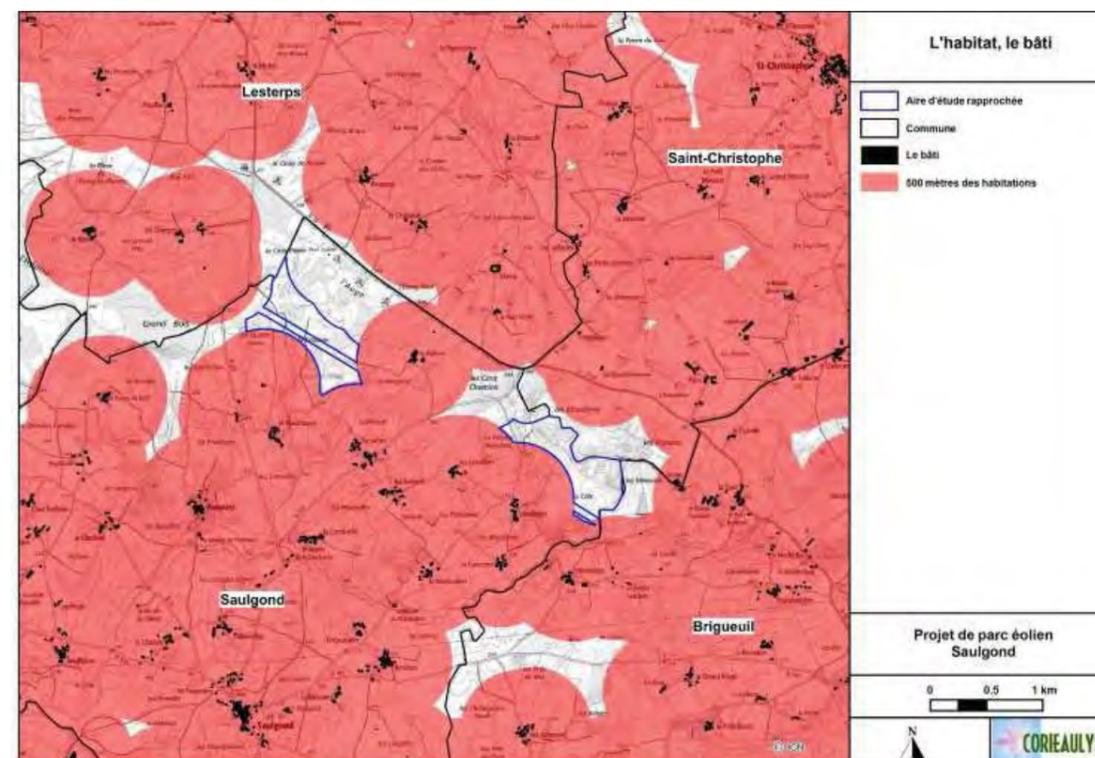


Figure 5 : Localisation des habitats et zones urbanisées (Source : CORIEAULYS)

La zone d'étude respecte la distance minimale de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.

### III.1.2 ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est présent dans le périmètre des 500 mètres autour des aérogénérateurs.

### III.1.3 INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE) ET INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE

Aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement ne concerne le périmètre de 500 m autour des éoliennes. Après consultation de la base de données des Installations Classées, on recense plusieurs installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) sur la commune de Saulgond et celles adjacentes à l'aire d'étude rapprochée :

- sur la commune de Brigueuil, AJIR AGREGATS, carrière située à 4,29 km,
- sur la commune de Lesterps, HOFFART Sabine, élevage de chiens situé à 2,37 km,
- sur les communes de Saulgond et Lesterps, le parc éolien situé à 456 mètres de l'éolienne E2 du parc de Lesterps (éolienne la plus proche).

D'après le DDRM de la Charente, la commune de Saulgond n'est concernée que par le risque technologique de transport de matière dangereuse : le gaz. Ce risque est présentée au paragraphe III.3 « Environnement matériel ».

D'après la Décision n° 2015-DC-0493 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 13 janvier 2015 établissant la liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2014, aucune installation n'est recensée en Charente et Haute-Vienne. Aucune installation nucléaire n'est située dans la zone d'étude et le périmètre de 500 m autour des éoliennes.

### III.1.4 AUTRES ACTIVITES

On recense sur la commune de Saulgond les activités suivantes :

- Commerces : 1 épicerie, 1 magasin d'articles de sport et loisirs ;
- Services : 1 agence postale communale, 3 maçons, 3 menuisiers, charpentiers, serruriers, 1 électricien, 1 restaurant et 1 soin de beauté ;
- Equipements de loisirs : 1 terrain de grands jeux ;
- Enseignement : 1 école élémentaire de RPI dispersé.

Le projet de parc éolien de Saulgond est implanté principalement sur un espace agricole. De plus, le projet situé à plus de 500 m de toutes habitations ou activités.

## III.2 ENVIRONNEMENT NATUREL

### III.2.1 CONTEXTE CLIMATIQUE

Le secteur d'étude est concerné par un climat océanique altéré se caractérisant par des hivers doux et pluvieux et des étés frais et humides. La température annuelle moyenne est de 11,3°C et les précipitations moyennes de 992 mm au niveau du secteur d'étude. Juillet est le mois le plus sec avec seulement 56 mm de pluies alors que les précipitations sont plus importantes en saison hivernale (95 mm en décembre). Juillet est également le mois le plus chaud avec 18,9°C et janvier le plus froid avec une température moyenne de 3,8°C.

D'après la carte des vents fournie par le Schéma Régional Eolien, notre aire d'étude affiche des vitesses de vents comprises entre 5 à 5,5 m/s par seconde à 50 m au-dessous du sol et 6 à 6,5 m/s à 100m du sol. Ces valeurs sont compatibles avec le développement d'un parc éolien. Ces valeurs sont confirmées par les données anémométriques enregistrées sur le parc éolien de Lesterps situé à

450 m de la zone d'étude. La vitesse moyenne de vent sur ce parc est de 6,1 m/s à 105 m du sol pour une production estimée du parc éolien à 29 millions de kWh/an.

### III.2.2 RISQUES NATURELS

La cartographie de synthèse des risques naturels est disponible au paragraphe III.4 Cartographie de synthèse.

#### Sismicité

La commune de Saulgond est classée en zone de sismicité 2 (faible) suivant le zonage défini par le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 et en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> mai 2011.

La consultation du site INTERNET « Sisfrance.net » indique qu'aucun épicerie de séisme connu n'est recensé dans une fenêtre de 40 km centrée sur la commune de Saulgond. Un seul y a été ressenti : il s'agit du séisme Angoumois (Rouillac) du 28 septembre 1935 à environ 60 km au Sud-ouest.

Le risque sismique apparaît donc faible à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée.

#### Mouvements de terrain, retrait-gonflement des argiles et cavités

La commune de Saulgond n'est pas concernée par un risque de mouvement de terrain.

D'après le site INTERNET « Géorisques », aucune cavité n'est recensé sur ou à proximité de notre zone d'étude. Seuls des ouvrages civils de type souterrain sont situés à environ 3 km. Le plus proche phénomène connu est situé à Esse (7 km de l'aire d'étude rapprochée) et concerne l'érosion de berges en 2010.

La présence d'argiles dans le sous-sol, ne confère pas, au niveau de l'aire d'étude rapprochée, un risque de retrait-gonflement des argiles : ce risque est jugé nul.

Le risque mouvement de terrain apparaît donc nul à l'échelle de notre secteur d'étude.

#### Foudre

Sur la commune de Saulgond, la densité d'arcs (nombre d'arcs de foudre au sol par km<sup>2</sup> et par an) est de 0,92 arcs par an et par km<sup>2</sup>, ce qui place la commune au 29 483<sup>ème</sup> rangs sur la France (il en existe 36 680). La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France, est de 1,54 arcs/km<sup>2</sup>/an. Le département de la Charente possède une densité de foudroiement modérée avec Ng = 1 impacts/an /km<sup>2</sup>.

On peut donc conclure que le risque foudre au niveau de la commune et de notre aire d'étude rapprochée est faible.

#### Tempêtes

Des bulletins d'avis de tempête ou des alertes d'orages violents accompagnés de rafales de vent à 100 km/h ont été régulièrement émis sur le département de la Charente au cours des dernières années. Deux arrêtés pour catastrophe naturelle ont d'ailleurs été pris sur la commune de Saulgond pour les tempêtes de 1982 et de 1999.

#### Incendie de forêts et de cultures

D'après le DDRM de la Charente, la commune de Saulgond n'est pas classée parmi les communes à risque feux de forêts du département. Bien que majoritairement agricole, des zones boisées sont toutefois présentes sur l'aire d'étude rapprochée et appelle à une vigilance à ce titre.

Le SDIS a été consulté dans le cadre de ce projet et n'émet pas de préconisation particulière au-delà du respect de la réglementation ICPE.

Inondations et remontée de nappes

La commune de Saulgond n'est pas soumise au risque d'inondation et aucune zone inondable n'est recensée sur le site INTERNET « Cartorisque ».

Par contre, d'après le site internet « Géorisque », l'aire d'étude est concernée par des sensibilités fortes et très fortes concernant le risque remontée de nappe dans le socle. Cette sensibilité est à mettre en parallèle des zones humides potentielles du secteur d'étude. Une très forte densité de mares, étangs et zones humides atteste d'une rétention d'eau par les sols et/ou d'une nappe peu profonde dans ce secteur mais à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée, c'est au niveau des zones humides avérées que ce risque peut être associé, les autres secteurs ne présentant pas d'hydromorphie pérenne.

**III.3 ENVIRONNEMENT MATERIEL**

La cartographie de synthèse de l'environnement matériel est disponible au paragraphe III.4 Cartographie de synthèse

**III.3.1 VOIES DE COMMUNICATION**

Transport routier

On recense au sein du périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes les routes départementales suivantes :

- La RD 29 reliant Lesperps à Saulgond,
- La RD 30 reliant Lesperps à Brigueuil,
- La RD 163 reliant la RD 30 à Saulgond.

ainsi qu'un réseau secondaire de pistes et chemins.

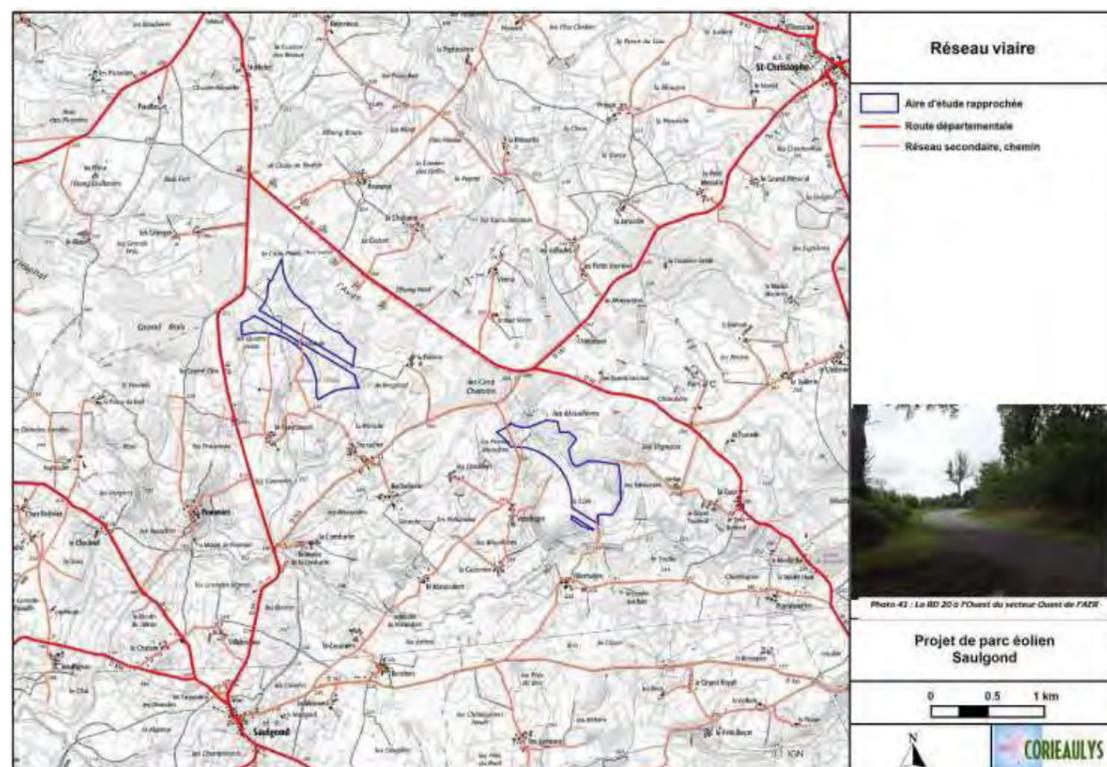


Figure 6 : Localisation du réseau routier (Source : CORIEAULYS)

Le règlement départemental de voirie de la Charente, approuvé par délibération du 15 novembre 2013, régit l'implantation des éoliennes vis-à-vis du réseau routier départemental : « A proximité du réseau routier départemental, une distance minimale équivalente à une fois la hauteur totale de l'ensemble (mât + pale) devra séparer l'éolienne de la limite du domaine public. »

Les RD 29, RD 30 et RD163 sont respectivement situées à 200, 375 et 200 mètres de l'aire d'étude rapprochée. L'éloignement de 200 mètres de l'aire d'étude rapprochée par rapport à la route départementale la plus proche, permettra de respecter, quelle que soit la hauteur retenue dans le projet et au regard des éoliennes installées de nos jours (<200 m), le règlement de voirie de la Charente.

La route D29 présente un trafic compris entre 500 et 1500 véhicules par jour. Les autres routes départementales (D30, D163) permettant d'accéder aux sites présentent un faible trafic de moins de 500 véhicules/jour.

Transport ferroviaire

Aucune voie ferrée n'est présente dans le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes.

Transport fluvial

Aucune voie navigable n'est présente dans le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes.

Transport aérien

Aucun aéroport ou aérodrome n'est recensé dans le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes.

La Direction Générale de l'Aviation Civile émet, dans sa lettre du 3 juillet 2014, un avis favorable à ce projet.

La carte aéronautique OACI-VFR, extrait ci-dessous, renseigne sur la présence d'une zone réglementée R 49A2 dont le plafond est à 3300 pieds (soit environ 1000 mètres) : ce plafond est largement compatible avec un projet éolien.

Par courrier du 30 mars 2015, La Direction de la Sécurité Aérienne d'Etat précise que l'aire d'étude rapprochée et un projet qui y serait envisagé (sur la base d'éoliennes de 200 m) « se situe en dehors de toute zone grevée de servitudes aéronautiques, radioélectriques ou domaniales gérées par le ministère ». La sous-direction aérienne militaire Sud émet alors un avis technique favorable à sa réalisation.

L'aire d'étude rapprochée et le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes est en dehors des zones de coordination ou de protection des radars civils ou militaires.



Figure 7 : Extrait de la carte aéronautique OACI-VFR (Source : CORIEAULYS)

### III.3.2 RESEAUX PUBLICS ET PRIVES

Cette partie recense les principales installations publiques enterrées et non enterrées présentes dans les limites de la zone d'étude.

#### Transport d'électricité

Aucune ligne électrique n'est recensée dans l'aire d'étude rapprochée et le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes. Toutefois, une ligne électrique Haute Tension passe à environ 890 m au Sud de l'aire d'étude rapprochée.

#### Canalisations de transport

L'aire d'étude rapprochée est traversée par deux conduites de gaz haute-pression :

- Lesterps – Limoges Le Moulin, DN (diamètre nominal) 200, PMS (Pression Maximale de Service) 67,7 bar,
- Lesterps – Saint Junien la Fabrique, DN 300, PMS 67,7 bar.

Consulté sur la compatibilité des ces installations souterraines avec un projet éolien, le gestionnaire de ces réseaux, GRTgaz émet différentes préconisations (courriers du 27/05/2014, du 02/06/2014, du 25/05/2016 disponibles en annexe 7).

En premier lieu, les prescriptions suivantes doivent être respectées vis-à-vis des ouvrages de transport de gaz naturel :

- La distance minimale à respecter entre la canalisation de gaz et l'éolienne doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur (longueur d'une pale ajoutée à la hauteur de la tour),

- Les aspects électriques (HTA) liés aux implantations du parc éolien et au réseau électrique associé doivent être analysés à moins de 500 m de nos ouvrages.

Afin de déterminer les distances précises à respecter vis à vis des ouvrages de GRT-GAZ, le porteur de projet a envisagé deux types d'éoliennes : Gamesa G114 et Vestas V110. La distance d'éloignement à fixée par GRT-GAZ est de 225 m pour le modèle GAMESA G114 et de 220 m pour le modèle VESTAS V110.

Concernant le risque électrique, les préconisations suivantes sont à respecter :

- Distance entre la canalisation et toute prise de terre d'installation électrique > 5 m.
- Calcul de l'absence d'élévation de potentiel de la canalisation supérieure à 5 kV en cas de foudre ou de défaut électrique,
- Distance entre déversoir PC et les éléments relatifs à l'éolienne > 300 m, (l'aire d'étude est située à 2,425 km du Poste de Compression),
- Etude du risque d'induction permanente si une ligne électrique est parallèle à la canalisation sur plusieurs kilomètres.

Enfin, lors des travaux, différentes composantes sont à prendre en compte et pourront faire l'objet d'une validation par le gestionnaire du réseau : mise en œuvre du projet : passage de véhicules, installations de lignes électriques, déplacements éventuels des déversoirs de protection cathodique du gazoduc et compatibilité du projet avec les règles de l'art de travaux à proximité de gazoducs.

#### Réseaux d'assainissement

Il n'y a pas de station d'épuration dans le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes.

#### Réseaux d'alimentation en eau potable

Comme indiqué dans l'analyse du contexte des eaux superficielles et souterraines de l'étude d'impact, aucun périmètre de protection d'un captage destiné à l'alimentation humaine n'est recensé sur et à proximité de l'aire d'étude rapprochée et le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes.

#### Réseaux radioélectriques

La consultation de la base de données de l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR) indique qu'aucune servitude n'est présente sur la commune de Saulgond et donc dans le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes.

Par ailleurs, le Secrétariat Général pour l'Administration du Ministère de l'Intérieur du Sud-ouest (SGAMI), précise, dans un courrier du 20 novembre 2015 adressé au porteur de projet, qu'aucune servitude liée aux artères techniques du réseau INPT (Transmission utilisée par les Sapeurs Pompiers, la Police et le SAMU) et des Services départementaux d'Incendie et de secours de la Charente.

L'aire d'étude rapprochée se trouve à une distance plus de 96 km du radar de Cherves dans la Vienne. Comme le confirme Météo France (courrier du 15 mai 2014), cette distance est supérieure à celle fixée par l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie éolienne. Dès lors, l'accord écrit de Météo France n'est pas requis.

### III.3.3 AUTRES OUVRAGES PUBLICS

Aucun autre ouvrage public (barrage, digue, château d'eau et bassin de rétention) n'est recensé dans le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes.

### III.4 CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE

Les cartes suivantes identifient les risques naturels, les réseaux et servitudes et pour finir les radars au sein de la zone d'étude et sont extraites de l'étude d'impact.

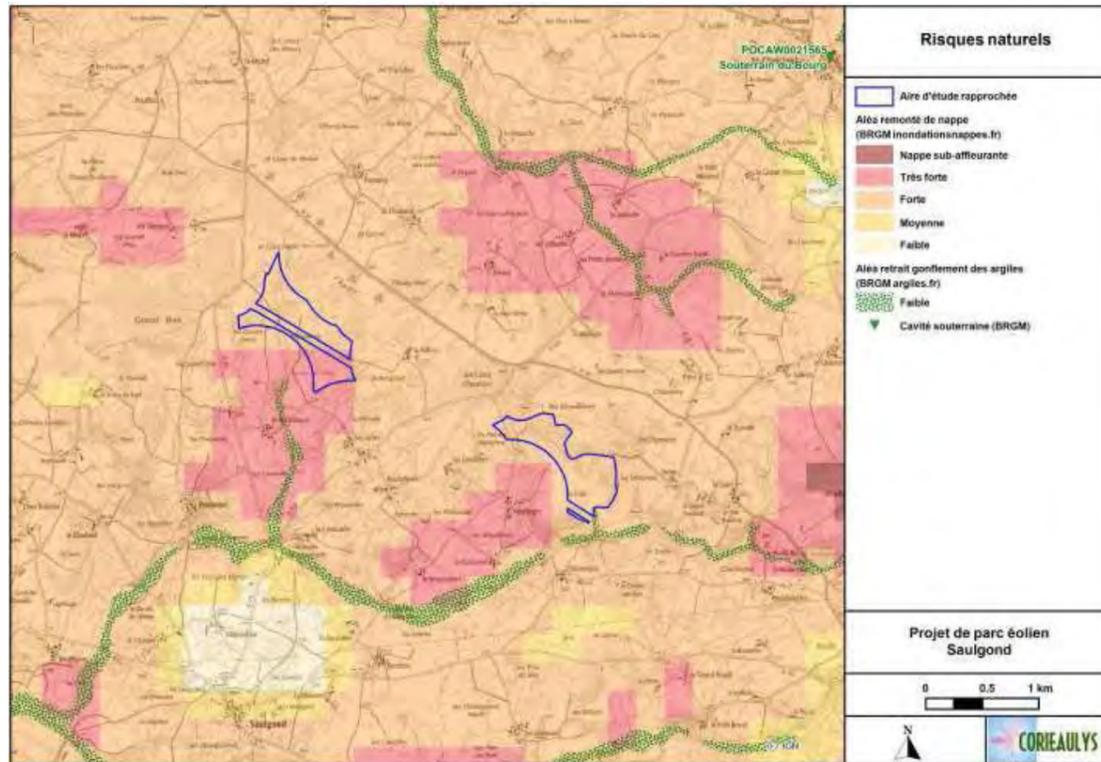


Figure 8 : Synthèse des risques naturels (Source : CORIEAULYS)

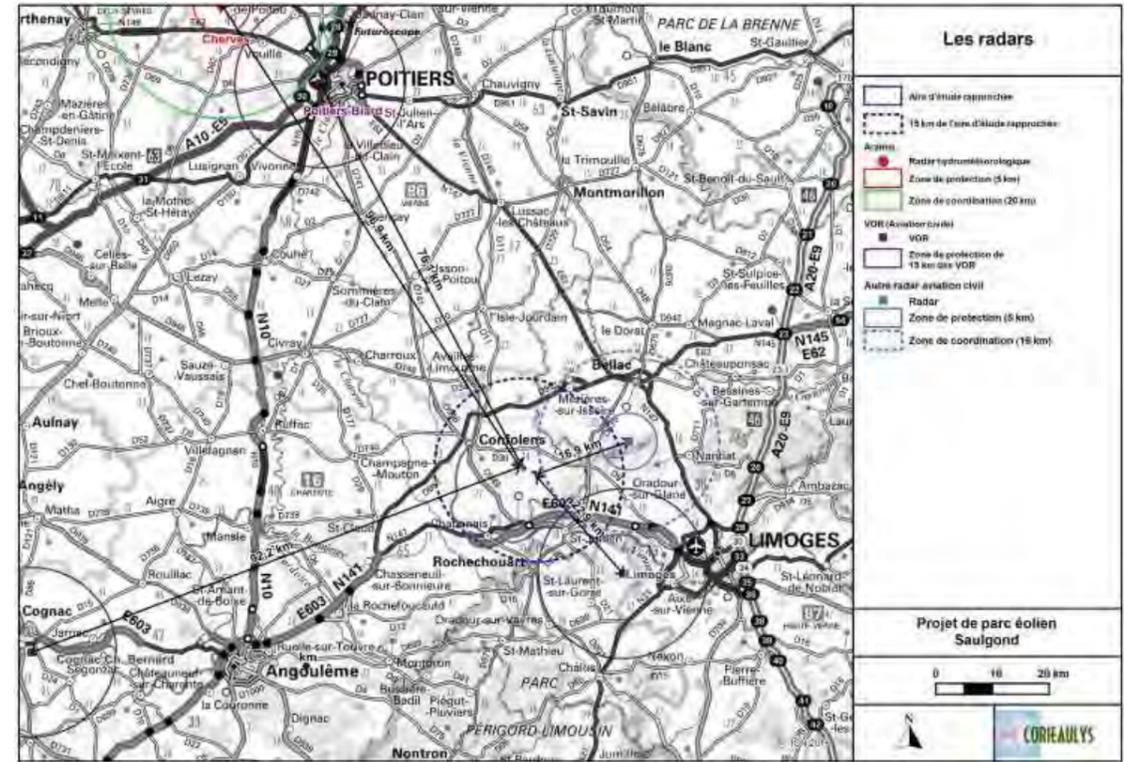


Figure 10 : Synthèse des radars (Source : CORIEAULYS)

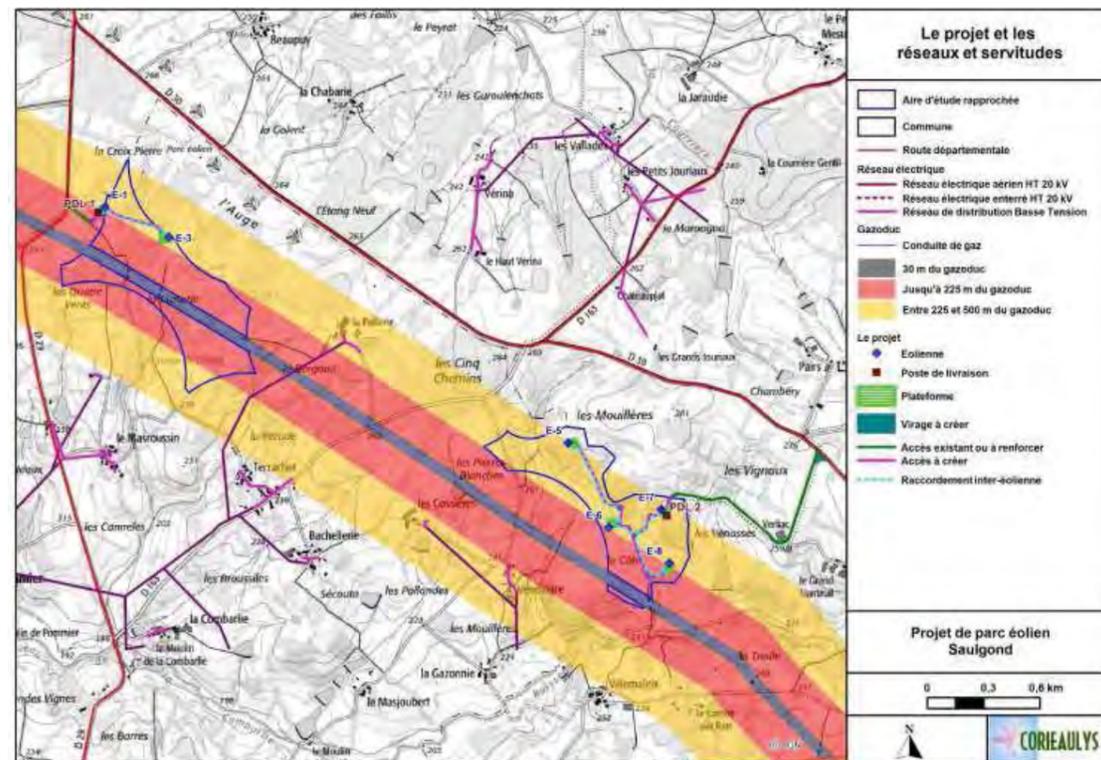


Figure 9 : Synthèse des réseaux et servitudes (Source : CORIEAULYS)

Le projet de parc éolien de Saulgond est implanté sur un espace agricole à 72,2 % (avec une majorité de prairies en comparaison avec les cultures).

La zone d'étude respecte la distance minimale de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié (absence d'habitations au droit de la zone d'étude).

La zone d'étude au niveau de chaque éolienne représente une surface comprise dans un cercle de 500 mètres de rayon à partir du mât. Elle représente donc 78,5 ha.

A l'intérieur de chacune de ces zones, on trouve des espaces non bâtis de type agricole ou forestier ainsi que des voies de circulation dite non structurantes (correspondant à un trafic inférieur à 2 000 véhicules/jour).

Chaque zone d'étude au niveau de chaque éolienne sera considérée comme un terrain non aménagé et très peu fréquenté (champs, prairies, forêt) : compter 1 personne par tranche de 100 ha selon la méthode de comptage en annexe 1. De ce fait, le nombre de personnes exposées est de 0,785 personnes/éolienne.

Concernant les voies de circulation, la route D29 présente un trafic compris entre 500 et 1500 véhicules par jour et les autres routes départementales (D30, D163) un faible trafic de moins de 500 véhicules/jour. De ce fait, les voies de circulation comprises dans chaque zone seront comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés : compter 1 personne par tranche de 10 hectares selon la méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne indiquée en annexe 1.

On recense environ 2 km de voies de circulation non structurantes comprises dans l'ensemble du périmètre d'étude (500 m autour des éoliennes). La cartographie des voies de circulation prises en compte dans le calcul est présentée page suivante. Le nombre de personnes exposées par éolienne vis-à-vis des routes non structurantes est précisé au tableau page suivante.

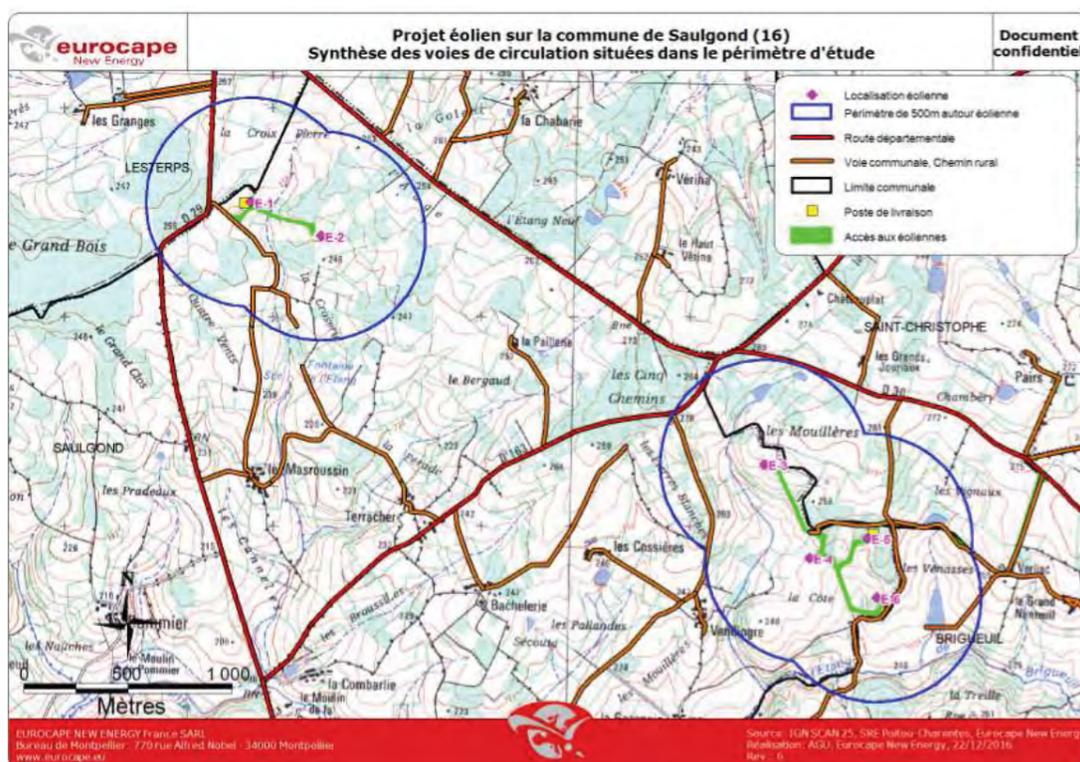


Figure 11 : Synthèse des voies de circulation situées dans le périmètre d'étude (Source : EUROCAPE)

Le tableau suivant présente le nombre de personne exposée par éolienne selon la méthodologie de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne indiquée en annexe 1.

NUMERO DE L'INSTALLATION	COMPTAGE DES PERSONNES VIS-A-VIS DES ESPACES AGRICOLES ET FORESTIERS (1 PERSONNE PAR TRANCHE DE 100 HECTARES)		COMPTAGE DES PERSONNES VIS-A-VIS DES ROUTES NON STRUCTURANTES (1 PERSONNE PAR TRANCHE DE 10 HECTARES)		TOTAL DES PERSONNES EXPOSEES
E1		0,785 personne	830 m de routes non structurantes	0,042 personne*	0,827 personne pour l'éolienne E1
E3		0,785 personne**	0 m de routes non structurantes	0 personne	0,785 personne pour l'éolienne E3
E5	Cercle de 500 m autour des éoliennes soit 78,5 hectares	0,785 personne	950 m de routes non structurantes	0,048 personne*	0,833 personne pour l'éolienne E5
E6		0,785 personne**	260 m de routes non structurantes	0,013 personne*	0,794 personne pour l'éolienne E6
E7		0,785 personne**	0 m de routes non structurantes	0 personne	0,798 personne pour l'éolienne E7
E8		0,785 personne	0 m de routes non structurantes	0 personne	0,785 personne pour l'éolienne E8

Tableau 3 : Nombre de personne exposée par éolienne selon la méthodologie de comptages des personnes

(\*) Détail du calcul :

E 1 : 830 m x 5 m de largeur = 4 150 m<sup>2</sup>

E5 : 950 m x 5 m de largeur = 4 750 m<sup>2</sup>

E6 : 260 m x 5 m de largeur = 1 300 m<sup>2</sup>

(\*\*) A noter que le résultat obtenu est majorant car la surface de voies non structurantes n'a pas été déduite des 78,5 ha.

Ainsi, le nombre de personne exposée considérée par éolienne reste inférieure à 1 personne dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. Compte tenu que cette distance de 500 m correspond à la plus grande zone d'effet des éoliennes, le nombre de personne exposée considérée par éolienne pour tous les scénarios étudiés restera inférieure à 1 personne.

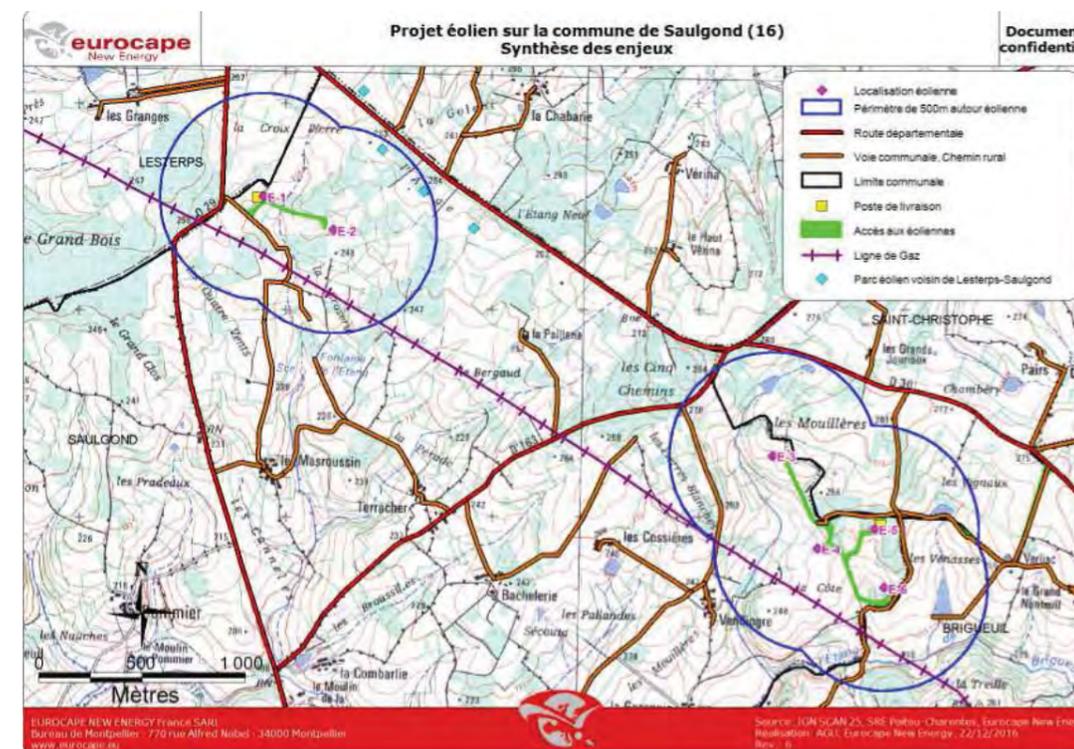


Figure 12 : Synthèse des enjeux (Source : EUROCAPE)

## IV. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

### IV.1 CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

#### IV.1.1 CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (Cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe IV.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 poste de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien »)
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique ; 2 postes dans le cadre du projet, 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.

#### Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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 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 qui transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - le multiplicateur ;
  - le système de freinage mécanique ;
  - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
  - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
  - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aérienne.

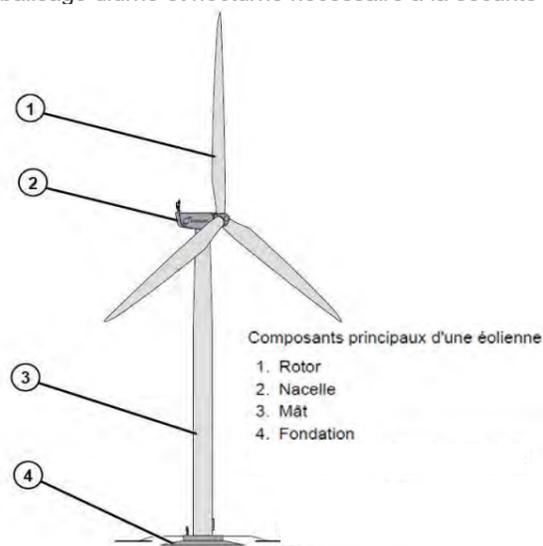


Figure 13 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

#### 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.

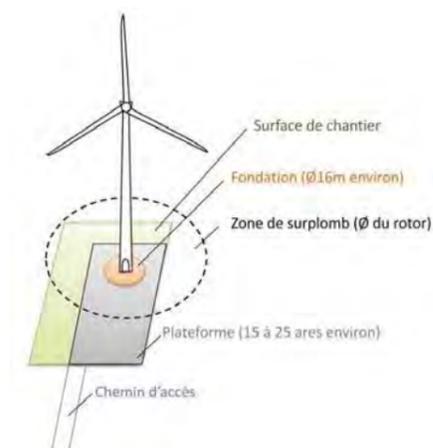


Figure 14 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

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

#### Chemins d'accès

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

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

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).

#### Autres installations

Un mât de mesure a été installé sur le site d'étude dans le cadre du projet.

#### **IV.1.2 ACTIVITE DE L'INSTALLATION**

L'activité principale du parc éolien de Saulgond est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (au moyen) de 125 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

#### IV.1.3 COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien de Saulgond est composé de 6 aérogénérateurs orientée Nord-est / Sud-ouest numérotée d'Ouest en Est de E1, E3, E5, E6, E7 et E8 et de deux postes de livraison.

Le gabarit des éoliennes défini pour le parc est caractérisé par :

- une hauteur de moyeu : 125 m,
- un diamètre de rotor : 100 à 114 m,
- une puissance nominale : 2,2 à 2,625 MW.

Deux types d'éoliennes ont été étudiées plus spécifiquement :

- Le modèle VESTAS V 110 d'une puissance unitaire nominale de 2,2 MW (soit une puissance totale du parc de 13,2 MW) ou,
- Le modèle GAMESA G114 d'une puissance unitaire nominale de 2,625 MW (soit une puissance totale du parc de 15,75 MW).

Le modèle GAMESA G114 a été retenu dans le cadre de la présente étude car il s'agit du plus pénalisant par rapport au modèle VESTAS V110. Ce dernier sera étudié et présenté en annexe 6.

Chaque aérogénérateur aura une hauteur de moyeu de 125 mètres (soit une hauteur de mât de 125 mètres au sens de la réglementation ICPE) et un diamètre de rotor de 114 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 182 mètres pour la GAMESA G114.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs dans le système de coordonnées NTF Lambert II étendue :

NUMERO DE L'INSTALLATION	LONGITUDE (X)	LATITUDE (Y)
E1	479892,64	2110548,71
E3	480231,98	2110387,62
E5	482360,19	2109294,76
E6	482576,72	2108846,58
E7	482854,66	2108940,64
E8	482898,43	2108656,28

Tableau 4 : Coordonnées géographiques des aérogénérateurs

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des postes de livraison dans le système de coordonnées UTM 31 T :

NUMERO DE L'INSTALLATION	LONGITUDE (X)	LATITUDE (Y)
PDL1	328517,13	5094705,31
PDL2	331518,77	5093095,9

Tableau 5 : Coordonnées géographiques des postes de livraison

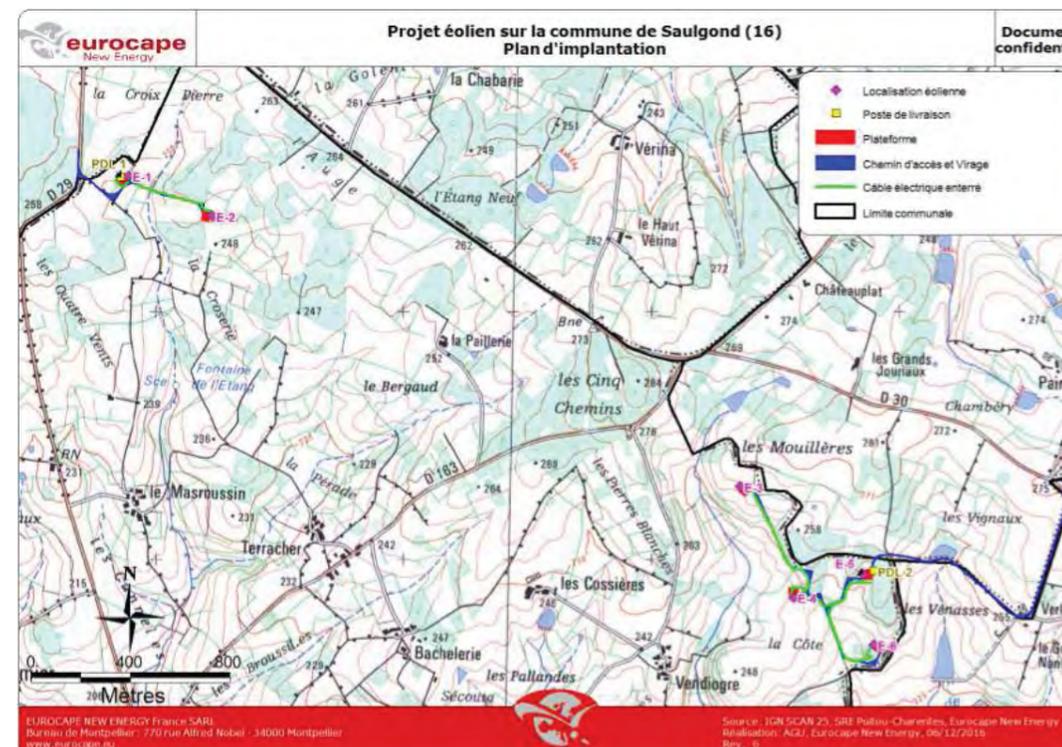


Figure 15 : Plan détaillé du parc éolien (Source : EUROCAPE)

## IV.2 FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

### IV.2.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre «lent» lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite «nominale».

Pour un aérogénérateur de 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

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

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

Un découpage fonctionnel de l'installation est disponible dans le tableau ci-après :

Découpage fonctionnel	Fonction	Description
		GAMESA G114
<b>Conception technique</b>	Puissance nominale	2,625 MW
	Diamètre du rotor	114 m
	Hauteur du moyeu	125 m
	Vitesse de rotation nominale	Non précisée
<b>Fondation</b> <i>Ancre et stabilise le mât dans le sol</i>	Caractéristiques	<p>Massif de fondation composé en béton armé conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2</p> <p>Constitué de tiges d'ancrage disposés au centre du massif (dit « anchor cage ») et permettant la fixation de la bride inférieure de la tour</p> <p>Prise en compte des caractéristiques suivantes pour le calcul de dimensionnement des massifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le type d'éolienne</li> <li>- la nature des sols</li> <li>- les conditions météorologiques extrêmes,</li> <li>- les conditions de fatigue</li> </ul>
	Dimensions	Entre 2,5 et 3,5 m d'épaisseur pour un diamètre de 15 à 20 m. Masse de béton d'environ 1 000 tonnes
<b>Mât</b> <i>Supporter la nacelle et le rotor</i> <i>Abriter le transformateur</i> <i>Permettre le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle</i> <i>Supporte le rotor et la nacelle</i>	Caractéristiques	Hauteur du mât (avec la nacelle) : 125 m
		Constitué de plusieurs sections tubulaires en acier, de plusieurs dizaines de millimètres d'épaisseur et de forme tronconique Assemblage entre elles par des brides Fixée par une bride aux tiges d'ancrage. Tour autoportante Hauteur de la tour en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée. Cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle dans la tour. Tour abritant une échelle d'accès à la nacelle, un élévateur de personnes, une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas), les cellules de protection électrique.
	Fixation du pied du mât	Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation Diamètre de la base : 4,5 m
	Tension dans les câbles présents dans le mât	Non précisée

Découpage fonctionnel	Fonction	Description	
<b>Nacelle</b> <i>Supporte le rotor et abrite le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i>	Caractéristiques	Au sommet du mât Abritant les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne Constituée d'une structure métallique habillée de panneaux de fibre de verre et équipé de fenêtres de toit permettant d'accéder à l'extérieur Système de refroidissement des principaux éléments de l'éolienne par un système de refroidissement Support pour les balisages lumineux et les capteurs de vent Nacelle non fixé de façon rigide au rotor Système d'orientation entre le mât et la nacelle permettant à la nacelle de s'orienter face au vent. La vitesse maximale d'orientation de la nacelle est de moins de 0,5 degrés par seconde (soit environ une vingtaine de minutes pour faire un tour complet). Système de contrôle de la rotation de la nacelle afin d'éviter une torsion excessive des câbles électriques reliant la génératrice au réseau public.	
		Système de refroidissement	Assure le refroidissement des principaux éléments de l'éolienne
		Capteurs à ultrasons	Positionné à l'extérieur de la nacelle Mesure en permanence la vitesse et la direction du vent
		Sonde de température	Positionnée à l'extérieur de la nacelle Reliée au contrôle commande
	Balisage lumineux	Positionné sur la nacelle	
	Tension dans les armoires électriques	Entre 0 et 1 200 V	
	Multiplicateur		Permet de multiplier la vitesse de rotation, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 1 500 tours par minute. Constitué d'un étage de train épicycloïdal et de deux arbres parallèles à roues dentées à dentures hélicoïdales Dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les éventuels défauts d'alignement mais surtout afin de constituer une zone de moindre résistance et de pouvoir rompre en cas de blocage d'un des deux équipements Sur l'arbre rapide du multiplicateur est monté un disque de frein, à commande hydraulique, utilisé pour l'arrêt de la turbine en cas d'urgence.

Découpage fonctionnel	Fonction	Description
	Génératrice	Système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante) Type asynchrone Convertit l'énergie mécanique en énergie électrique Générateur triphasé, du type quadripolaire à rotor bobiné avec alimentation électrique du stator au démarrage Délivre deux niveaux de tension : 690 V et 480 V en courant alternatif qui sont dirigés vers le transformateur élévateur de tension Régulation du fonctionnement du générateur par un dispositif de contrôle Système de circulation forcée d'air pour le refroidissement du générateur Elévation des deux niveaux de tension en sortie du générateur par un transformateur sec
<b>Rotor</b> <i>Capte l'énergie mécanique du vent et la transmette à la génératrice</i>	Caractéristiques	Composé de 3 pales de 56 m fixées au moyeu Permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Transmission à la génératrice via le multiplicateur
	Diamètre du rotor	114 m
	Longueur des pales	56 m
	Surface balayée	10 207 m <sup>2</sup>
	Matériau des pales	Fibre de verre renforcée avec de la résine époxy et fibre de carbone
	Contrôle de survitesse	Variations de vitesse de vents constamment compensées par l'ajustement de l'angle d'inclinaison des pales. Ce système d'inclinaison (pitch system) est conçu pour optimiser au maximum la production de l'éolienne. Mise en drapeau de l'éolienne conduisant à l'arrêt du rotor (freinage aérodynamique) par le pitch system en cas de vent trop fort Pitch système indépendant sur chaque pale afin de garantir un calage continu même en cas de dysfonctionnement du contrôle commande
<b>Transformateur</b> <i>Elève la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</i>	Caractéristiques	Transformateur sec A l'intérieur de la nacelle dans une pièce fermée En sortie du générateur, les deux niveaux de tensions sont élevés jusqu'à une tension non connue à ce stade
<b>Système de freinage</b>	Frein principal aérodynamique	Mise en drapeau des pales pour arrêter le rotor par activation électromécanique même en cas de perte du système de contrôle, de perte d'alimentation électrique ou de défaillance du système hydraulique
	Frein auxiliaire mécanique	Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre rapide

Tableau 6 : Synthèse de fonctionnement des éoliennes

Le découpage fonctionnel du modèle VESTAS V110 est présenté en annexe 6.

#### IV.2.2 SECURITE DE L'INSTALLATION

##### Conformité aux prescriptions de l'arrêté ministériel

L'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation ainsi qu'aux principales normes et certifications applicables à l'installation (arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié).

Cela concerne notamment :

- L'éloignement de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 et de 300 mètres d'une installation nucléaire (art.3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),
- L'implantation de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens (art.4 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),
- La présence d'une voie d'accès carrossable entretenue permettant l'intervention des services d'incendie et de secours (art.7 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),
- Le respect des normes suivantes : norme NF EN 61 400-1 (version de juin 2006) ou CEI 61 400-1 (version de 2005) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne (art.8 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),
- L'installation conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation (art.8 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),
- Le respect des normes suivantes : norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010), normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009) (art.9 et 10 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),
- L'installation conforme aux dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables (art.10 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),
- Le balisage de l'installation conformément aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L.6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile (art.11 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),
- Le maintien fermé à clé des accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison, afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements (art.14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),
- L'affichage visible des prescriptions à observer par les tiers sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement (art.14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),
- La réalisation d'essais d'arrêt permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs (art.15 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),
- L'interdiction d'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables (art.16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié),

La description détaillée des différents systèmes de sécurité de l'installation sera quant à elle effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques, dans la partie VII.6.

##### Accessibilité

Les personnes étrangères à l'installation n'auront pas accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs et au poste de livraison conformément à l'article 13 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié (interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur).

Les accès seront maintenus fermés à clef, empêchant l'accès aux personnes non autorisées.

Un affichage d'« interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur » sera affiché sur le chemin d'accès de chaque générateur et sur les postes de livraison.

#### **Affichage :**

Des panneaux seront apposés sur les chemins d'accès de chaque aérogénérateur et sur les postes de livraison conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Ces panneaux indiqueront les prescriptions à observer par les tiers, à savoir :

- les consignes de sécurité en cas de situation anormale,
- les interdictions 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.

#### **Méthodes et moyens d'intervention**

En cas de sinistre, les pompiers seront prévenus par le personnel du site ou les riverains directement par le 18. L'appel arrivera au Centre de Traitement des Appels (CTA), qui est capable de mettre en œuvre les moyens nécessaires en relation avec l'importance du sinistre. Cet appel sera ensuite répercuté sur le Centre de Secours disponible et le plus adapté au type du sinistre.

Une voie d'accès donne aux services d'interventions un accès facilité au site du parc éolien conformément à l'article 7 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.

Les moyens d'intervention une fois l'incident ou accident survenu sont des moyens de récupération des fragments : grues, engins, camions.

En cas d'incendie avancé, les sapeurs-pompiers se concentreront sur le barrage de l'accès au foyer d'incendie. Une zone de sécurité avec un rayon de 500 mètres autour de l'éolienne devra être respectée.

### **IV.2.3 OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION**

#### **Essai et mise en service :**

Des essais de production sont réalisés en moyenne une centaine d'heures avant la mise en service effective des aérogénérateurs.

Notamment, le constructeur procédera, à la demande de l'exploitant, des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements (article 15 de l'arrêté de 26 août 2011 modifié). Ces essais comprendront :

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

#### **Maintenance préventive :**

Le programme préventif de maintenance s'étale sur quatre niveaux :

- type 1 : vérification après 300 à 500 heures de fonctionnement (contrôle visuel du mât, des fixations fondation/tour, tour/nacelle, rotor...et test du système de déclenchement de la mise en sécurité de l'éolienne),
- type 2 : vérification semestrielle des équipements mécaniques et hydrauliques,

- type 3 : vérification annuelle des matériaux (soudures, corrosions), de l'électrotechnique et des éléments de raccordement électrique,
- type 4 : vérification quinquennale de forte ampleur pouvant inclure le remplacement de pièces.

Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fait l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

En cas de déviance sur la production ou d'avarie technique, une équipe de maintenance interviendra sur le site.

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

- le contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans,
- le contrôle des systèmes instrumentés de sécurité selon une périodicité qui ne peut excéder un an.

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

Un registre de contrôle sera tenu à jour et mis à la disposition de l'inspection des installations classées.

#### **Contrôle périodiques des équipements de mise à l'arrêt**

Une visite périodique (maximum annuelle) sera réalisée afin de contrôler l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence, de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse (article 15 de l'arrêté de 26 août 2011 modifié).

#### **Consignes de sécurité :**

Des consignes de sécurité seront établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance (article 22 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié). Elles indiqueront :

- 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 des produits incompatibles ;
- Les procédures d'alerte avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'exploitant, des services incendie et de secours.

Elles indiqueront également les mesures à mettre en œuvre pour la mise en sécurité des installations en fonction des situations rencontrées (survitesse, gel, orage, haubans rompus ou relâchés, défaillance de freins, balourd du rotor, fixations détendus, défauts de lubrification, incendie ou inondations.....).

### **IV.2.4 STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX**

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc de Saugond.

### IV.3 FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

#### IV.3.1 RACCORDEMENT ELECTRIQUE

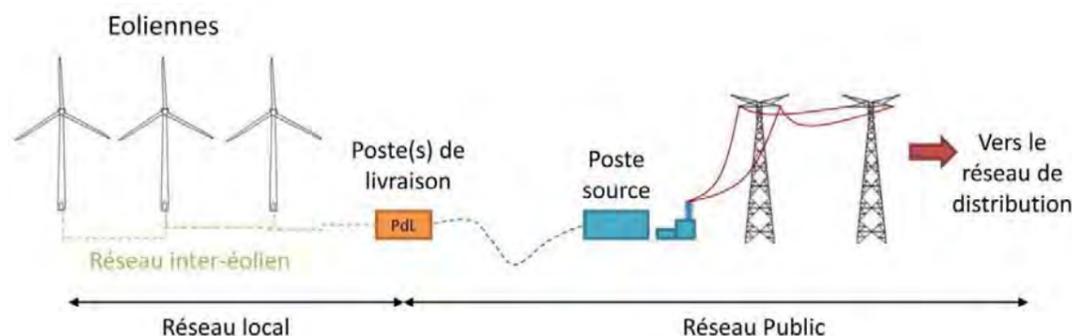


Figure 16 : Raccordement électrique des installations

#### ❖ Réseau inter-éolien

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

Le réseau électrique à créer s'appuiera sur les pistes de dessertes et voiries existantes.

#### ❖ 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. Le projet comportera deux postes de livraison qui sera accessible depuis la voirie.

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.

#### ❖ Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie 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 (ENEDIS). Il est lui aussi entièrement enterré.

Les postes de livraison du projet seraient reliés au réseau de distribution via un poste source électrique de Confolens. Ce raccordement sera effectué en souterrain sous maîtrise d'œuvre générale d'ENEDIS.

#### IV.3.2 AUTRES RESEAUX

Le projet de parc éolien de Saulgond 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.

### V. 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.

#### V.1 POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

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

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

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

L'inventaire des substances et mélanges mis en œuvre dans l'installation est présentée au paragraphe IV.2.4.

#### Inventaire des produits

Le bon fonctionnement des éoliennes impose la présence de substances ou mélanges en quantité limitée dans les machines. En phase d'exploitation, on peut trouver les produits suivants :

- L'huile hydraulique (circuit haute pression) dont la quantité présente est de l'ordre de 260 litres. Le modèle d'huile utilisée est Texaco Rando WM 32 ;
- L'huile de lubrification du multiplicateur (environ 300 à 400 litres). Il s'agit de l'huile Mobil Gear SHCXMP 320 ;
- L'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), qui est utilisée comme liquide de refroidissement, dont le volume total de la boucle est de 120 litres ;
- Les graisses pour les roulements et systèmes d'entraînements ;
- L'hexafluorure de soufre (SF6), qui est le gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique. La quantité présente varie entre 1.5 kg et 2.15 kg suivant le nombre de caissons composant la cellule.

D'autres produits peuvent être utilisés lors des phases de maintenance (lubrifiants, décapants, produits de nettoyage), mais toujours en faibles quantités (quelques litres au plus).

#### Inflammabilité et comportement vis-à-vis de l'incendie

Les huiles, les graisses et l'eau glycolée sont des produits faiblement inflammables (point éclair de l'ordre de 200°C) qui, sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense, peuvent développer ou entretenir un incendie. Dans les incendies d'éoliennes, ces produits sont souvent impliqués.

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

Le gaz SF6 est ininflammable.

### Toxicité pour l'homme

Ces divers produits ne présentent pas de caractère de toxicité pour l'homme. Ils ne sont pas non plus considérés comme corrosifs (à causticité marquée).

### Dangerosité pour l'environnement

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

Vis à vis de l'environnement, le SF6 possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont très limitées (seulement 1 à 2 kg dans les cellules de protection).

### Conclusion

En conclusion, il ressort que les produits ne présentent pas de réel danger si ce n'est lorsqu'ils sont soumis à un incendie ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un risque de pollution des sols ou des eaux.

Aucune incompatibilité ou interaction chimique n'est par ailleurs à envisager.

**En raison des faibles quantités présentes dans chacune des six éoliennes du parc, ces produits ne sont pas retenus comme source potentielle de dangers.**

## V.2 POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Saugond 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 SYSTEME	FONCTION	PHENOMENE REDOUTE	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

Tableau 7 : Dangers potentiels liés à l'installation

## V.3 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

### V.3.1 PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

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

Les machines qui seront installées respecteront les normes applicables détaillées au paragraphe « IV.2.2 Sécurité de l'installation ».

#### ❖ Effondrement d'éolienne et projection de pales

La conception des massifs de fondations constitue un élément stratégique pour limiter le risque de chute d'éolienne même si l'attachement n'est pas la seule cause possible de chute.

Une étude de sol permettra de définir les besoins spécifiques de ces massifs et cette étude fera partie du cahier des charges de l'entreprise en charge de la réalisation des travaux.

Des réceptions seront réalisées à chaque étape stratégique des travaux (réception des fondations, de l'éolienne...).

Un contrôle de conformité du montage sera également mis en place à la fin du chantier pour s'assurer de sa bonne réalisation et de l'absence de risque particulier d'effondrement de l'éolienne.

Les opérations de maintenance comprennent à la fois des interventions à proprement parler (renouvellement de pièces, d'huiles...) et des contrôles de l'état de la machine.

Un recul de 500 m minimum est aujourd'hui obligatoire par rapport aux zones habitées ou vouées à l'habitat (loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement). Les éoliennes du projet de Saugond sont implantées à 500 m des premières habitations (hameau de Verliac où est présent un corps de ferme inhabité et Vendigre), ce recul apparaît suffisant pour supprimer tout risque pour les zones habitées riveraines aux éoliennes.

Un recul supérieur à la hauteur totale des éoliennes a été respecté par rapport aux axes routiers les plus fréquentés (routes départementales). Cette distance permet de réduire les risques liés à la chute d'une éolienne.

#### ❖ Projection de glace

Les aérogénérateurs sont équipés d'un système de détection de formations de glace sur les pales. Son déclenchement provoque l'arrêt de l'éolienne.

En cas d'arrêt de l'éolienne sur détection de glace, le redémarrage de l'aérogénérateur suit une procédure adéquate. Il peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.

Des panneaux d'informations sur la possibilité de formation de glace sont également implantés au pied des machines.

#### ❖ Incendie

Les mesures de protection contre les incendies au sein des éoliennes sont les suivantes :

- protection contre la foudre ;
- systèmes électriques conformes aux normes applicables ;
- présence d'extincteurs dans la nacelle et dans la base de la tour.

Les éoliennes sont équipées de détecteurs de températures qui conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique lors de leur déclenchement. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance.

En phase d'exploitation :

- entretien et contrôle annuel des moyens d'extinction présents ;
- les services de secours sont systématiquement informés de la création des fermes éoliennes. Le dossier d'instruction leur est soumis et les pistes d'accès sont adaptées à l'intervention des moyens et véhicules de secours. Les pompiers peuvent réaliser également des exercices d'intervention sur les éoliennes de manière à disposer d'équipes compétentes, formées et capables d'intervenir sur ce type d'accidents.

Les installations électriques seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis tous les ans.

### V.3.2 UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la directive 2010/75/UE du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (refonte de la directive IPPC (« Integrated Pollution Prevention and Control » ou prévention et réduction intégrées de la pollution) afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles.

Pour l'essentiel, la directive IED (ex-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 IED (ou visées par les rubriques 3 000 à 3 999 de la nomenclature des ICPE) 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.

## VI. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

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

### VI.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 Saugond. 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 2). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

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

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

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

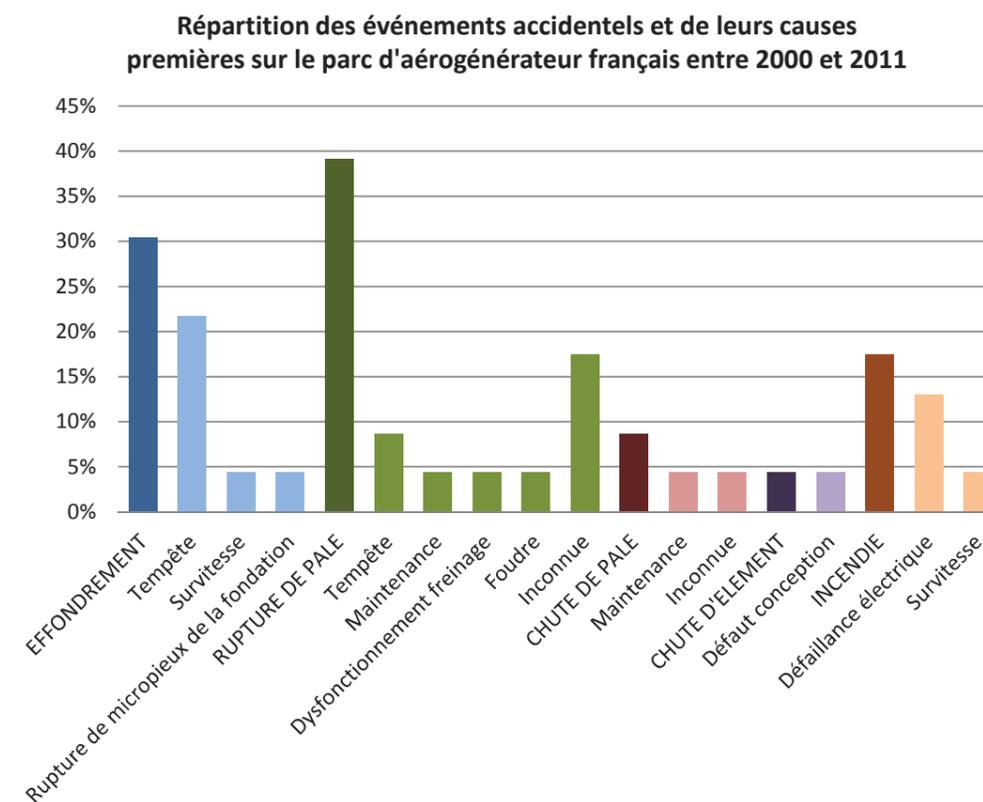


Figure 17 : Répartition des événements accidentels en pourcentage en fonction de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. La principale cause de ces accidents est les tempêtes.

Afin d'affiner le recensement des accidents et incidents en France, la base de données ARIA, a été consultée sur la période début 2012 jusqu'au 24 octobre 2016. Un total de 21 accidents a été recensé. Un tableau de synthèse est également présenté en annexe 2. Il en ressort :

- 3 accidents liés à la maintenance des éoliennes (non détaillés par la suite),
- 11 accidents de rupture de pale,
- 1 effondrement d'une éolienne,
- 6 incendies d'éoliennes.

Les principales causes identifiées sont les suivantes :

- L'ancienneté de l'éolienne effondrée est mise en cause. Elle avait été installée en 1991 et est tombée lors d'une tempête.
- L'ensemble des incendies d'éoliennes sont liés à des défaillances électriques.
- Les ruptures de pale sont liées à la foudre (1 accident), aux tempêtes (2 accidents) et aux défaillances de matériel (6 accidents) à savoir : rupture de matériel, fissures et corrosion. Pour les 2 restants, les causes de ces accidents n'ont pas été identifiées.

Cette analyse sur une période récente met en évidence les mêmes typologies d'accidents ainsi que les mêmes causes déjà identifiés sur la période de 2000 à 2011.

## VI.2 INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010.

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

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

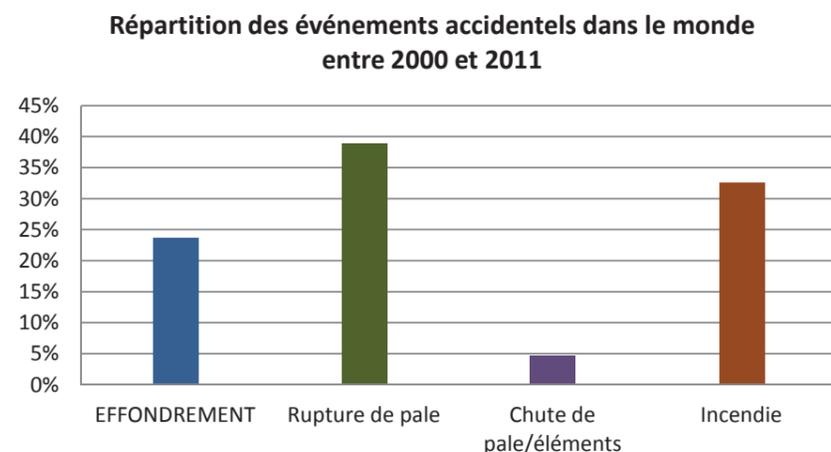


Figure 18 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2010

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

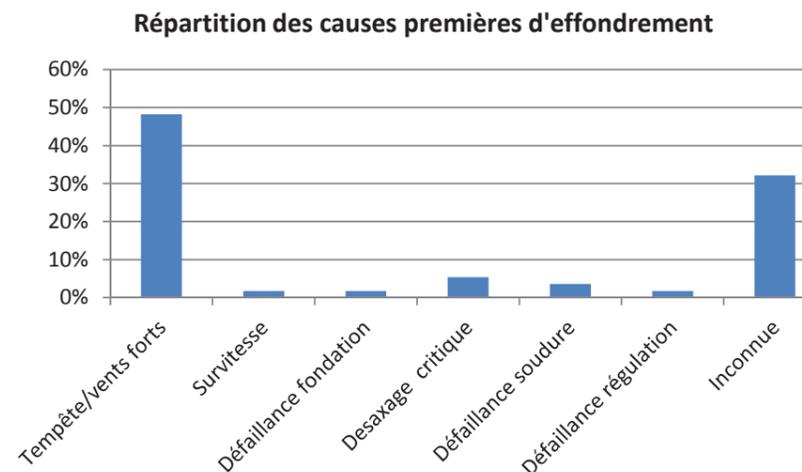


Figure 19 : Répartition des causes premières d'effondrement

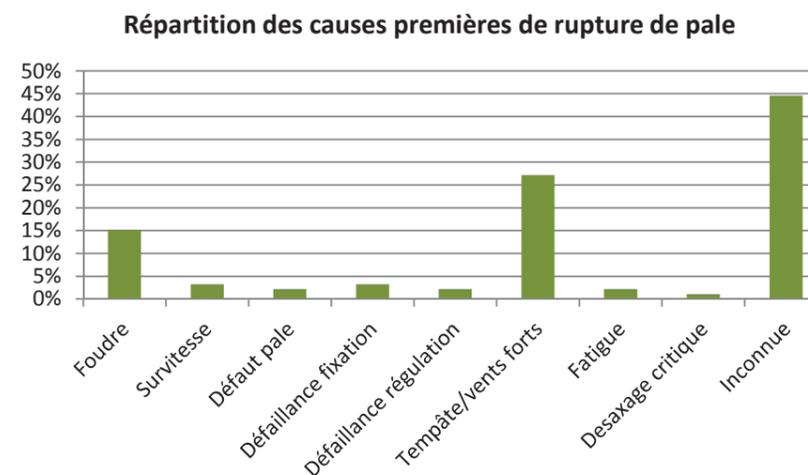


Figure 20 : Répartition des causes premières de rupture de pale

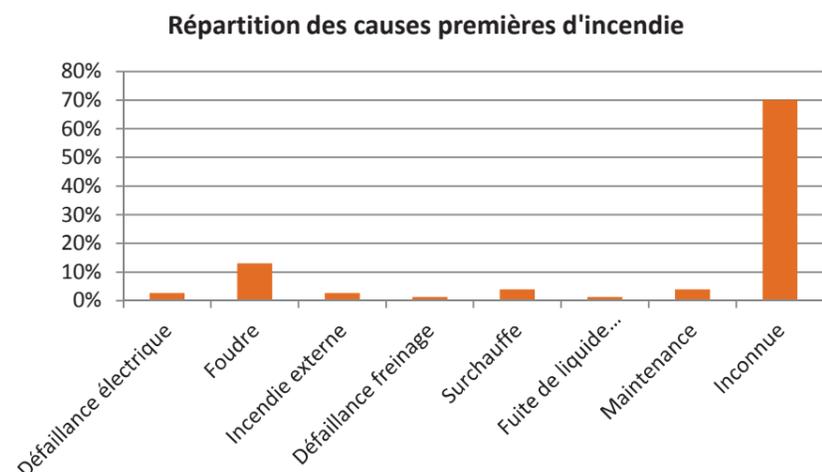


Figure 21 : Répartition des causes premières d'incendie

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

Afin d'affiner le recensement des accidents et incidents au niveau international, la base de données ARIA, a été consultée sur la période début 2010 jusqu'au 24 octobre 2016. Un total de 3 accidents a été recensé sur cette période et sont détaillé ci-dessous :

- 28/09/2015 – Allemagne – Storkow : Chute d'un ascenseur dans le mat. Un mort. Cause non identifié.
- 08/11/2011 – Royaume-Uni – Ardrossan : Incendie de l'éolienne avec projection des débris en feu suite à une tempête (vents à 266 km/h)
- 08/11/2011- Royaume-Uni – Coldingham : effondrement d'une éolienne suite à la même tempête (vents à 266 km/h). Evacuation d'habitations et fermeture d'une route.

Très peu d'accidents sont recensés sur cette période. On recense un accident lié à la chute d'un ascenseur.

### VI.3 INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

Aucun accident ou incident qui aurait pu avoir des conséquences dangereuses pour l'environnement ou pour des tiers n'a été répertorié sur les différents parcs éoliens exploités par le porteur du projet.

### VI.4 SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

#### VI.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.

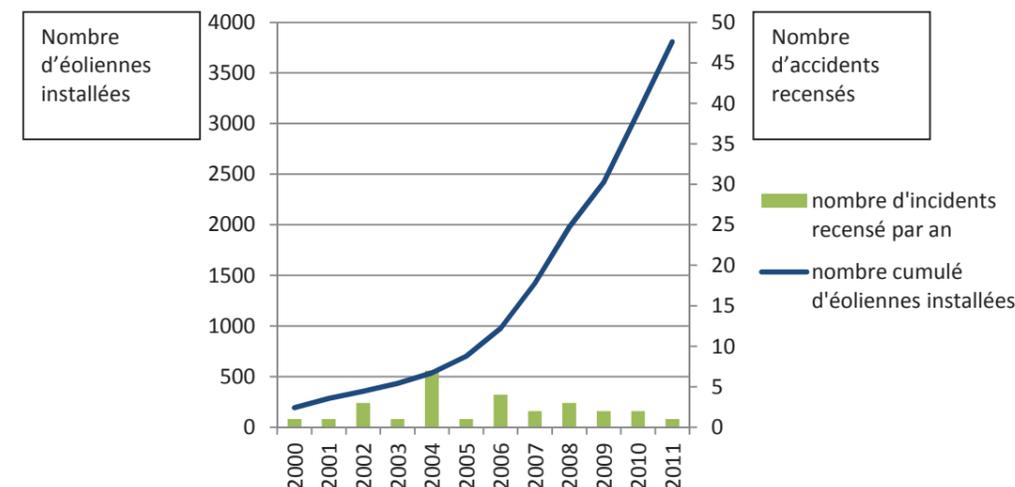


Figure 22 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées.

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

#### VI.4.2 ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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

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

#### VI.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.

## VII. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

### VII.1 OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basée sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

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

### VII.2 RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

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

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

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

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

## VII.3 RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

### VII.3.1 AGRESSION EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

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

INFRASTRUCTURE	FONCTION	EVENEMENT REDOUTE	DANGER POTENTIEL	PERIMETRE	DISTANCE PAR RAPPORT AU MAT DES EOLIENNES					
					E1	E3	E5	E6	E7	E8
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	200 m de la RD29 630 m de la RD30	550 m de la RD29 550 m de la RD30	450 m de la RD163 500 m de la RD30 320 m du chemin communal	920 m de la RD163 810 m de la RD30 470 m du chemin communal	1 000 m de la RD163 670 m de la RD30 750 m du chemin communal	1 200 m de la RD163 920 m de la RD30 830 m du chemin communal
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2 000 m	/	/	/	/	/	/
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Au-delà de 890 m	Au-delà de 890 m	Au-delà de 890 m	Au-delà de 890 m	Au-delà de 890 m	Au-delà de 890 m

INFRASTRUCTURE	FONCTION	EVENEMENT REDOUTE	DANGER POTENTIEL	PERIMETRE	DISTANCE PAR RAPPORT AU MAT DES EOLIENNES				
					E1	E3	E5	E6	E7
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	365 m (E1) 500 m de l'éolienne la plus proche du parc voisin 2 400 m (E5)	2 400 m (E3) 480 m (E6)	480 m (E5) 290 m (E7) 380 m (E8)	290 m (E6) 260 m (E8)	260 m (E7) 380 m (E6)

Tableau 8 : Localisation des sources d'agression externe liées aux activités humaines

Au vu des éléments indiqués dans le tableau ci-dessus ainsi que le paragraphe VII.5 Effets dominos, aucune source d'agression externe liée aux activités humaines ne sera retenue dans la suite de l'étude.

### VII.3.2 AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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

AGRESSION EXTERNE	INTENSITE
Vents et tempête	La commune de Saugond n'est pas spécifiquement concernée par le risque de tempête. Absence de tempêtes tropicales sur le secteur d'étude.
Foudre	Les éoliennes seront conçues et construites dans le respect de la norme IEC 61 400-24 (juin 2010) et EN 62 305-3 (décembre 2006). Secteur soumis à une densité de foudroiement inférieure à celle de la moyenne française. Risque faible sur la commune de Saugond
Mouvement de terrain	La commune de Saugond n'est pas concernée par un risque de mouvement de terrain. Risque nul sur notre périmètre d'étude.
Aléas retrait-gonflement des argiles	La présence d'argiles dans le sous-sol, ne confère pas un risque de retrait-gonflement des argiles : ce risque est jugé nul sur notre périmètre d'étude.

Tableau 9 : Sources d'agression externes liées aux phénomènes naturels

*Nota : Les agressions externes liées à des inondations, à des incendies de forêt ou de cultures ou à des séismes ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont inférieurs aux dommages causés par le phénomène naturel lui-même.*

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n° ci-a près.

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.

### VII.4 SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

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

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'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°	EVENEMENT INITIATEUR	EVENEMENT INTERMEDIAIRE	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	FONCTION DE SECURITE (INTITULE GENERIQUE)	PHENOMENE DANGEREUX	QUALIFICATION DE LA ZONE D'EFFET
<b>Scénarios concernant la glace (G)</b>						
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
<b>Scénarios concernant l'incendie (I)</b>						
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

N°	EVENEMENT INITIATEUR	EVENEMENT INTERMEDIAIRE	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	FONCTION DE SECURITE (INTITULE GENERIQUE)	PHENOMENE DANGEREUX	QUALIFICATION DE LA ZONE D'EFFET
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
<b>Scénarios concernant les fuites (F)</b>						
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
<b>Scénarios concernant la chute d'éléments de l'éolienne (C)</b>						
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
<b>Scénarios concernant les risques de projection (P)</b>						

N°	EVENEMENT INITIATEUR	EVENEMENT INTERMEDIAIRE	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	FONCTION DE SECURITE (INTITULE GENERIQUE)	PHENOMENE DANGEREUX	QUALIFICATION DE LA ZONE D'EFFET
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
<b>Scénarios concernant les risques d'effondrement (E)</b>						
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

N°	EVENEMENT INITIATEUR	EVENEMENT INTERMEDIAIRE	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	FONCTION DE SECURITE (INTITULE GENERIQUE)	PHENOMENE DANGEREUX	QUALIFICATION DE LA ZONE D'EFFET
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)	Projection/chute fragments et chute mât	2
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 10 : Tableau d'analyse générique des risques

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.

Des précisions sur les différents scénarios décrits dans le précédent tableau sont disponibles en annexe 3.

### VII.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 ».

**Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est proposé de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres.**

**Aucune installation au titre des ICPE n'est présente dans un rayon de 100 m autour des aérogénérateurs (distance de 456 m entre l'éolienne E3 et le parc éolien voisin de Lesterps). Les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude seront donc négligées.**

## VII.6 MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

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

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

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LA MISE EN MOUVEMENT DE L'EOLIENNE LORS DE LA FORMATION DE GLACE	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	1
<b>Mesures de sécurité</b>	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
<b>Description</b>	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.		
<b>Indépendance</b>	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.		
<b>Temps de réponse</b>	Temps de réponse inférieur à 60 minutes conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR L'ATTEINTE DES PERSONNES PAR LA CHUTE DE GLACE	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	2
<b>Mesures de sécurité</b>	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
<b>Description</b>	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).		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Non Applicable		
<b>Efficacité</b>	100 %, compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
<b>Tests</b>	Non Applicable		
<b>Maintenance</b>	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR L'ECHAUFFEMENT SIGNIFICATIF DES PIECES MECANQUES	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	3
<b>Mesures de sécurité</b>	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
<b>Description</b>	/		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Non Applicable		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	/		
<b>Maintenance</b>	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 Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LA SURVITESSE	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	4
<b>Mesures de sécurité</b>	Détection de survitesse et système de freinage		
<b>Description</b>	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.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	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 à l'article 23 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	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.		
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LES COURTS-CIRCUITS	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	5
<b>Mesures de sécurité</b>	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
<b>Description</b>	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.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	De l'ordre de la seconde		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	/		
<b>Maintenance</b>	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.		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LES EFFETS DE LA Foudre	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	6
<b>Mesures de sécurité</b>	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
<b>Description</b>	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Immédiat dispositif passif		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	/		
<b>Maintenance</b>	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.		

FONCTION DE SECURITE	PROTECTION ET INTERVENTION INCENDIE	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	7
<b>Mesures de sécurité</b>	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours		
<b>Description</b>	DéTECTEURS de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	< 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.		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	/		
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

FONCTION DE SECURITE	PREVENTION ET RETENTION DES FUITES	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	8
<b>Mesures de sécurité</b>	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution		
<b>Description</b>	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; - de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Dépendant du débit de fuite		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	/		
<b>Maintenance</b>	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LES DEFAUTS DE STABILITE DE L'EOLIENNE ET LES DEFAUTS D'ASSEMBLAGE (CONSTRUCTION – EXPLOITATION)	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le 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 (peinture et revêtement anti-corrosion).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Non applicable		
Efficacité	100 %		
Tests	Non applicable		
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 un an après la mise en service industrielle puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LES ERREURS DE MAINTENANCE	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Non applicable		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Non applicable		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LES RISQUES DE DEGRADATION DE L'EOLIENNE	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	11
Mesures de sécurité	Procédure de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées. Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes		
Description	Maintenance préventive des équipements. Suivie et enregistrement des données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes. Traitement des données par les algorithmes en permanence afin de détecter au plus tôt les dégradations des équipements. Lorsque nécessaire, inspection de l'équipement soupçonné de se dégrader planifiée. Les algorithmes de détection et de génération d'alarmes sont en amélioration continue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Entre 12 h et 6mois selon les types de dégradation		
Efficacité	Non applicable		
Tests	Traçabilité : rapport de service		
Maintenance	Non applicable		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LES RISQUES DE DEGRADATION DE L'EOLIENNE EN CAS DE VENT FORT	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	12
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
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	Pitch system testé tous les ans lors des maintenances préventives.		
Maintenance	Tous les ans.		

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

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.

## VII.7 CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, quatre catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

NOM DU SCENARIO 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 <sup>2</sup> 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 modifié [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 peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique. Absence de périmètre de protection de captage d'alimentation en eau potable dans la zone d'étude.

Tableau 11 : Phénomènes dangereux exclus

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.

## VIII. 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.

### VIII.1 RAPPEL DES DEFINITIONS

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

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

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

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

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

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

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

#### VIII.1.1 CINETIQUE

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

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

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

#### VIII.1.2 INTENSITE

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

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

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

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

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

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

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

INTENSITE	DEGRE D'EXPOSITION
exposition très forte	Supérieur à 5 %
exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
exposition modérée	Inférieur à 1 %

Tableau 12 : Degré d'exposition

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

#### VIII.1.3 GRAVITE

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

INTENSITE GRAVITE	ZONE D'EFFET D'UN EVENEMENT ACCIDENTEL ENGENDRANT UNE EXPOSITION TRES FORTE	ZONE D'EFFET D'UN EVENEMENT ACCIDENTEL ENGENDRANT UNE EXPOSITION FORTE	ZONE D'EFFET D'UN EVENEMENT ACCIDENTEL ENGENDRANT UNE EXPOSITION MODEREE
« 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 13 : Grille de gravité

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode présentée en annexe 1. Cette méthode se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 modifiée 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.

Ainsi, pour chaque phénomène dangereux identifié, il conviendra de comptabiliser l'ensemble des personnes présentes dans la zone d'effet correspondante. Dans chaque zone couverte par les effets d'un phénomène dangereux issu de l'analyse de risque, on identifiera les ensembles homogènes (ERP, zones habitées, zones industrielles, commerces, voies de circulation, terrains non bâtis...) et on en déterminera la surface (pour les terrains non bâtis, les zones d'habitat) et/ou la longueur (pour les voies de circulation).

#### VIII.1.4 PROBABILITE

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

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

NIVEAUX	ECHELLE QUALITATIVE	ECHELLE QUANTITATIVE (PROBABILITE ANNUELLE)
E	<b>Extrêmement rare</b> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 14 : Echelle de probabilité

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

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

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

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

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

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

Où :

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

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

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

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

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

Dans le cadre des études de dangers des éoliennes, une approche majorante assimilant la probabilité d'accident ( $P_{\text{accident}}$ ) à la probabilité de l'événement redouté central ( $P_{\text{ERC}}$ ) a été retenue.

## VIII.2 CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS POUR L'AEROGENERATEUR DE TYPE GAMESA G114

La caractérisation des scénarios retenus pour le modèle VESTAS V110 est présentée par [annexe 6](#).

### VIII.2.1 EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE

#### ❖ Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 182 m dans le cas des éoliennes du parc de Saulgond.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (références [5] et [6]). 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 Saulgond.  $d$  est le degré d'exposition,  $R$  est la longueur de pale ( $R=56$  m),  $H$  la hauteur du mât ( $H=125$  m),  $L$  la largeur du mât ( $L=4,5$  m) et  $LB$  la largeur de la base de la pale ( $LB=2,46$  m).

EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)			
ZONE D'IMPACT EN M <sup>2</sup>	ZONE D'EFFET DU PHENOMENE ETUDIE EN M <sup>2</sup>	DEGRE D'EXPOSITION DU PHENOMENE ETUDIE EN %	INTENSITE
$Z_i = (H \times L) + (3 \times R \times LB/2)$ Où $R = 56$ m $H = 125$ m $L = 4,5$ m $LB = 2,46$ m La zone d'impact est de 769 m <sup>2</sup>	$Z_e = \pi \times (H+R)^2$ Où $R = 56$ m $H = 125$ m La zone d'effet est de 102 922 m <sup>2</sup>	$d = Z_i/Z_e$ Le degré d'exposition est de 0,75 % (<1%)	Exposition modérée

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 VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

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

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

EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)		
EOLIENNE	NOMBRE DE PERSONNES PERMANENTES (OU EQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES)	GRAVITE
E1	<1	Modérée
E3	<1	Modérée
E5	<1	Modérée
E6	<1	Modérée
E7	<1	Modérée
E8	<1	Modérée

Nota : La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en [annexe 1](#). Elle est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 modifiée relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Pour le parc éolien de Saulgond, le nombre de personne exposée considérée par éolienne est inférieure à 1 personne dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. Ces éléments ont été définis au paragraphe « III.4 Cartographie de synthèse » de la présente étude. Le nombre de personne exposée considérée par éolienne restera donc inférieure à 1 personne pour la distance d'effet considéré dans ce cas, à savoir la hauteur totale de l'éolienne égale à 182 m.

#### ❖ Probabilité

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

SOURCE	FREQUENCE	JUSTIFICATION
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances [6]	$1,8 \times 10^{-4}$ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » selon l'arrêté du 29 septembre 2005.

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience<sup>1</sup>, soit une probabilité de  $4,47 \times 10^{-4}$  par éolienne et par an.

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

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

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

<sup>1</sup> 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.

place sur les machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement. Ces mesures de mesures de sécurité sont notamment :

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

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

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

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

#### ❖ Acceptabilité

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

EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)		
EOLIENNE	GRAVITE	NIVEAU DE RISQUE
E1	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable
E7	Modéré	Acceptable
E8	Modéré	Acceptable

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

### VIII.2.2 CHUTE DE GLACE

#### ❖ Considérations générales

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

Selon l'étude WECO [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 Saulgond, la zone d'effet a donc un rayon de 57 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

#### ❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien de Saulgond.  $Z_I$  est la zone d'impact,  $Z_E$  est la zone d'effet,  $D$  le diamètre du rotor autour du mât de l'éolienne en projection verticale ( $D=114$  m),  $R$  est la longueur de la pale ( $R=56$  m),  $SG$  est la surface du morceau de glace majorant ( $SG=1$  m<sup>2</sup>).

CHUTE DE GLACE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À $D/2$ = ZONE DE SURVOL)			
ZONE D'IMPACT EN M <sup>2</sup>	ZONE D'EFFET DU PHÉNOMÈNE ETUDIÉ EN M <sup>2</sup>	DEGRÉ D'EXPOSITION DU PHÉNOMÈNE ETUDIÉ EN %	INTENSITÉ
$Z_I = SG$ La zone d'impact est de 1 m <sup>2</sup>	$Z_E = \pi \times R^2$ où $R = 56$ m La zone d'effet est de 9 852 m <sup>2</sup>	$d = Z_I / Z_E$ Le degré d'exposition est de 0,010 % ( < 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 :

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

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

CHUTE DE GLACE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À $D/2$ = ZONE DE SURVOL)		
EOLIENNE	NOMBRE DE PERSONNES PERMANENTES (OU ÉQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES)	GRAVITE
E1	<1	Modérée
E3	<1	Modérée

CHUTE DE GLACE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)		
EOLIENNE	NOMBRE DE PERSONNES PERMANENTES (OU EQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES)	GRAVITE
E5	<1	Modérée
E6	<1	Modérée
E7	<1	Modérée
E8	<1	Modérée

Nota : La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Elle est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 modifiée relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Pour le parc éolien de Saulgond, le nombre de personne exposée considérée par éolienne est inférieure à 1 personne dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. Ces éléments ont été définis au paragraphe « III.4 Cartographie de synthèse » de la présente étude. Le nombre de personne exposée considérée par éolienne restera donc inférieure à 1 personne pour la distance d'effet considérée dans ce cas, à savoir la zone de survol de l'éolienne égale à 57 m.

#### ❖ 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 de Saulgond, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

CHUTE DE GLACE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)		
EOLIENNE	GRAVITE	NIVEAU DE RISQUE
E1	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable
E7	Modéré	Acceptable
E8	Modéré	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saulgond, 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 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.

### VIII.2.3 CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE

#### ❖ 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 autour du mât de l'éolienne en projection verticale. Pour le parc éolien de Saulgond, la zone d'effet a donc un rayon de 57 mètres.

#### ❖ 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 Saulgond.  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_i$  la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $R$  la longueur de la pale ( $R= 56$  m),  $D$  le diamètre du rotor autour du mât de l'éolienne en projection verticale ( $D= 114$  m) et  $LB$  la largeur de la base de la pale ( $LB= 2,46$  m).

CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)			
ZONE D'IMPACT EN M <sup>2</sup>	ZONE D'EFFET DU PHENOMENE ETUDIE EN M <sup>2</sup>	DEGRE D'EXPOSITION DU PHENOMENE ETUDIE EN %	INTENSITE
$Z_i = R \cdot LB / 2$ Où $R = 56$ m $LB = 2,46$ m  La zone d'impact est de $69 \text{ m}^2$	$Z_E = \pi \times R^2$ où $R = 56$ m  La zone d'effet est de $9 852 \text{ m}^2$	$d = Z_i / Z_E$  Le degré d'exposition est de $0,70 \%$  $(< 1 \%)$	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'élément de l'éolienne, dans la zone de survol de l'éolienne :

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

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

CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)		
EOLIENNE	NOMBRE DE PERSONNES PERMANENTES (OU EQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES)	GRAVITE
E1	<1	Modérée
E3	<1	Modérée
E5	<1	Modérée
E6	<1	Modérée
E7	<1	Modérée
E8	<1	Modérée

Nota : La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Elle est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 modifiée relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Pour le parc éolien de Saugond, le nombre de personne exposée considérée par éolienne est inférieure à 1 personne dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. Ces éléments ont été définis au paragraphe « III.4 Cartographie de synthèse » de la présente étude. Le nombre de personne exposée considérée par éolienne restera donc inférieur à 1 personne pour la distance d'effet considéré dans ce cas, à savoir la zone de survol de l'éolienne égale à 57 m.

#### ❖ 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  $4.47 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

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

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

#### ❖ Acceptabilité

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

CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)		
EOLIENNE	GRAVITE	NIVEAU DE RISQUE
E1	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable

CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)		
EOLIENNE	GRAVITE	NIVEAU DE RISQUE
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saugond, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

#### VIII.2.4 PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (Y COMPRIS D'ELEMENTS ENFLAMMES)

A noter que l'incendie de l'éolienne n'est pas étudié dans l'analyse détaillée des risques. Sont repris seulement la projection d'éléments enflammés en cas d'incendie au niveau du présent chapitre. Ainsi les conclusions du scénario « projection de pales ou de fragments de pales » vaut également pour la projection d'éléments enflammés.

#### ❖ Zone d'effet

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

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne [3].

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études [5] et [6].

Sur la base de ces éléments et de façon conservatrice, une distance d'effet de 500 mètres est considérée comme distance raisonnable pour la prise en compte des projections de pales ou de fragments de pales dans le cadre des études de dangers des parcs éoliens.

#### ❖ 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 Saugond.  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_i$  la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $R$  la longueur de pale ( $R=56$  m) et  $LB$  la largeur de la base de la pale ( $LB=2,46$  m).

PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE (ZONE DE 500 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)			
ZONE D'IMPACT EN M <sup>2</sup>	ZONE D'EFFET DU PHENOMENE ETUDIE EN M <sup>2</sup>	DEGRE D'EXPOSITION DU PHENOMENE ETUDIE EN %	INTENSITE
$Z_I = R \cdot LB / 2$ où R = 56 m LB = 2,46 m  La zone d'impact est de 69 m <sup>2</sup>	$Z_E = \pi \times R^2$ où R=500 m  La zone d'effet est de 785 398 m <sup>2</sup>	$d = Z_I / Z_E$  Le degré d'exposition est de 0,0088 %  (< 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, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

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

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

PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE (ZONE DE 500 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)		
EOLIENNE	NOMBRE DE PERSONNES PERMANENTES (OU EQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES)	GRAVITE
E1	<1	Modérée
E3	<1	Modérée
E5	<1	Modérée
E6	<1	Modérée
E7	<1	Modérée
E8	<1	Modérée

Nota : La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Elle est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 modifiée relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Pour le parc éolien de Saugond, le nombre de personne exposée considérée par éolienne est inférieure à 1 personne dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. Ces éléments ont été définis au paragraphe « III.4 Cartographie de synthèse » de la présente étude.

❖ **Probabilité**

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

SOURCE	FREQUENCE	JUSTIFICATION
Site specific hazard assesment for a wind farm project [4]	$1 \times 10^{-6}$	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$1,1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances [6]	$6,1 \times 10^{-4}$	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit  $7,66 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

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

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

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

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

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation 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 de Saugond, 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 EOLIENNE)		
EOLIENNE	GRAVITE	NIVEAU DE RISQUE
E1	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE (ZONE DE 500 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)		
EOLIENNE	GRAVITE	NIVEAU DE RISQUE
E5	Modérée	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable

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

### VIII.2.5 PROJECTION DE GLACE

#### ❖ Zone d'effet

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

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

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

$$\text{Soit } 1,5 \times (125 + 114) = 358,50 \text{ m dans notre cas}$$

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures [17]. A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

#### ❖ Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m<sup>2</sup>) 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 Saugond. *d* est le degré d'exposition, *Z<sub>I</sub>* la zone d'impact, *Z<sub>E</sub>* la zone d'effet, *R* la longueur de pale (*R*= 57 m), *Hm* la hauteur au moyeu (*Hm*= 125 m) et *SG* la surface majorante d'un morceau de glace (*SG*= 1 m<sup>2</sup>).

PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE (DANS UN RAYON DE $RPG = 1,5 \times (Hm+2R)$ AUTOUR DE L'EOLIENNE)			
ZONE D'IMPACT EN M <sup>2</sup>	ZONE D'EFFET DU PHENOMENE ETUDIE EN M <sup>2</sup>	DEGRE D'EXPOSITION DU PHENOMENE ETUDIE EN %	INTENSITE
$Z_I = SG$ La zone d'impact est de 1 m <sup>2</sup>	$ZE = \pi \times (1,5 \times (Hm+2R))^2$ Où <i>Hm</i> = 125 m <i>R</i> = 57 m La zone d'effet est de 403 765 m <sup>2</sup>	$d = Z_I / Z_E$ Le degré d'exposition est de 0,00024 % ( < 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 :

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

Il a été observé dans la littérature disponible [17] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

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

PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE (DANS UN RAYON DE $RPG = 1,5 \times (Hm+2R)$ AUTOUR DE L'EOLIENNE)		
EOLIENNE	NOMBRE DE PERSONNES PERMANENTES (OU EQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES)	GRAVITE
E1	<1	Modérée
E3	<1	Modérée
E5	<1	Modérée
E6	<1	Modérée
E7	<1	Modérée
E8	<1	Modérée

Nota : La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Elle est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 modifiée relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Pour le parc éolien de Saugond, le nombre de personne exposée considérée par éolienne est inférieure à 1 personne dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. Ces éléments ont été définis au paragraphe « III.4 Cartographie de synthèse » de la présente étude. Le nombre de personne exposée considérée par éolienne restera donc inférieur à 1 personne pour la distance

d'effet considéré dans ce cas, à savoir un rayon de projection de glace de 358,50 m autour de chaque éolienne.

#### ❖ 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 ;
- 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.

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

PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE (DANS UN RAYON DE $RPG = 1,5 \times (HM+2R)$ AUTOUR DE L'EOLIENNE)			
EOLIENNE	GRAVITE	PRESENCE DE SYSTEME D'ARRET EN CAS DE DETECTION OU DEDUCTION DE GLACE ET DE PROCEDURE DE REDEMARRAGE	NIVEAU DE RISQUE
E1	Modéré	Oui	Acceptable
E3	Modéré	Oui	Acceptable
E5	Modéré	Oui	Acceptable
E6	Modéré	Oui	Acceptable
E7	Modéré	Oui	Acceptable
E8	Modéré	Oui	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saulgond, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

### VIII.3 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

#### VIII.3.1 TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS

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

SCENARIO	ZONE D'EFFET	CINETIQUE	INTENSITE	PROBABILITE	GRAVITE
N°1 Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (H = 182 m)	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes) <sup>2</sup>	Modérée  Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8
N°2 Chute de glace	Zone de survol des pales soit un disque de rayon correspondant à un demi- diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne (R = 57 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée  Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8
N°3 Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol des pales soit un disque de rayon correspondant à un demi- diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne (R = 57 m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée  Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8
N°4 Projection d'éléments de l'éolienne	Distance d'effet de 500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes) <sup>3</sup>	Modérée  Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8
N°5 Projection de glace	Distance d'effet de 358,50 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée  Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8

Tableau 15 : Synthèse de l'étude détaillée des risques pour l'aérogénérateur GAMESA G114

#### VIII.3.2 SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

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.

Les 5 scénarios considérés sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous :

- N°1 : Effondrement de l'éolienne
- N°2 : Chute de glace

<sup>2</sup> Voir paragraphe VIII.2.1

<sup>3</sup> Voir paragraphe VIII.2.4

- N°3 : Chute d'élément de l'éolienne
- N°4 : Projection d'éléments de l'éolienne
- N°5 : Projection de glace

GRAVITE DES CONSEQUENCES	CLASSE DE PROBABILITE				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE		Effondrement de l'éolienne (1) / Projection d'éléments de l'éolienne (4)	Chute d'élément de l'éolienne (3)	Projection de glace (5)	Chute de glace (2)

Tableau 16 : Grille d'acceptabilité des risques pour l'aérogénérateur GAMESA G114

Légende de la matrice

NIVEAU DE RISQUE	COULEUR	ACCEPTABILITE
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- un seul accident (scénario n°2) figure en case jaune pour l'aérogénérateur de type GAMESA G114. Pour cet accident, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 sont mises en place.

VIII.3.3 CARTOGRAPHIE DES RISQUES

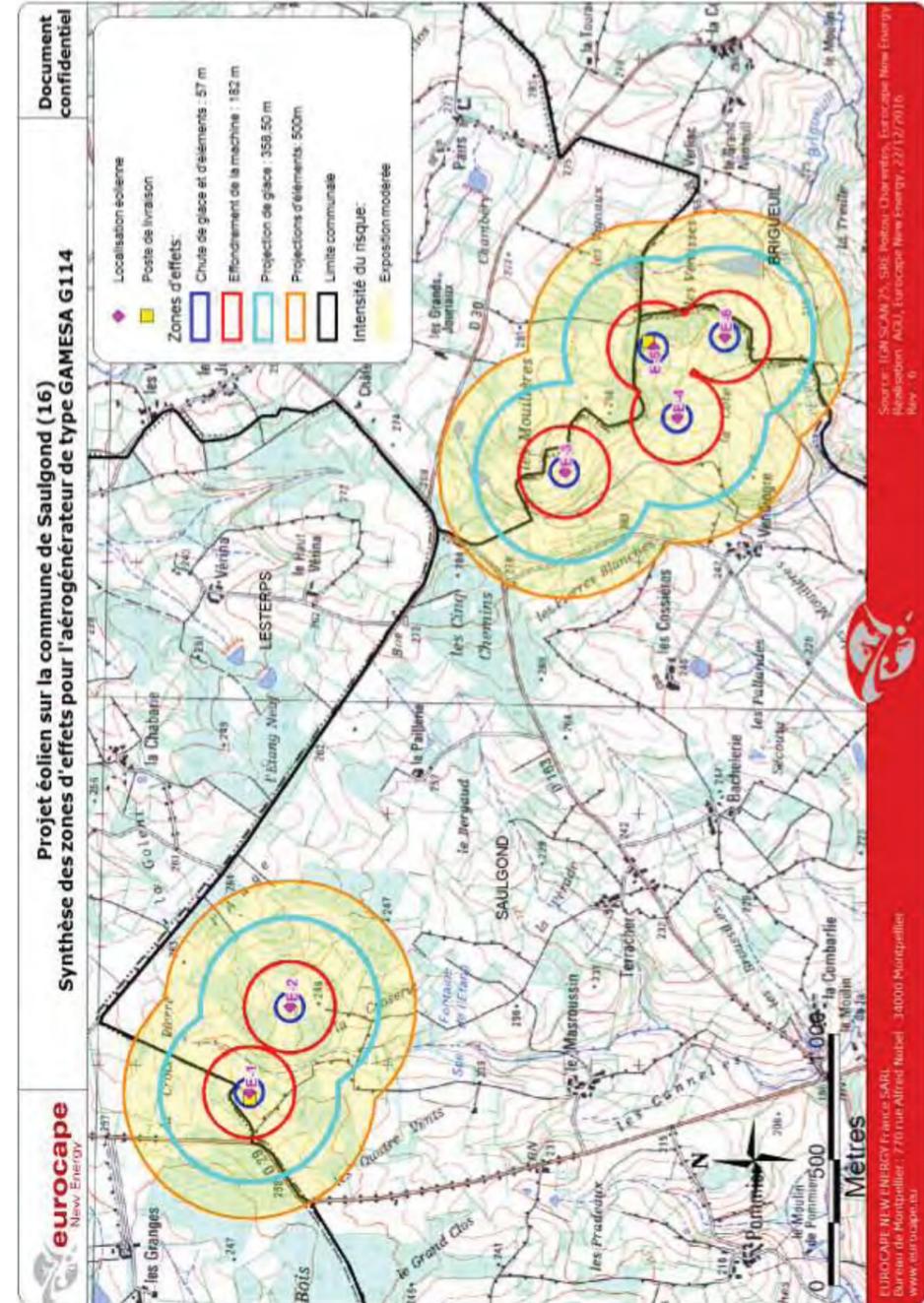


Figure 23 : Zone d'effet des scénarios considérés pour l'aérogénérateur de type GAMESA G114

## IX. CONCLUSION

L'analyse du retour d'expérience dans la filière éolienne a permis d'identifier les accidents majeurs relatifs à l'exploitation d'un parc éolien. On recense 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 ainsi que la foudre.

L'ensemble des mesures de prévention et de protection sont détaillées dans l'étude de dangers. Les principales mesures préventives intégrées à la structure des éoliennes sont :

- des dispositifs de protection contre la foudre ;
- le système de régulation et de freinage par rotation des pales ;
- la détection de givre ;
- les rétentions d'huile.

A l'issue de l'analyse préliminaire des risques, cinq catégories de scénarios ont été retenus pour l'étude détaillée des risques, à savoir :

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

L'analyse détaillée des risques ne nous conduit à retenir aucun des événements pour une étude de réduction des risques, puisque aucun des scénarios étudiés n'est jugé inacceptable quelque soit l'aérogénérateur retenu.

Le niveau de prévention et de protection au regard de l'environnement et des tiers est considéré comme acceptable. En effet, les accidents répertoriés par l'accidentologie ont dès à présent fait l'objet de mesures intégrées dans la structure des éoliennes « nouvelles générations ».

## 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 BATIS

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

Terrains aménagés mais peu fréquentés (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 x 0,5 x 20 000/100 = 40 personnes.*

Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic											
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 PIETONNES**

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'ACTIVITE**

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

## 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 début 2012. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de l'étude de dangers.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Techno-logie 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 cartiser 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

REFERENCE : A53175 52 63 - VERSION 2

PAGE 83 SUR 124

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Techno-logie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	05/11/2003	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 micro-pieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escalles-Comilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise

REFERENCE : A53175 52 63 - VERSION 2

PAGE 84 SUR 124

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
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)	-

REFERENCE : A531755263 - VERSION 2

PAGE 85 SUR 124

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
Emballlement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballlement 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 ("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 ("Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)

REFERENCE : A531755263 - VERSION 2

PAGE 86 SUR 124

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	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballlement 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)

REFERENCE : A53175 52 63 - VERSION 2

PAGE 87 SUR 124

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
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	-

REFERENCE : A53175 52 63 - VERSION 2

PAGE 88 SUR 124

Le tableau ci-dessous a été établi sur la base de données ARIA sur la période début 2012 au 24 octobre 2016. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2012 et octobre 2016. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de l'étude de dangers.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Maintenance	06/02/2012	Lehaucourt	Ain	-	-	-	Deux sous-traitants blessés par un arc électrique (brûlures)	Maintenance	Base ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Maintenance	11/04/2012	Sigean	Aude	-	-	-	Impact sur le mat et projection à 20 m de débris de pale long de 15 m	Foudre	Base ARIA	-
Rupture de pale	18/05/2012	Fresnay-l'Eveque	Eure-et-Loire	52 MW	2008	-	Chute de pale de 9t et 46 m de long au pied de l'installation et rupture du roulement qui raccorderait la pale au hub.	Corrosion	Base ARIA	-
Effondrement	30/05/2012	Port-la-nouvelle	Aude	200 kW pour l'éolienne	1991	Non	Chute d'une éolienne (effondrement de la tour en trillis de 30 m de haut)	Rafales de vents à 130 km/h	Base ARIA	-
Rupture de pale	01/11/2012	Vieillespesse	Cantal	10 MW	2011	-	400 g constitutif d'une pale projeté à 70 m du mât	-	Base ARIA	-
Incendie	05/11/2012	Sigean	Aude	660kW pour l'éolienne	-	-	Départ de feu dans l'armoire électrique et propagation à la garrigue environnante. Chute d'une pale	Dysfonctionnement de disjoncteur entraînant une propagation de court circuit faisant fondre les câbles et entraînant un départ d'incendie dans la nacelle.	Base ARIA	-

REFERENCE : A53175 52 63 - VERSION 2

PAGE 89 SUR 124

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 pales	06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	-	-	-	Pale décrochée ayant percuté le mat. Mise en sécurité de l'éolienne et d'un périmètre de 30 m autour du pied de l'éolienne	-	Base ARIA	-
Incendie	17/03/2013	Euvy	Marne	-	-	-	Incendie d'une nacelle d'éolienne. Arrêt de 7 éoliennes sur les 18 du parc. Mise en place d'un périmètre de sécurité de 150 m	Défaillance électrique suite à des vents forts	Base ARIA	-
Rupture de pales	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche	-	-	-	Pale déchirée sur 6 m de longueur, boîtier basse tension et parafoudre détruits. Réseau électrique et téléphone endommagé.	Foudre	Base ARIA	-
Maintenance	01/07/2013	Cambon-et-Salvergues	Hérault	-	-	-	Opérateur blessé suite à la dépressurisation du compartiment azote (phase de remplissage) : nez et dents cassés, décollement de l'œsophage	Maintenance (défaillance organisationnelle)	Base ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	2,5 kW pour l'éolienne	-	-	Départ de feu dans la partie moteur de l'éolienne. Isolement électrique du parc et mise en place d'un périmètre de sécurité de 300 m	Incident électrique	Base ARIA	-
Rupture de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	-	-	-	Chute de pale de 20 m au pied du mat. Mise en place d'un périmètre de sécurité de 100 m	Fissures détectées sur une pièce en aluminium appelé « Alu ring »	Base ARIA	-

REFERENCE : A53175 52 63 - VERSION 2

PAGE 90 SUR 124

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	14/11/2014	Saint-Cirgues-en-Montagne	Ardèche				Chute d'une pale au pied de l'éolienne. Débris projetés à 150 m	Tempête	Base ARIA	-
Rupture de pale	05/12/2014	Fitou	Aude				Chute de l'extrémité de la pale (3 m de long) retrouvée à 80 m du mât	Défaillance matérielle ou décollage sur les plaques en fibre de verre	Base ARIA	-
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	-	-	Oui	Arc électrique à l'origine de l'incendie	Défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance	Base ARIA	-
Incendie	02/02/2015	Lusseray	Deux-Sèvres	-	-	-	Départ de feu dans une armoire électrique ou intervenait 2 techniciens	-	Base ARIA	-
Incendie	24/08/2015	Santilly	Eure-et-Loir	-	-	-	Départ de feu dans le moteur de l'éolienne situé à 90m de hauteur	-	Base ARIA	-
Rupture de pale	10/11/2015	Menil-la-Horgue	Meuse	-	-	-	Chute des 3 pales et du rotor. Transformateur endommagé. Débris disséminés sur 4 000 m2	Défaillance de l'arbre lent (défaut de fabrication)	Base ARIA	-
Rupture de pale	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude	-	-	-	Chute d'une pale au sol	Rupture du point d'attache du système mécanique de commande de l'aérotfrein	Base ARIA	-
Rupture de pale	08/02/2016	Dineault	Finistère	300 kW puissance unitaire	1999	Non	Chute de pale retrouvée à 40 m du pied du mât et une seconde déchirée	Tempête	Base ARIA	-

REFERENCE : A531755263 - VERSION 2

PAGE 91 SUR 124

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	07/03/2016	Calanhel	Cote d'Armor	800 kW puissance unitaire	-	-	Chute d'une pale à 5 m du pied du mât. Mat endommagé. Débris projeté à 50 m	Rupture du système d'orientation	Base ARIA	-

REFERENCE : A531755263 - VERSION 2

PAGE 92 SUR 124

### ANNEXE 3 – SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie VII.4. de la trame type de l'étude de dangers. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes et pourra par conséquent être repris à l'identique dans les études de dangers.

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

#### SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A LA GLACE (G01 ET G02)

##### SCENARIO G01

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

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

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

##### SCENARIO G02

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

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

#### SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07)

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

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

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

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

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'emballage

du rotor (survitesses). Plusieurs moyens sont mis en place en matière de prévention :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE FUITES (F01 A F02)

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

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

##### SCENARIO F01

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

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

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance

- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances
- Procédure de gestion des situations d'urgence

Deux événements peuvent être aggravants :

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

#### SCENARIO F02

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

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

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

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

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

#### SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE CHUTE D'ÉLÉMENTS (C01 A C03)

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

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

#### SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (P01 A P06)

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

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

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

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

#### SCENARIO P01

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

#### SCENARIO P02

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

fissures sur la pale.

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

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

#### SCENARIOS P03

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

#### SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'EFFONDREMENT DES EOLIENNES (E01 A E10)

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

- Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;

Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant

- Causes externes dues à l'environnement : séisme, ...

**ANNEXE 4 – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**ANNEXE 5 – GLOSSAIRE**

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

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

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

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

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

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

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

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

**Gravité** : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

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

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

**Intensité des effets d'un phénomène dangereux :** Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

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

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

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

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;

2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**ICPE :** Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

**SER :** Syndicat des Energies Renouvelables

**FEE :** France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)

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

**EDD :** Etude de dangers

**APR :** Analyse Préliminaire des Risques

**ERP :** Etablissement Recevant du Public

## ANNEXE 5 – BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES

- [1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011
- [2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006
- [3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum
- [4] Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24
- [5] Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005
- [6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004
- [7] Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006
- [8] Oméga 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005
- [9] Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement
- [10] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- [11] Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003
- [12] Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne
- [13] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- [14] Alpine test site Güttsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al.
- [15] Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000
- [16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004
- [17] Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003
- [18] Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005

## ANNEXE 6 – PRESENTATION ET RESULTATS DU MODELE VESTAS V110

**Présentation :**

Puissance unitaire nominale : 2,2 MW (soit une puissance totale du parc de 13,2 MW)

Hauteur de mat : 125 m

Diamètre du rotor : 110 m

Hauteur totale en bout de pale : 180 m

Découpage fonctionnel	Fonction	Description
		VESTAS V110
<b>Conception technique</b>	Puissance nominale	2,2 MW
	Diamètre du rotor	110 m
	Hauteur du moyeu	125 m
	Vitesse de rotation nominale	Non précisée
<b>Fondation</b> <i>Ancre et stabilise le mât dans le sol</i>	Caractéristiques	Massif de fondation composé en béton armé conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2 Constitué de tiges d'ancrage disposés au centre du massif (dit « anchor cage ») et permettant la fixation de la bride inférieure de la tour Prise en compte des caractéristiques suivantes pour le calcul de dimensionnement des massifs : - le type d'éolienne - la nature des sols - les conditions météorologiques extrêmes, - les conditions de fatigue
	Dimensions	Entre 2,5 et 3,5 m d'épaisseur pour un diamètre de 15 à 20 m. Masse de béton d'environ 1 000 tonnes
<b>Mât</b> <i>Supporter la nacelle et le rotor</i> <i>Abriter le transformateur</i> <i>Permettre le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle</i> <i>Supporte le rotor et la nacelle</i>	Caractéristiques	Hauteur du mât (avec la nacelle) : 125 m
		Constitué de plusieurs sections tubulaires en acier, de plusieurs dizaines de millimètres d'épaisseur et de forme tronconique Assemblage entre elles par des brides Fixée par une bride aux tiges d'ancrage. Tour autoportante Hauteur de la tour en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée. Cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle dans la tour. Tour abritant une échelle d'accès à la nacelle, un élévateur de personnes, une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas), les cellules de protection électrique.
	Fixation du pied du mât	Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation

Découpage fonctionnel	Fonction	Description
		Diamètre de la base : 4,27 m
	Tension dans les câbles présents dans le mât	Non précisée
<b>Nacelle</b> <i>Supporte le rotor et abrite le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i>	Caractéristiques	Au sommet du mât Abitant les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne Constituée d'une structure métallique habillée de panneaux de fibre de verre et équipé de fenêtres de toit permettant d'accéder à l'extérieur Système de refroidissement des principaux éléments de l'éolienne par un système de refroidissement Support pour les balisages lumineux et les capteurs de vent Nacelle non fixé de façon rigide au rotor Système d'orientation entre le mât et la nacelle permettant à la nacelle de s'orienter face au vent. La vitesse maximale d'orientation de la nacelle est de moins de 0,5 degrés par seconde (soit environ une vingtaine de minutes pour faire un tour complet). Système de contrôle de la rotation de la nacelle afin d'éviter une torsion excessive des câbles électriques reliant la génératrice au réseau public.
	Système de refroidissement	Assure le refroidissement des principaux éléments de l'éolienne
	Capteurs à ultrasons	Positionné à l'extérieur de la nacelle Mesure en permanence la vitesse et la direction du vent
	Sonde de température	Positionnée à l'extérieur de la nacelle Reliée au contrôle commande
	Balisage lumineux	Positionné sur la nacelle
	Tension dans les armoires électriques	Entre 0 et 1 200 V
	Multiplicateur	Permet de multiplier la vitesse de rotation, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 1 500 tours par minute. Constitué d'un étage de train épicycloïdal et de deux arbres parallèles à roues dentées à dentures hélicoïdales Dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les éventuels défauts d'alignement mais surtout afin de constituer une zone de moindre résistance et de pouvoir rompre en cas de blocage d'un des deux équipements Sur l'arbre rapide du multiplicateur est monté un disque de frein, à commande hydraulique, utilisé pour l'arrêt de la turbine en cas d'urgence.

Découpage fonctionnel	Fonction	Description
	Génératrice	Système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante) Type asynchrone Convertit l'énergie mécanique en énergie électrique Générateur triphasé, du type quadripolaire à rotor bobiné avec alimentation électrique du stator au démarrage Délivre deux niveaux de tension : 690 V et 480 V en courant alternatif qui sont dirigés vers le transformateur élévateur de tension Régulation du fonctionnement du générateur par un dispositif de contrôle Système de circulation forcée d'air pour le refroidissement du générateur Elévation des deux niveaux de tension en sortie du générateur par un transformateur sec
<b>Rotor</b> <i>Capte l'énergie mécanique du vent et la transmette à la génératrice</i>	Caractéristiques	Composé de 3 pales de 54 m fixées au moyeu Permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Transmission à la génératrice via le multiplicateur
	Diamètre du rotor	110 m
	Longueur des pales	54 m
	Surface balayée	9 503 m <sup>2</sup>
	Matériau des pales	Fibre de verre renforcée avec de la résine époxy et fibre de carbone
	Contrôle de survitesse	Variations de vitesse de vents constamment compensées par l'ajustement de l'angle d'inclinaison des pales. Ce système d'inclinaison (pitch system) est conçu pour optimiser au maximum la production de l'éolienne. Mise en drapeau de l'éolienne conduisant à l'arrêt du rotor (freinage aérodynamique) par le pitch system en cas de vent trop fort Pitch système indépendant sur chaque pale afin de garantir un calage continu même en cas de dysfonctionnement du contrôle commande
<b>Transformateur</b> <i>Elève la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</i>	Caractéristiques	Transformateur sec A l'intérieur de la nacelle dans une pièce fermée En sortie du générateur, les deux niveaux de tensions sont élevés jusqu'à une tension non connue à ce stade
<b>Système de freinage</b>	Frein principal aérodynamique	Mise en drapeau des pales pour arrêter le rotor par activation électromécanique même en cas de perte du système de contrôle, de perte d'alimentation électrique ou de défaillance du système hydraulique
	Frein auxiliaire mécanique	Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre rapide

**Caractérisation des scénarios retenus pour l'aérogénérateur VESTAS V110 :****EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE****❖ Zone d'effet**

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 180 m dans le cas des éoliennes du parc de Saulgond.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (références [5] et [6]). 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 Saulgond. *d* est le degré d'exposition, *R* est la longueur de pale ( $R=54\text{ m}$ ), *H* la hauteur du mât ( $H=125\text{ m}$ ), *L* la largeur du mât ( $L=4,27\text{ m}$ ) et *LB* la largeur de la base de la pale ( $LB=1,88\text{ m}$ ).

EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)			
ZONE D'IMPACT EN M <sup>2</sup>	ZONE D'EFFET DU PHÉNOMÈNE ÉTUDIÉ EN M <sup>2</sup>	DÉGRÉ D'EXPOSITION DU PHÉNOMÈNE ÉTUDIÉ EN %	INTENSITÉ
$Z_i = (H \times L) + (3 \times R \times LB/2)$ Où $R = 54\text{ m}$ $H = 125\text{ m}$ $L = 4,27\text{ m}$ $LB = 1,88\text{ m}$ La zone d'impact est de $686\text{ m}^2$	$Z_e = \pi \times (H+R)^2$ Où $R = 54\text{ m}$ $H = 125\text{ m}$ La zone d'effet est de $100\,660\text{ m}^2$	$d = Z_i/Z_e$ Le degré d'exposition est de 0,68 % (<1%)	Exposition modérée

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 VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

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

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

EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)		
EOLIENNE	NOMBRE DE PERSONNES PERMANENTES (OU ÉQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES)	GRAVITÉ
E1	<1	Modérée
E3	<1	Modérée
E5	<1	Modérée
E6	<1	Modérée
E7	<1	Modérée
E8	<1	Modérée

Nota : La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Elle est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 modifiée relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Pour le parc éolien de Saulgond, le nombre de personne exposée considérée par éolienne est inférieure à 1 personne dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. Ces éléments ont été définis au paragraphe « III.4 Cartographie de synthèse » de la présente étude. Le nombre de personne exposée considérée par éolienne restera donc inférieure à 1 personne pour la distance d'effet considérée dans ce cas, à savoir la hauteur totale de l'éolienne égale à 180 m.

**❖ Probabilité**

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

SOURCE	FREQUENCE	JUSTIFICATION
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances [6]	$1,8 \times 10^{-4}$ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » selon l'arrêté du 29 septembre 2005.

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience<sup>4</sup>, soit une probabilité de  $4,47 \times 10^{-4}$  par éolienne et par an.

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

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

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place sur les machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement. Ces mesures de mesures de sécurité sont notamment :

<sup>4</sup> 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.

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

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

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

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

#### ❖ Acceptabilité

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

EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)		
EOLIENNE	GRAVITE	NIVEAU DE RISQUE
E1	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable
E7	Modéré	Acceptable
E8	Modéré	Acceptable

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

## 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 Saulgond, la zone d'effet a donc un rayon de 55 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

#### ❖ 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 Saulgond.  $Z_i$  est la zone d'impact,  $Z_E$  est la zone d'effet,  $D$  le diamètre du rotor autour du mât de l'éolienne en projection verticale ( $D=110$  m),  $R$  est la longueur de la pale ( $R=54$  m),  $SG$  est la surface du morceau de glace majorant ( $SG=1$  m<sup>2</sup>).

CHUTE DE GLACE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À $D/2$ = ZONE DE SURVOL)			
ZONE D'IMPACT EN M <sup>2</sup>	ZONE D'EFFET DU PHÉNOMÈNE ÉTUDIÉ EN M <sup>2</sup>	DÉGRE D'EXPOSITION DU PHÉNOMÈNE ÉTUDIÉ EN %	INTENSITÉ
$Z_i = SG$ La zone d'impact est de 1 m <sup>2</sup>	$Z_E = \pi \times R^2$ où $R = 54$ m La zone d'effet est de 9 161 m <sup>2</sup>	$d = Z_i / Z_E$ Le degré d'exposition est de 0,011 % (< 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 :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »

- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

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

CHUTE DE GLACE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À D/2 = ZONE DE SURVOL)		
EOLIENNE	NOMBRE DE PERSONNES PERMANENTES (OU ÉQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES)	GRAVITE
E1	<1	Modérée
E3	<1	Modérée
E5	<1	Modérée
E6	<1	Modérée
E7	<1	Modérée
E8	<1	Modérée

Nota : La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Elle est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 modifiée relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Pour le parc éolien de Saugond, le nombre de personne exposée considérée par éolienne est inférieure à 1 personne dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. Ces éléments ont été définis au paragraphe « III.4 Cartographie de synthèse » de la présente étude. Le nombre de personne exposée considérée par éolienne restera donc inférieure à 1 personne pour la distance d'effet considéré dans ce cas, à savoir la zone de survol de l'éolienne égale à 55 m.

#### ❖ 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 de Saugond, 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	GRAVITE	NIVEAU DE RISQUE
E1	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable
E7	Modéré	Acceptable
E8	Modéré	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saugond, 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 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.

CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE

❖ 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 détaillé 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 autour du mât de l'éolienne en projection verticale. Pour le parc éolien de Saugond, la zone d'effet a donc un rayon de 55 mètres.

❖ 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 Saugond. *d* est le degré d'exposition, *Z<sub>i</sub>* la zone d'impact, *Z<sub>E</sub>* la zone d'effet, *R* la longueur de la pale (*R*= 54 m), *D* le diamètre du rotor autour du mât de l'éolienne en projection verticale (*D*= 110 m) et *LB* la largeur de la base de la pale (*LB*= 1,88 m).

CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)			
ZONE D'IMPACT EN M <sup>2</sup>	ZONE D'EFFET DU PHENOMENE ETUDIE EN M <sup>2</sup>	DEGRE D'EXPOSITION DU PHENOMENE ETUDIE EN %	INTENSITE
$Z_i = R \cdot LB / 2$ Où <i>R</i> = 54 m LB = 1,88 m La zone d'impact est de 51 m <sup>2</sup>	$Z_E = \pi \times R^2$ où <i>R</i> = 54 m La zone d'effet est de 9 161 m <sup>2</sup>	$d = Z_i / Z_E$ Le degré d'exposition est de 0,56 % (< 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'élément de l'éolienne, dans la zone de survol de l'éolienne :

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

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 D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE  
(DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)

EOLIENNE	NOMBRE DE PERSONNES PERMANENTES (OU EQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES)	GRAVITE
E1	<1	Modérée
E3	<1	Modérée
E5	<1	Modérée
E6	<1	Modérée
E7	<1	Modérée
E8	<1	Modérée

Nota : La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Elle est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 modifiée relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Pour le parc éolien de Saugond, le nombre de personne exposée considérée par éolienne est inférieure à 1 personne dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. Ces éléments ont été définis au paragraphe « III.4 Cartographie de synthèse » de la présente étude. Le nombre de personne exposée considérée par éolienne restera donc inférieure à 1 personne pour la distance d'effet considéré dans ce cas, à savoir la zone de survol de l'éolienne égale à 55 m.

❖ Probabilité

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

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4.47 x 10<sup>-4</sup> 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 de Saugond, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)		
EOLIENNE	GRAVITE	NIVEAU DE RISQUE
E1	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable

CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À D/2 = ZONE DE SURVOL)		
EOLIENNE	GRAVITE	NIVEAU DE RISQUE
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saugond, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

#### PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (Y COMPRIS D'ÉLÉMENTS ENFLAMMÉS)

A noter que l'incendie de l'éolienne n'est pas étudié dans l'analyse détaillée des risques. Sont repris seulement la projection d'éléments enflammés en cas d'incendie au niveau du présent chapitre. Ainsi les conclusions du scénario « projection de pales ou de fragments de pales » vaut également pour la projection d'éléments enflammés.

#### ❖ Zone d'effet

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

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne [3].

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études [5] et [6].

Sur la base de ces éléments et de façon conservatrice, une distance d'effet de 500 mètres est considérée comme distance raisonnable pour la prise en compte des projections de pales ou de fragments de pales dans le cadre des études de dangers des parcs éoliens.

#### ❖ 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 Saugond.  $d$  est le degré d'exposition,  $Z_i$  la zone d'impact,  $Z_E$  la zone d'effet,  $R$  la longueur de pale ( $R=54$  m) et  $LB$  la largeur de la base de la pale ( $LB=1,88$  m).

PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE (ZONE DE 500 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)			
ZONE D'IMPACT EN M <sup>2</sup>	ZONE D'EFFET DU PHÉNOMÈNE ÉTUDIÉ EN M <sup>2</sup>	DÉGRÉ D'EXPOSITION DU PHÉNOMÈNE ÉTUDIÉ EN %	INTENSITÉ
$Z_i = R \cdot LB / 2$ où $R = 54$ m $LB = 1,88$ m  La zone d'impact est de $51 \text{ m}^2$	$Z_E = \pi \times R^2$ où $R = 500$ m  La zone d'effet est de $785\,398 \text{ m}^2$	$d = Z_i / Z_E$  Le degré d'exposition est de $0,0064 \%$  $(< 1 \%)$	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, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

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

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

PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE (ZONE DE 500 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)		
EOLIENNE	NOMBRE DE PERSONNES PERMANENTES (OU EQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES)	GRAVITE
E1	<1	Modérée
E3	<1	Modérée
E5	<1	Modérée
E6	<1	Modérée
E7	<1	Modérée
E8	<1	Modérée

Nota : La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Elle est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 modifiée relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Pour le parc éolien de Saulgond, le nombre de personne exposée considérée par éolienne est inférieure à 1 personne dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. Ces éléments ont été définis au paragraphe « III.4 Cartographie de synthèse » de la présente étude.

#### ❖ Probabilité

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

SOURCE	FREQUENCE	JUSTIFICATION
Site specific hazard assesment for a wind farm project [4]	$1 \times 10^{-6}$	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$1, 1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances [6]	$6,1 \times 10^{-4}$	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit  $7,66 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

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

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

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

- les dispositions de la norme IEC 61 400-1
- les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre

- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique
- utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.)

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

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

#### ❖ Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de Saulgond, 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 EOLIENNE)		
EOLIENNE	GRAVITE	NIVEAU DE RISQUE
E1	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable

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

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

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

$$\text{Soit } 1,5 \times (125 + 110) = 352,50 \text{ m dans notre cas}$$

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures [17]. A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

## ❖ Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m<sup>2</sup>) 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 Saugond. *d* est le degré d'exposition, *Z<sub>i</sub>* la zone d'impact, *Z<sub>E</sub>* la zone d'effet, *R* la longueur de pale (*R*= 55 m), *Hm* la hauteur au moyeu (*Hm*= 125 m) et *SG* la surface majorante d'un morceau de glace (*SG*= 1 m<sup>2</sup>).

PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE (DANS UN RAYON DE RPG = 1,5 x (Hm+2R) AUTOUR DE L'EOLIENNE)			
ZONE D'IMPACT EN M <sup>2</sup>	ZONE D'EFFET DU PHENOMENE ETUDIE EN M <sup>2</sup>	DEGRE D'EXPOSITION DU PHENOMENE ETUDIE EN %	INTENSITE
$Z_i = SG$ La zone d'impact est de 1 m <sup>2</sup>	$ZE = \pi \times (1,5 \times (Hm + 2R))^2$ Où <i>Hm</i> = 125 m <i>R</i> = 55 m La zone d'effet est de 390 363 m <sup>2</sup>	$d = Z_i / Z_E$ Le degré d'exposition est de 0,00025 % ( < 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 :

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

Il a été observé dans la littérature disponible [17] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

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

PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE (DANS UN RAYON DE RPG = 1,5 x (Hm+2R) AUTOUR DE L'EOLIENNE)		
EOLIENNE	NOMBRE DE PERSONNES PERMANENTES (OU EQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES)	GRAVITE
E1	<1	Modérée
E3	<1	Modérée
E5	<1	Modérée
E6	<1	Modérée
E7	<1	Modérée
E8	<1	Modérée

Nota : La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Elle est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 modifiée relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Pour le parc éolien de Saugond, le nombre de personne exposée considérée par éolienne est inférieure à 1 personne dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. Ces éléments ont été définis au paragraphe « III.4 Cartographie de synthèse » de la présente étude. Le nombre de personne exposée considérée par éolienne restera donc inférieur à 1 personne pour la distance d'effet considéré dans ce cas, à savoir un rayon de projection de glace de 352,50 m autour de chaque éolienne.

## ❖ 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 ;
- 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.

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

PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE (DANS UN RAYON DE $RPG = 1,5 \times (HM+2R)$ AUTOUR DE L'EOLIENNE)			
EOLIENNE	GRAVITE	PRESENCE DE SYSTEME D'ARRET EN CAS DE DETECTION OU DEDUCTION DE GLACE ET DE PROCEDURE DE REDEMARRAGE	NIVEAU DE RISQUE
E1	Modéré	Oui	Acceptable
E3	Modéré	Oui	Acceptable
E5	Modéré	Oui	Acceptable
E6	Modéré	Oui	Acceptable
E7	Modéré	Oui	Acceptable
E8	Modéré	Oui	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saugond, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

Synthèse de l'étude détaillée des risques pour l'aérogénérateur VESTAS V110

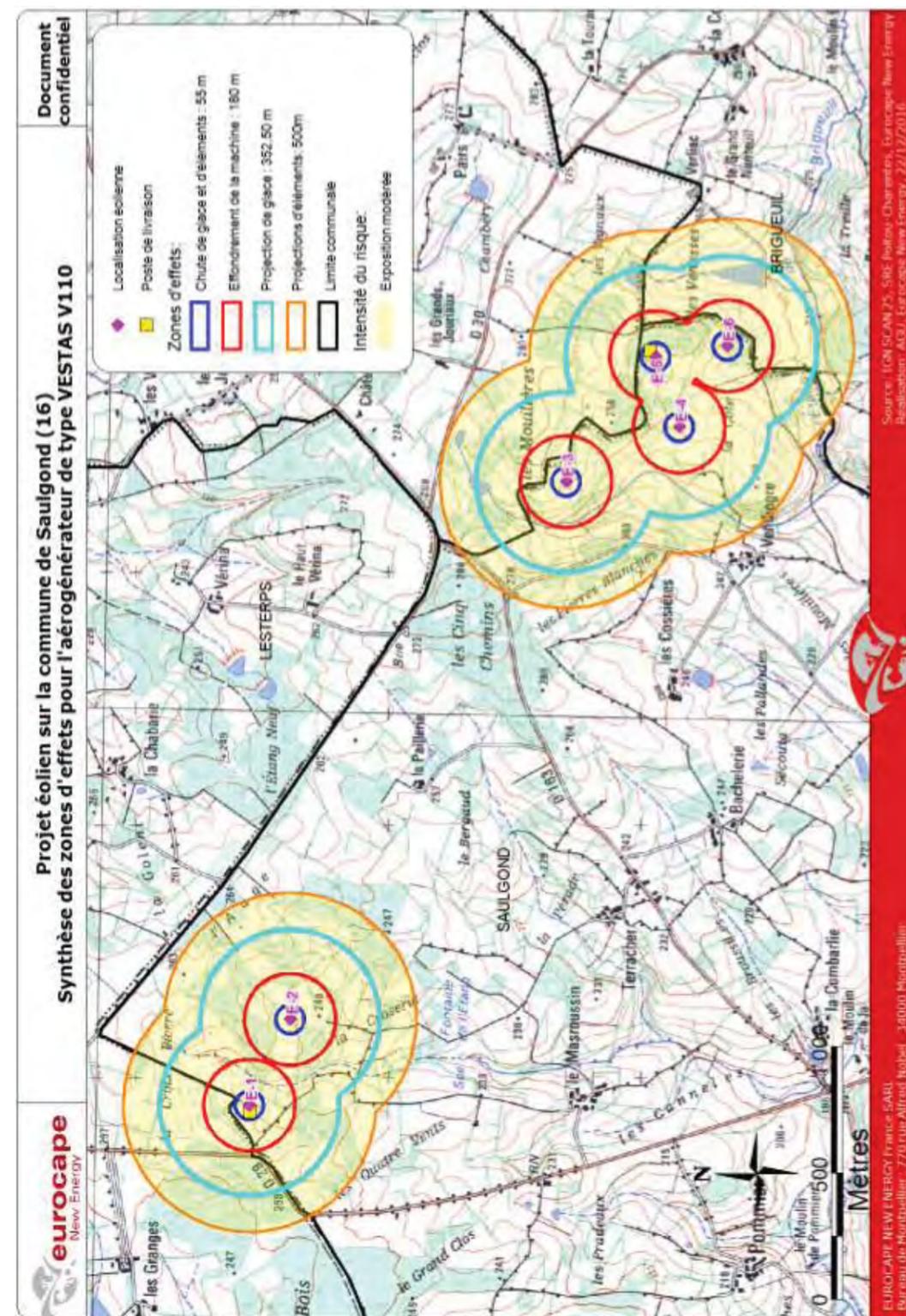
SCENARIO	ZONE D'EFFET	CINETIQUE	INTENSITE	PROBABILITE	GRAVITE
N°1 Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (H = 180 m)	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée  Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8
N°2 Chute de glace	Zone de survol des pales soit un disque de rayon correspondant à un demi- diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne (R = 55 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée  Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8
N°3 Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol des pales soit un disque de rayon correspondant à un demi- diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne (R = 55 m)	Rapide	Exposition Modérée	C	Modérée  Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8
N°4 Projection d'éléments de l'éolienne	Distance d'effet de 500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée  Pour les éoliennes E1, E3, E5 à E8
N°5 Projection de glace	Distance d'effet de 352,50 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée  Pour les éoliennes E1, E3, E5, E6, E7, E8

Grille d'acceptabilité des risques pour l'aérogénérateur VESTAS V110

GRAVITE DES CONSEQUENCES	CLASSE DE PROBABILITE				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX	Yellow	Red	Red	Red	Red
CATASTROPHIQUE	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
IMPORTANT	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
SERIEUX	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
MODERE	Green	Effondrement de l'éolienne (1) / Projection d'éléments de l'éolienne (4)	Chute d'élément de l'éolienne (3)	Projection de glace(5)	Chute de glace (2)

Légende de la matrice

NIVEAU DE RISQUE	COULEUR	ACCEPTABILITE
Risque très faible	Green	acceptable
Risque faible	Yellow	acceptable
Risque important	Red	non acceptable



**ANNEXE 7 – COURRIERS DE GRTGAZ**

EUROCAPE New Energy France

770 rue Alfred Nobel  
34000 MONTPELLIER

*A l'attention de Sarah FELIX-FAURE*

VOS RÉF. P14-0506  
NOS RÉF. EOL 4 / RPCL / CR / P14-0585  
INTERLOCUTEUR Cécile RIBARDIERE Tel : 05 45 24 24 79 Fax : 05 45 24 24 26  
COURRIEL grt-rca-ttu-pcl@grtgaz.com  
OBJET PROJET EOLIEN)  
COMMUNE(S) SAULGOND (16)

Angoulême, le 02/06/2014

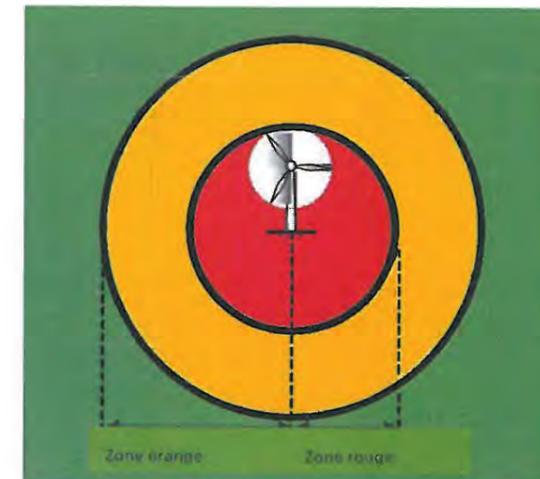
Madame,

Nous accusons réception de votre courrier concernant les caractéristiques des éoliennes pour le Parc éolien de SAULGOND (16) cité en objet.

Votre projet est implanté à proximité de nos canalisations de transport de gaz naturel haute pression

- LESTERPS- LIMOGES LE MOULIN - DN 200 – PMS 67,7 bar
- LESTERPS- ST JUNIEN LA FABRIQUE - DN 300 – PMS 67,7 bar

Après examen de vos données, GRTgaz a pu établir une feuille de calcul de sécurité qu'il est indispensable de prendre en compte. Il en ressort que votre projet sera implanté en **ZONE ROUGE**.



**IL EST PREFERABLE QU'AUCUN OUVRAGE** ne se trouve dans cette zone sans une étude spécifique effectuée au cas par cas et validée par un tiers expert.

EUROCAPE New Energy France

770 rue Alfred Nobel  
34000 MONTPELLIER

A l'attention de M. Gauthier BOUSQUET

En cas de chute de l'éolienne, votre ouvrage étant situé en **ZONE ROUGE**, il convient de s'assurer que la vibration transmise dans le sol ne provoquera aucun dommage sur notre canalisation supérieur à l'équivalent d'un séisme significatif.

Il est considéré comme séisme significatif, le séisme potentiel rencontré dans une zone I<sub>B</sub> représenté par une vitesse particulière maximale de 200 mm/s. La tenue générale des canalisations de transport posées en zone I<sub>B</sub> est justifiée dans le guide AFPS (Association Française du génie Para Sismique).

Concernant les tronçons de canalisation situés en **ZONE ROUGE**, un avis favorable de notre part nécessitera un engagement sur la garantie de la qualité de conception, de construction et d'exploitation des aérogénérateurs cités dans ce projet à savoir :

- Plan de maintenance périodique.
- Engagement de prise en charge financière, en cas de chute de l'aérogénérateur, de l'inspection et la réparation éventuelle de notre ouvrage.
- Si ce n'est déjà fait, nous vous rappelons qu'il est **impératif de consulter le Guichet Unique** afin de vérifier si vous devez nous adresser une DT/DICT (dans un délai de 9 jours avant le début des travaux) et nous faire parvenir la certification (Germanischer Lloyd) de l'éolienne qui sera implantée.

Ainsi nous ne pourrons donner un accord définitif concernant le projet en objet que moyennant un engagement sur la fourniture des éléments précédents.

Il conviendra de :

- Vérifier avec nos services si la mise en œuvre du projet (passage de véhicules, installations de lignes électriques, déplacement éventuel des déversoirs de protection cathodique de notre ouvrage) est bien compatible avec les règles de l'art de travaux à proximité de gazoducs.
- Se conformer aux dispositions de la convention de servitudes attachée à cette parcelle qui précise notamment l'existence d'une zone non-aedificandi de 2 mètres. Nous rappelons également que dans cette bande de servitudes, seuls les murs de moins de 0,40 mètre de hauteur sont possibles ainsi que la plantation d'arbres de moins de 2,7 mètres de hauteur et dont les racines descendent à moins de 0,6 mètre, les modifications de profil du terrain ne sont pas permises. Enfin l'implantation de clôtures devra faire l'objet d'un accord avec GRTgaz.

**DANS TOUS LES CAS, L'EOLIENNE NE POURRA ETRE IMPLANTEE A MOINS DE 30 METRES D'UNE CANALISATION DE TRANSPORT DE GAZ NATUREL HAUTE PRESSION.**

Nous restons à votre disposition pour tout renseignement complémentaire et nous vous prions d'agréer, Madame, l'expression de nos salutations distinguées.

Le Responsable du Département Travaux Tiers & Données  
Laurent MUZART

**C. BOUVIER**

Service Travaux Tiers et Urbanisme- Site Nantes  
10 quai Emile Cormerais - CS 10002 - 44801 ST HERBLAIN Cedex  
téléphone 02 40 38 86 29 - télécopie 02 40 38 85 85

Service Travaux Tiers et Urbanisme - Site Angoulême  
62 rue de la Brigade Rac - ZI Rabion 16023 Angoulême Cedex -  
téléphone 05.45.24.24.29 - télécopie 05.45.24.24.26

[www.grtgaz.com](http://www.grtgaz.com)

SA au capital de 536 920 790 euros - RCS Nanterre 440 117 620

VOS RÉF. P14-0354  
NOS RÉF. EOL 2 / RPCL / CR / P14-0581  
INTERLOCUTEUR Cécile RIBARDIERE Tel : 05 45 24 24 79 Fax : 05 45 24 24 26  
COURRIEL grt-rca-ttu-pcl@grtgaz.com  
OBJET PROJET D'IMPLANTATION AEROGENERATEURS  
COMMUNE(S) LESTERPS (16)

Angoulême, le 27/05/2014

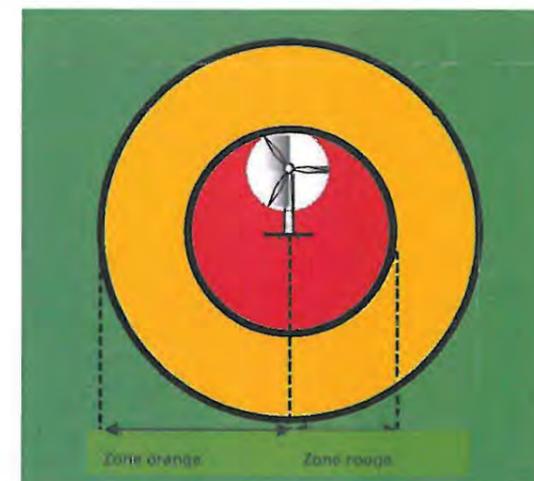
Monsieur,

Nous accusons réception de votre courrier concernant les caractéristiques des éoliennes pour le Parc éolien de LESTERPS (16) cité en objet.

Votre projet est implanté à proximité de notre canalisation de transport de gaz naturel haute pression

- ❖ LESTERPS-VEYRAC DN 200 de PMS 67,7 bar.
- ❖ LESTERPS-ST JUNIEN DN 300 de PMS 67,7 bar.

Après examen de vos données, GRTgaz a pu établir une feuille de calcul de sécurité qu'il est indispensable de prendre en compte. Il en ressort que votre projet sera implanté en **ZONE VERTE** et donc qu'aucune mesure n'est nécessaire sur l'ouvrage.



Service Travaux Tiers et Urbanisme- Site Nantes  
10 quai Emile Cormerais - CS 10002 - 44801 ST HERBLAIN Cedex  
téléphone 02 40 38 86 29 - télécopie 02 40 38 85 85

Service Travaux Tiers et Urbanisme - Site Angoulême  
62 rue de la Brigade Rac - ZI Rabion 16023 Angoulême Cedex -  
téléphone 05.45.24.24.29 - télécopie 05.45.24.24.26

[www.grtgaz.com](http://www.grtgaz.com)

SA au capital de 536 920 790 euros - RCS Nanterre 440 117 620



Direction des Opérations  
Pôle Exploitation Centre Atlantique  
Département Maintenance - Données - Travaux Tiers



En cas de chute de l'éolienne, votre ouvrage étant situé en **ZONE VERTE**, la vibration transmise dans le sol ne provoquera aucun dommage sur notre canalisation.

Les vibrations sont représentées par la notion de vitesse particulière. Le seuil de vitesse particulière acceptable dans cette zone est de 50mm/s.

Il conviendra de vérifier avec nos services si la mise en œuvre du projet (passage de véhicules, installations de lignes électriques, déplacement éventuel des déversoirs de protection cathodique de notre ouvrage) est bien compatible avec les règles de l'art de travaux à proximité de gazoducs.

Si ce n'est déjà fait, nous vous rappelons qu'il est **impératif de consulter le Guichet Unique** afin de vérifier si vous devez nous adresser une DT/DICT (dans un délai de 9 jours avant le début des travaux) et nous faire parvenir la certification (Germanischer Lloyd) de l'éolienne qui sera implantée.

Nous restons à votre disposition pour tout renseignement complémentaire et nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos salutations distinguées.

Le Responsable du Département Travaux Tiers & Données  
Laurent MUZART

**C. BOUVIER**

EUROCAPE NEW ENERGY

770 rue Alfred Nobel  
34000 Montpellier

A l'attention de Mme FERRARI Marie-Adissa

VOS RÉF. -  
NOS RÉF. LT-EOL GSF0048 / RPCL / NMO / P2016-000063  
INTERLOCUTEUR Nadia MOULINEC Tel : 05 45 24 23 72 Fax : 05 45 24 24 26  
COURRIEL BLG-GRT-DO-PECA-TTU-RPCL@grtgaz.com  
OBJET Projet éolien  
COMMUNE(S) SAULGOND 16

Angoulême, le 25 mai 2016,

Madame,

Nous avons bien pris note du projet de création de PARC EOLIEN sur le territoire des communes citées en référence.

L'emprise de votre projet impacte nos ouvrages de transport de gaz naturel haute pression :

Canalisation	Diamètre Nominal (DN)	Pression Maximale de Service (PMS) en bar	(1) Zone d'effets Dominos (m)
LESTERPS_LIMOGES LE MOULIN	200	67,7	55
LESTERPS_ST JUNIEN LA FABRIQUE	300	67,7	90

(1) Bande des effets dominos, située de part et d'autre des ouvrages, associée au phénomène dangereux de référence majorant.

Dans le cadre d'un projet d'Installation Classée Pour l'Environnement (ICPE), nous vous informons que nos ouvrages sont assujettis à 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.

Le Maître d'ouvrage du projet doit tenir compte, dans l'Étude de Dangers de son installation, de l'existence de nos ouvrages de transport de gaz et prévoir toutes dispositions afin qu'un incident ou un accident au sein de son Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) n'ait pas d'impact sur nos ouvrages.

Service Travaux Tiers et Urbanisme- Site Nantes  
10 quai Emile Cormerais - CS 10002 - 44801 ST HERBLAIN Cedex  
téléphone 02 40 38 86 29 - télécopie 02 40 38 85 85

Service Travaux Tiers et Urbanisme - Site Angoulême  
62 rue de la Brigade Rac - ZI Rabion 16023 Angoulême Cedex -  
téléphone 05.45.24.24.29 - télécopie 05.45.24.24.26

[www.grtgaz.com](http://www.grtgaz.com)

SA au capital de 538 165 490 euros - RCS Nantes 440 117 620

Service Travaux Tiers et Urbanisme- Site Nantes  
10 quai Emile Cormerais - CS 10002 - 44801 ST HERBLAIN Cedex  
téléphone 02 40 38 86 29 - télécopie 02 40 38 85 85

Service Travaux Tiers et Urbanisme - Site Angoulême  
62 rue de la Brigade Rac - ZI Rabion 16023 Angoulême Cedex -  
téléphone 05.45.24.24.29 - télécopie 05.45.24.24.26

[www.grtgaz.com](http://www.grtgaz.com)

SA au capital de 538 165 490 euros - RCS Nanterre 440 117 620



GRTgaz se tient à la disposition du maître d'ouvrage pour lui fournir les éléments utiles en cas de besoin en cas d'implantation d'une éolienne dans la bande des effets domino précédemment indiquée.

De plus, en ce qui concerne l'implantation de parc éolien au regard des ouvrages de transport de gaz naturel existants, les prescriptions suivantes doivent être respectées :

- La distance minimale à respecter entre nos ouvrages et une éolienne doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur (longueur d'une pale ajoutée à la hauteur de la tour),
- Les aspects électriques (HTA) liés aux implantations du parc éolien et au réseau électrique associé doivent être analysés à moins de 500 m de nos ouvrages.

Toutefois et d'après les caractéristiques des éoliennes que vous nous avez transmis, à savoir :

Modèle GAMESA G 114 :

Hauteur de la tour – Ht	125	En mètre
Masse de la tour de l'éolienne - Mt	312.1	En tonne
Masse totale du rotor, de la nacelle et des pales - Mr	128	En tonne
Rayon du rotor (longueur d'une pale) - R	56	En mètre

Modèle VESTAS V110 :

Hauteur de la tour – Ht	125	En mètre
Masse de la tour de l'éolienne - Mt	318	En tonne
Masse totale du rotor, de la nacelle et des pales - Mr	90.5	En tonne
Rayon du rotor (longueur d'une pale) - R	54	En mètre

La distance d'éloignement à respecter est de **225 mètres** pour le modèle GAMESA G 114 et de **220 mètres** pour le modèle VESTAS V110 (sous réserve du choix définitif des éoliennes).

Ainsi nous ne pourrions donner un accord définitif concernant le projet en objet que moyennant un engagement sur la fourniture des éléments précédents.

En outre, en complément de la distance d'éloignement d'implantation des éoliennes, il conviendra que les aménagements et constructions connexes (voiries incluses), respectent les recommandations techniques jointes en annexe au courrier.

Vous trouverez également en pièces jointes un plan approximatif de nos ouvrages. En cas de nécessité, notre représentant, peut effectuer à titre gracieux, à la demande du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre, le repérage de notre canalisation sur le terrain et la matérialisation de la bande de servitude. Dans ce cas, veuillez prendre contact avec notre interlocuteur Nadia MOULINEC Tel : 05 45 24 23 72 Fax : 05 45 24 24 26 qui vous mettra en relation avec notre Service Exploitation.

Enfin, d'un manière générale pour tous les projets et travaux, le Code de l'Environnement – Livre V – Titre V – Chapitre IV impose à tout responsable d'un projet de travaux, sur le domaine public comme dans les propriétés privées, de consulter le Guichet Unique des réseaux (téléservice [www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr](http://www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr)) afin de prendre connaissance des nom et adresse des exploitants de réseaux présents à proximité de son projet, puis de leur adresser une Déclaration de projet de Travaux (DT).

Service Travaux Tiers et Urbanisme- Site Nantes  
10 quai Emile Cormerais - CS 10002 - 44801 ST HERBLAIN Cedex  
téléphone 02 40 38 86 29 - télécopie 02 40 38 85 85

Service Travaux Tiers et Urbanisme - Site Angoulême  
62 rue de la Brigade Rac – ZI Rabion 16023 Angoulême Cedex -  
téléphone 05.45.24.24.29 - télécopie 05.45.24.24.26

[www.grtgaz.com](http://www.grtgaz.com)  
SA au capital de 538 165 490 euros - RCS Nanterre 440 117 620



Les exécutants de travaux doivent également consulter le Guichet Unique des réseaux et adresser aux exploitants s'étant déclarés concernés par le projet une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT).

Conformément à l'article R.554-26 du Code de l'Environnement, lorsque le nom de GRTgaz est indiqué en réponse à la consultation du Guichet Unique des réseaux, **les travaux ne peuvent être entrepris tant que GRTgaz n'a pas répondu à la DICT.**

De plus, tout travail de terrassement au droit de notre canalisation ne pourra être réalisé qu'en présence d'un représentant de GRTgaz.

Restant à votre disposition pour tout complément que vous jugeriez utile, nous vous prions d'agréer, Madame, l'expression de nos salutations distinguées.

Le Responsable du Département Maintenance, Travaux Tiers & Données  
Laurent MUZART

PJ :

- Extrait de plan approximatif de nos installations
- Recommandations techniques applicables pour les projets d'aménagements, à respecter.

Service Travaux Tiers et Urbanisme- Site Nantes  
10 quai Emile Cormerais - CS 10002 - 44801 ST HERBLAIN Cedex  
téléphone 02 40 38 86 29 - télécopie 02 40 38 85 85

Service Travaux Tiers et Urbanisme - Site Angoulême  
62 rue de la Brigade Rac – ZI Rabion 16023 Angoulême Cedex -  
téléphone 05.45.24.24.29 - télécopie 05.45.24.24.26

[www.grtgaz.com](http://www.grtgaz.com)  
SA au capital de 538 165 490 euros - RCS Nanterre 440 117 620

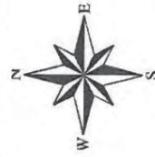


Date d'édition  
23/05/2016

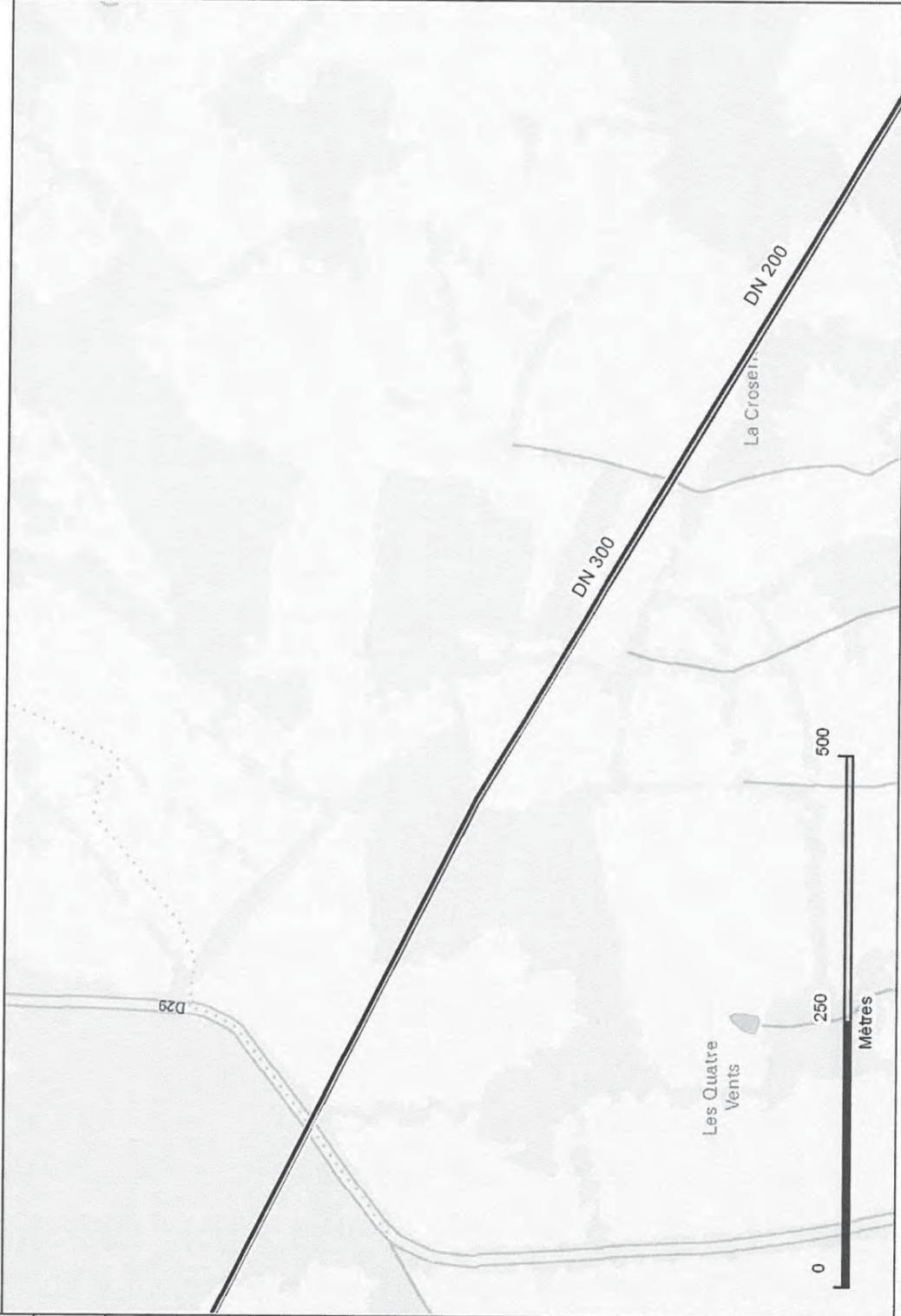
Référence  
1605236677

- Réseau GRTgaz
- En construction
- Réseau en service
- == Réseau accessoire
- + Réseau hors service
- DN : Diamètre Nominal de la canalisation
- ⚡ Sectionnement
- ☑ Installations GRTgaz

RGF93 Lambert 93



FranceRaster@IGN



Edition transmise en réponse à une DT - Localisation des ouvrages GRTgaz en précision C sur le plan. Précision B disponible si besoin - Profondeur minimale d'enfouissement à la pose de 40 cm sauf points spéciaux, pouvant atteindre plusieurs mètres par endroit. RAPPEL article R.554-26 du Code de l'Environnement : INTERDICTION D'ENTREPRENDRE DES TRAVAUX AVANT UN RENDEZ-VOUS SUR SITE AVEC GRTGAZ

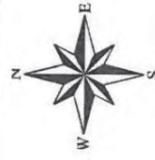


Date d'édition  
23/05/2016

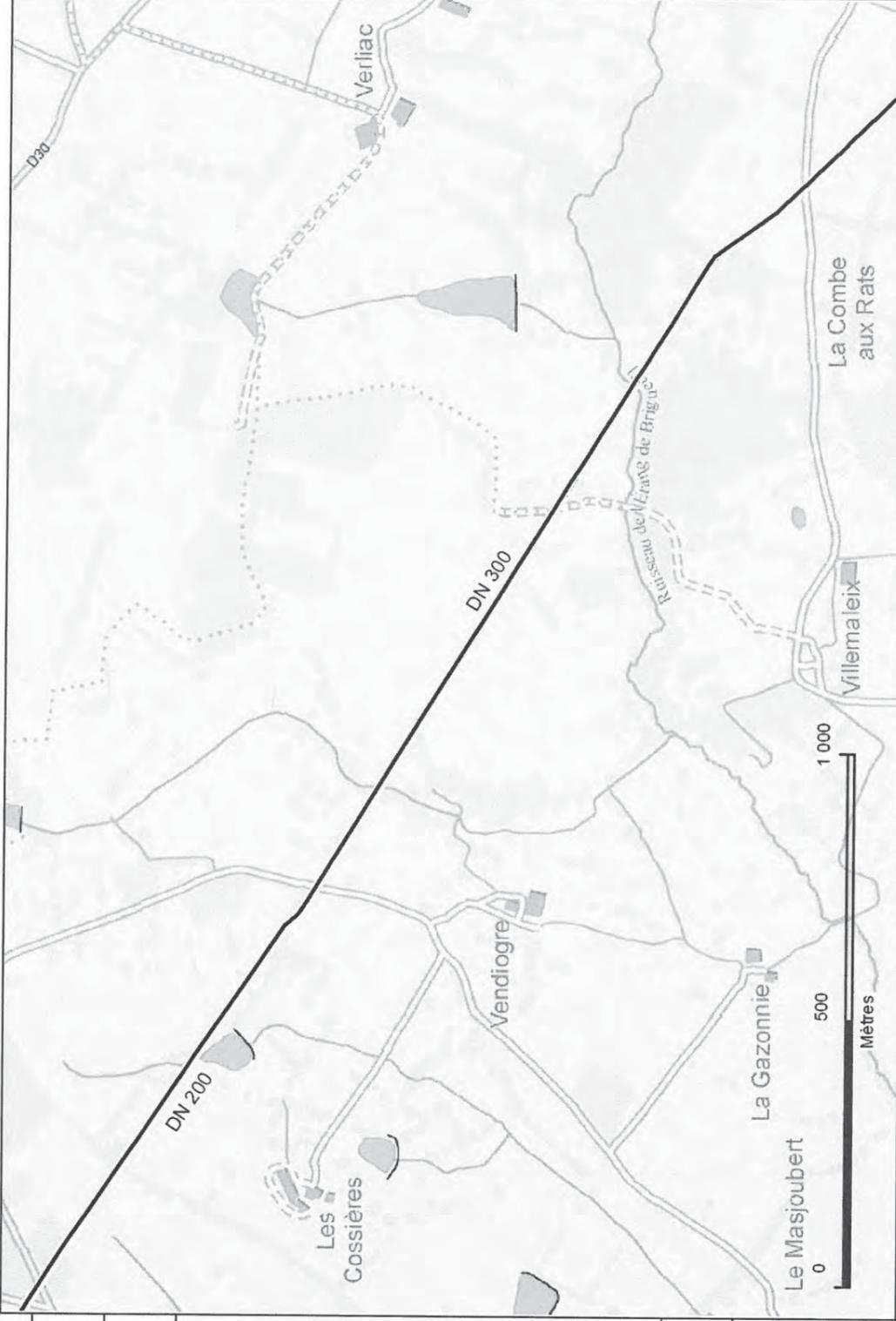
Référence  
1605236680

- Réseau GRTgaz
- En construction
  - Réseau en service
  - == Réseau accessoire
  - + Réseau hors service
- DN : Diamètre  
Nominal de la  
canalisation
- ⊠ Sectionnement
  - ☑ Installations GRTgaz

RGF93 Lambert 93



FranceRaster©IGN



Edition transmise en réponse à une DT - Localisation des ouvrages GRTgaz en précision C sur le plan. Précision B disponible si besoin - Profondeur minimale d'enfouissement à la pose de 40 cm sauf points spéciaux, pouvant atteindre plusieurs mètres par endroit. RAPPEL article R.554-26 du Code de l'Environnement : INTERDICTION D'ENTREPRENDRE DES TRAVAUX AVANT UN RENDEZ-VOUS SUR SITE AVEC GRTGAZ



## GRTgaz VOUS INFORME DES RECOMMANDATIONS TECHNIQUES APPLICABLES POUR LES PROJETS D'AMÉNAGEMENTS OU DE TRAVAUX À PROXIMITÉ DES OUVRAGES DE TRANSPORT DE GAZ NATUREL

### AVERTISSEMENT

Les dispositions contenues dans le présent document constituent des recommandations qui ne présentent aucun caractère exhaustif et qui ne sauraient de quelque manière que ce soit se substituer aux obligations (réglementaires, techniques ou contractuelles) de toute personne physique ou morale qui projette des travaux à proximité d'un ouvrage de transport de gaz naturel.

### 1. INTRODUCTION

Le transport du gaz naturel à haute pression est essentiellement effectué par des canalisations en acier enterrées, recouvertes extérieurement d'un revêtement et comportant des installations annexes, des points singuliers souterrains, aériens ou subaquatiques. L'accrochage de l'une de ces canalisations ou installations peut avoir des conséquences particulièrement graves pour les personnes et entraîner par ailleurs l'arrêt de l'alimentation des communes et des clients industriels desservis par ces ouvrages.

### 2. RAPPEL DE LA RÉGLEMENTATION RELATIVE À LA MAÎTRISE DE L'URBANISATION

A chaque ouvrage de transport de gaz naturel sont associées des Servitudes d'Utilité Publique (SUP) correspondant à des zones de dangers au sein desquelles des limitations et interdictions existent en terme d'urbanisation.

En particulier, des interdictions d'implantation des ERP (Etablissement Recevant du Public) existent dans ces bandes de dangers.

Pour tout projet d'urbanisation ou d'aménagement, le maître d'ouvrage doit se rapprocher de GRTgaz afin de soumettre l'analyse de compatibilité de son projet d'aménagement avec l'ouvrage de transport de gaz naturel concerné. Les délais nécessaires pour réaliser la mise en conformité éventuelle des ouvrages de transport de gaz naturel avec l'évolution projetée de l'urbanisation ou de l'environnement sont à prendre en compte par le maître d'ouvrage dans la planification de son projet.

### 3. INFORMATION DE GRTgaz SUR LES PROJETS DE TRAVAUX ET D'AMÉNAGEMENT

Il est souhaitable, dans un but d'efficacité et parce que les impacts sur les ouvrages de transport peuvent être importants, que GRTgaz soit informé de la nature des aménagements ou des travaux projetés le plus tôt possible, voire au premier stade de l'élaboration du projet. Toute modification apportée au projet par le maître d'ouvrage doit être communiquée à GRTgaz.



## POUR VOS DÉCLARATIONS DE PROJETS ET DE TRAVAUX

Les coordonnées de GRTgaz sont fournies lors de la consultation du site du Guichet Unique :



Document GRTgaz / Mars 2014

### 4. RAPPEL DE LA RÉGLEMENTATION ANTI-ENDOMMAGEMENT

#### 4.1 DÉCLARATIONS PRÉALABLES AUX PROJETS DE TRAVAUX ET AUX TRAVAUX

Le Code de l'Environnement – Livre V – Titre V – Chapitre IV impose à tout responsable d'un projet de travaux, sur le domaine public comme dans les propriétés privées, de consulter le Guichet Unique des réseaux (téléservice [www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr](http://www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr)) afin de prendre connaissance des noms et adresses des exploitants de réseaux présents à proximité de son projet, puis de leur adresser une Déclaration de projet de Travaux (DT). Les exécutants de travaux doivent également consulter le Guichet Unique des réseaux et adresser aux exploitants s'étant déclarés concernés par le projet une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT).

Conformément à l'article R.554-26 du Code de l'Environnement, lorsqu'un réseau de GRTgaz est concerné, les travaux ne doivent en aucun cas être entrepris avant la réponse de GRTgaz à la DICT et la réunion sur site obligatoire. Pour plus d'informations, [www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr](http://www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr)

#### 4.2 GUIDE TECHNIQUE RELATIF AUX TRAVAUX À PROXIMITÉ DES RÉSEAUX

L'article R. 554-29 du Code de l'environnement prévoit l'existence d'un guide élaboré par les professionnels concernés pour préciser les recommandations et prescriptions techniques à appliquer à proximité des ouvrages en service, ainsi que les modalités de leur mise en œuvre. Ces recommandations et prescriptions doivent assurer la conservation et la continuité de service des ouvrages, ainsi que la sauvegarde de la sécurité des personnes et des biens et la protection de l'environnement.

Ce guide à usage obligatoire est un catalogue de recommandations et de prescriptions techniques accessible sur le site du Guichet Unique des réseaux. [www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr](http://www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr)

## 5. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES POUR LES PROJETS DE TRAVAUX DE TIERS

Les canalisations établies en domaine privé font l'objet de conventions de servitude non aedificandi et non sylvandi régissant la nature des travaux pouvant y être effectués. D'une manière générale, ces conventions créent une bande de servitude de largeur variable pouvant atteindre 20 mètres où seuls les murets de moins de 0,4 m de hauteur et de profondeur, ainsi que la plantation d'arbres de moins de 2,7 m de haut dont les racines descendent à moins de 0,6 m de profondeur, sont autorisés. Même provisoires, les modifications de profil du terrain, constructions, stockages ainsi que la pose de réseaux en parallèle à notre ouvrage dans la bande de servitude sont interdits. En domaine public, les plantations d'arbres doivent être réalisées conformément à la norme NF-P98-332 et soumises à l'approbation de GRTgaz.

### 5.1 RECOMMANDATIONS POUR LA CONCEPTION

a) Lignes, câbles électriques ou postes de transformation de tension supérieure ou égale à 50 kV en parallèle au tracé d'un ouvrage de transport de gaz naturel.

Une étude globale électrique prenant en compte les éléments suivants, doit être présentée à GRTgaz.

⇒ Proximité d'installations de tension supérieure à 50 kV : contrainte d'induction

Le projet doit respecter les réglementations, normes et règles de l'art en vigueur et plus particulièrement la norme NF-EN-50443 concernant les effets des perturbations électromagnétiques causées par les systèmes de traction électrique et/ou les réseaux électriques H.T. en courant alternatif.

Dans le cas de présence de lignes ou câbles électriques de tension supérieure ou égale à 50 kV en parallèle à nos ouvrages, un calcul de montée en tension par induction doit être réalisé en fonctionnement normal et en condition de défaut et soumis à GRTgaz pour approbation.

Ainsi, il n'est pas admis que la canalisation soit soumise à une tension alternative induite en régime permanent supérieure à 15 V (selon recommandations de la norme NF-XP CENTS 15280). La valeur limite de tension due à l'interférence en régime de défaut ne doit pas dépasser 2000 V (valeur efficace) en tout point du système de canalisation et 650 V au niveau des parties normalement accessibles au toucher (robinets ...)

⇒ Proximité de pylônes électriques de tension supérieure à 50 kV : contrainte de conduction

Les distances minimales à respecter sont les suivantes :

Tension nominale de la ligne (kV)	Distance minimale (en m) à respecter entre la canalisation et le pied de pylône pour une résistivité de sol $\leq 1000 \Omega.m$	
	sans câble de garde	avec câble de garde
63	100	20
90	100	22
225	300	65
400	620	105

Si ces distances ne peuvent être respectées ou si la résistivité du sol est supérieure aux 1000  $\Omega.m$  une étude spécifique doit être systématiquement menée et soumise à l'approbation de GRTgaz.

⇒ Ligne électrique en surplomb d'installations de transport de gaz naturel de surface

Le surplomb d'installations de transport de gaz naturel de surface est interdit. La distance minimale à respecter entre ces installations gazières et une ligne électrique est soumise à l'approbation de GRTgaz.

⇒ Poste de transformation électrique de tension supérieure ou égale à 50 kV

La canalisation doit être située à l'extérieur de la sphère d'équipotentialité à 2 kV autour du poste de transformation en cas de défaut, les accessoires associés (robinets...) à l'extérieur de la sphère 650 V.

b) Prise de terre des lignes électriques, tous niveaux de tensions confondus, ou paratonnerre.

La distance minimale entre un ouvrage et l'extrémité la plus proche d'une quelconque ligne de terre d'installation électrique ou d'un paratonnerre est de 5 mètres.

c) Mines, carrières, extraction de matériaux.

La définition du périmètre d'exploitation de ces installations doit prendre en compte l'existence des ouvrages de transport de gaz naturel et l'influence des éventuels mouvements du sol sur les ouvrages du transport de gaz.

Une étude géologique sur la stabilité des terrains doit être fournie à GRTgaz pour les ouvrages situés à moins de cinquante mètres du périmètre d'exploitation. Par ailleurs, une distance minimale par rapport à l'ouvrage de transport de gaz naturel est à respecter et l'utilisation d'explosifs est soumise aux dispositions du paragraphe 5.4.

Des dispositifs de suivi des déplacements du sol et des contraintes mécaniques s'exerçant sur la canalisation peuvent être demandés par GRTgaz. La circulation des engins est traitée selon les dispositions prévues au paragraphe 5.3.

d) Voies ferrées : trains, tramways...

L'implantation éventuelle de voies ferrées au-dessus d'une canalisation existante n'est pas admise sans la prise en compte des efforts mécaniques supplémentaires induits sur la canalisation. Une étude spécifique doit être fournie à GRTgaz par le maître d'ouvrage.

Dans le cas de voies électrifiées ou l'électrification de voies existantes, l'influence éventuelle de l'électrification sur le fonctionnement des dispositifs de protection contre la corrosion des canalisations doit être examinée conjointement.

e) Routes, autoroutes, creusements, constructions d'ouvrages d'art et de bâtiments...

En complément du respect de la bande de servitude associée à ses canalisations, les ouvrages de transport de gaz naturel de GRTgaz sont soumis à des dispositions réglementaires qui associent notamment les caractéristiques mécaniques des ouvrages (nuance d'acier, épaisseur) au degré d'urbanisation et au caractère de l'environnement (domaine public national, établissement recevant du public, installations classées pour la protection de l'environnement... [voir également paragraphe 2]). Le maître d'ouvrage doit se rapprocher de GRTgaz pour déterminer la compatibilité de son projet d'aménagement avec l'ouvrage concerné. Les délais nécessaires pour réaliser la mise en conformité éventuelle des ouvrages de transport de gaz naturel avec l'évolution projetée de l'urbanisation ou de l'environnement sont à prendre en compte par le maître d'ouvrage dans la planification de son projet.

Les frais correspondants font l'objet d'une convention préalable financière et technique entre les parties. Dans le cas de fouilles,

terrassements ou sondages de profondeurs supérieures à 3 m à proximité de la canalisation, le maître d'ouvrage doit pouvoir fournir une étude garantissant la stabilité du terrain. L'utilisation d'explosifs ou d'autres techniques génératrices de vibrations est soumise aux dispositions du paragraphe 5.4.

f) Stations service, ICPE, installations à risque d'incendie, d'explosion, d'inflammation...

Une distance minimale est recommandée entre les installations gazières et les installations citées. Cette distance est soumise à l'approbation de GRTgaz.

En outre, nos ouvrages sont assujettis à 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 danger des installations classées. Le Maître d'ouvrage du projet doit tenir compte, dans son étude de dangers, de l'existence des ouvrages de transport de gaz et prévoir toute disposition afin qu'un incident ou un accident au sein de l'ICPE n'ait pas d'impact sur notre ouvrage.

g) Eoliennes.

La distance minimale à respecter entre nos ouvrages et une éolienne doit être supérieure ou égale à 4 fois le cumul de la hauteur du mât, augmentée de la longueur de la pale montée sur le rotor. Cette distance ne pourra être inférieure à 200 mètres. Si ces distances ne peuvent être respectées, le maître d'ouvrage devra se rapprocher de GRTgaz pour juger de la compatibilité de son projet avec les ouvrages concernés.

h) Implantations de grue à tour ou mobile (ou autre structure présentant des risque de renversement ou de chutes de masse accrochée).

Une distance minimale est recommandée entre les installations gazières et les installations citées. Cette distance est soumise à l'approbation de GRTgaz.

i) Fossés - drainages.

La profondeur minimale d'enfouissement des canalisations doit toujours être conforme à la réglementation applicable. Les travaux ne doivent pas avoir pour conséquence de modifier cette profondeur sans accord préalable de GRTgaz.

La création de fossés au dessus de canalisations existantes est contraire aux conventions de servitudes (voir paragraphe 5). Cette création peut néanmoins être étudiée. Le maître d'ouvrage doit se rapprocher de GRTgaz pour déterminer la compatibilité de son projet avec les canalisations concernées. Les plans de drainage doivent être communiqués à GRTgaz et les croisements multiples des installations de drainage avec les canalisations sont à éviter.

### 5.2 POSE DE CONDUITES, DRAINS, OU CÂBLES

a) En parcours parallèle.

**En domaine public**, la distance entre les génératrices extérieures de tout nouvel ouvrage et de la canalisation existante doit être supérieure à 0,5 m.

Pour un ouvrage à risque particulier (produit chimique, produit inflammable, produit corrosif, hydrocarbure...), cet écartement est soumis à analyse spécifique et peut être augmenté.

b) Croisement.

Le croisement d'une canalisation doit respecter les préconisations décrites en page 4.

La mise en place, au niveau de chaque croisement, d'un grillage avertisseur pour signaler la présence de la canalisation est impérative. En cas de croisement d'une canalisation de transport de gaz avec un autre réseau ou drain, une distance d'au moins 0,4 m doit séparer les génératrices voisines. Cette distance est portée à 0,5 m dans le cas de réseaux électriques. Pour un ouvrage à risque particulier (produit chimique, produit inflammable, produit corrosif, hydrocarbure...), cet écartement est soumis à analyse spécifique et peut être augmenté.

En cas de croisement de la canalisation avec des câbles ou des conduites placées en fourreau, il y a lieu de s'assurer qu'un débordement suffisant du fourreau existe de part et d'autre du point de croisement.

c) Ouvrage sous protection cathodique.

La pose d'ouvrage sous protection cathodique à proximité d'une canalisation de transport (croisement ou parallélisme) doit faire l'objet d'une étude d'influence mutuelle soumise à l'approbation de GRTgaz.

### 5.3 CHARGE ET/OU CIRCULATION PROVISOIRE AU DESSUS DES CANALISATIONS

Quand un terrain où se trouve une canalisation doit être aménagé, même provisoirement, en aire de stockage, de remblai, en piste d'accès ou aire de stationnement susceptible d'être utilisée par des véhicules lourds, il convient :

- de mesurer la profondeur d'enfouissement de la canalisation suivant une des méthodes qualifiées au guide technique (voir paragraphe 4.2) par celui qui projette les travaux, en relation avec GRTgaz,
- de calculer les niveaux de contraintes induits sur la canalisation par les aménagements, le roulement et le stationnement des véhicules,
- d'installer des dispositifs de protection de la canalisation appropriés pendant toute la durée du chantier.

Les calculs de contraintes et des dispositifs de protection sont soumis à l'agrément de GRTgaz.

### 5.4 VIBRATIONS ET EXPLOSIFS À PROXIMITÉ DES OUVRAGES

L'utilisation d'explosifs, de vibrofonçage ou autres techniques génératrices de vibrations (BRH, compacteur...) est soumise à l'accord préalable de GRTgaz. Dès que la zone d'influence de ce type d'opération est située à moins de 50 m d'un ouvrage de transport de gaz naturel, le maître d'œuvre devra communiquer les informations nécessaires à une prise de décision. En cas de litige, GRTgaz pourra faire appel à un expert agréé.

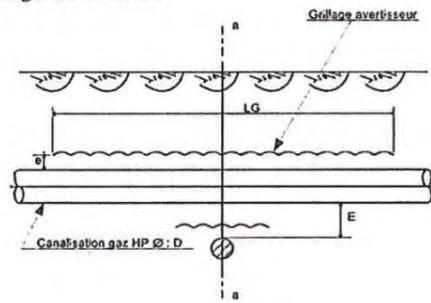
### 5.5 ACCÈS AUX OUVRAGES

L'accès aux ouvrages, installations de surface et canalisations de transport de gaz naturel, doit être maintenu libre pendant toute la durée des travaux.

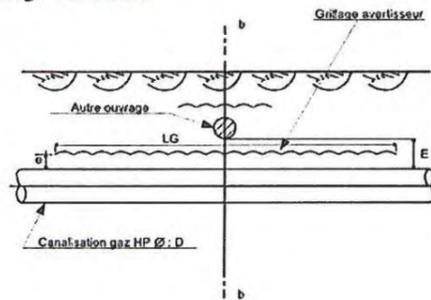
## 6. FRAIS

Les frais entraînés par la mise en œuvre des recommandations qui précèdent ainsi que des recommandations techniques applicables à l'exécution des travaux à proximité des ouvrages de transport de gaz naturel sont à la charge du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre.

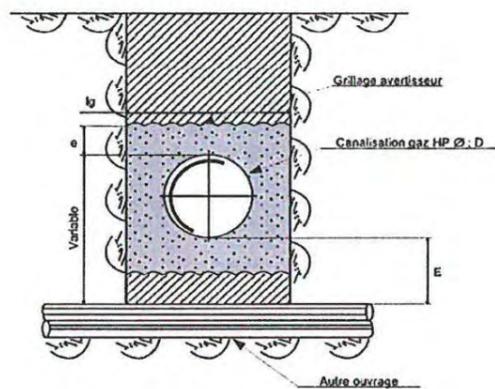
➔ Passage en dessous



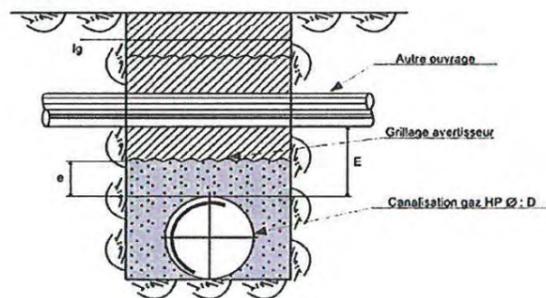
➔ Passage en dessus



➔ Coupe a-a



➔ Coupe b-b



**PRÉCONISATIONS À RESPECTER  
LORS DU CROISEMENT  
D'UNE CONDUITE DE TRANSPORT  
DE GAZ NATUREL  
PAR UN AUTRE OUVRAGE  
(CONDUITE, DRAIN, CÂBLE)**

		Valeur minimale (m) à respecter
<b>E</b>	Distance entre les génératrices de la canalisation et de l'autre ouvrage (cette distance est portée à 0,5 m mini dans le cas de câbles électriques)	0,4
<b>e</b>	Distance min entre la génératrice supérieure de la canalisation et le grillage avertisseur	0,3
<b>LG</b>	Longueur du grillage avertisseur	Suivant l'environnement local
<b>lg</b>	Largeur du grillage avertisseur	D + 0,4

Pour un ouvrage à risque particulier (produit chimique, produit inflammable, produit corrosif, hydrocarbure...), cet écartement est soumis à analyse spécifique et peut être augmenté.



www.grtgaz.com



**ANNEXE 8 – INFORMATIONS SUR LES INSTALLATIONS ELECTRIQUES**

## Information sur les installations électriques

Ce document a pour but de présenter les caractéristiques électriques principales des ouvrages de raccordement entre les éoliennes et jusqu'au poste de livraison qui permet le raccordement au réseau public de distribution concédé à ENEDIS.

### 1 Projet

Le projet de ferme éolienne de SAULGOND, situé en région Poitou-Charentes dans le département de la Charente localisé sur la Commune de SAULGOND sera constitué d'éléments à caractère électrique dont les principaux sont :

- 6 éoliennes assurant la production électrique du projet.
- 2413 m de câbles électriques enterrés assurant le transport de l'énergie.
- Deux postes de Livraison permettant la connexion au réseau public de distribution.

### 2 Réglementation

Les ouvrages électriques qui seront fournis et installés au sein du projet seront réalisés dans les règles de l'art et conformes à la réglementation et aux normes en vigueur.

Toutes les dispositions de mise en œuvre sont conformes à l'arrêté technique du 17 mai 2001, notamment en termes de profondeur minimale d'enfouissement des câbles et de dispositif avertisseur.

Le maître d'ouvrage de ce projet, confirme son engagement dans la réalisation des démarches suivantes :

- Appliquer les prescriptions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique, notamment pour la construction de l'installation et appliquer les normes en vigueur pour l'exploitation de l'installation, notamment pour ce qui concerne le régime de protection contre les défauts électriques ;
- Diligenter un contrôle technique des travaux en application de l'article 13 du décret n°2011-1697 modifié et de l'arrêté d'application du 14 janvier 2013 relatif aux ouvrages des réseaux publics d'électricité et des autres réseaux d'électricité et au dispositif de surveillance et de contrôle des ondes électromagnétiques ;
- Transmettre, conformément à l'article 7 du décret n°2011-1697 modifié, au gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité, les informations permettant à ce dernier d'enregistrer la présence de lignes privées dans son SIG des ouvrages ;
- Procéder aux déclarations préalables aux travaux de construction de l'ouvrage concerné, et enregistrer ce dernier sur le "guichet unique [www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr](http://www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr) " en application des dispositions des articles L554-1 à L554-4 et R554-1 et suivants du code de l'environnement qui sont relatives à la sécurité des réseaux souterrains, aériens ou subaquatiques de transport et de distribution.

### 3 Câbles HTA

- a) Tension du réseau

La tension de référence des ouvrages et matériels utilisés est directement dépendante de la tension de raccordement au réseau public de distribution d'électricité concédé à ENEDIS.

Règlementairement, la tension usuelle des réseaux ENEDIS pour ces puissances de projet est de 15 ou 20 kV. Ci-après, ces niveaux de tension seront nommés HTA.

A noter que ces niveaux de tension seront affinés lors de l'obtention de la convention de raccordement.

- a) Natures des câbles

Le choix de la nature des câbles dépend de la puissance transitée dans chaque câble, la tension et la distance des tronçons de réseaux créés.

Pour ce projet, les câbles composant le réseau HTA seront exclusivement en Aluminium et de type tripolaire.

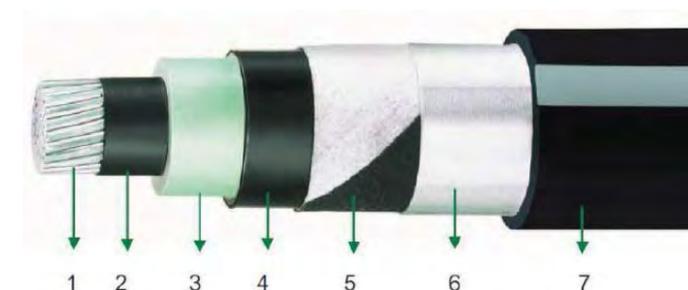


Figure 1 Composants câble HTA

Repère	Désignation	Matériaux	Rôle
1	Âme	Aluminium	Elle assure le transit du courant
2	Ecran	Semi-conducteur	Lisse le champ électrique
3	Isolant	Polyéthylène	En polyéthylène, elle isole l'âme
4	Ecran	Semi-conducteur	Protection du champ électrique
5	Rubanage		Isolation de l'écran
6	Ecran métallique	Cuivre	Confinement du champ électrique, protection contre les courant de court-circuit
7	Gaine extérieure	PE ou PVC	Protection mécanique, isolation de l'écran métallique

- b) Section des câbles

La méthode de calcul des sections minimales de câbles est définie au sein de la norme NFC13-200, applicable aux installations alimentées en courant alternatif sous une tension nominale supérieure à 1 000 V et inférieure ou égale à 245 kV, la fréquence étant de 50 Hz. Ce document traite des installations de production d'énergie, des installations industrielles, tertiaires et agricoles.

Cette norme définit la section limite inférieure à ne pas dépasser ; un câble sous-dimensionné pourrait engendrer des risques humains et matériels.

Dans un objectif écologique et économique, la section sera optimisée dans le but de minimiser les pertes liées à l'échauffement des câbles.

Conformément aux préconisations de la norme NF C13-200, et dans une volonté d'optimisation de ces matériels, nous déterminons les sections suivantes :

Equipement Amont	Equipement Aval	Longueur de tranchée	Longueur de câble	Section de câble	Matériaux
E-1	PDL 1	78	98	120	Aluminium
E-3	PDL 1	461	481	120	Aluminium
E-5	E-6	680	700	120	Aluminium
E-6	PDL 2	383	403	240	Aluminium
E-7	PDL 2	70	90	120	Aluminium
E-8	PDL 2	622	642	120	Aluminium

Il est à noter que les longueurs des câbles, leurs sections et les tranchées dans lesquelles ils seront installés sont précisés ici à titre indicatif. Ces données pourront être revues et affinées à l'obtention des permis de construire.

#### c) Repérage

Pour faciliter les modifications, la maintenance et les réparations des réseaux électriques, des bornes de signalisations seront à placer en limite de parcelle et aux changements de direction en indiquant sur une plaque de repérage le nombre, le type et la profondeur du câble.

#### d) Méthode de pose

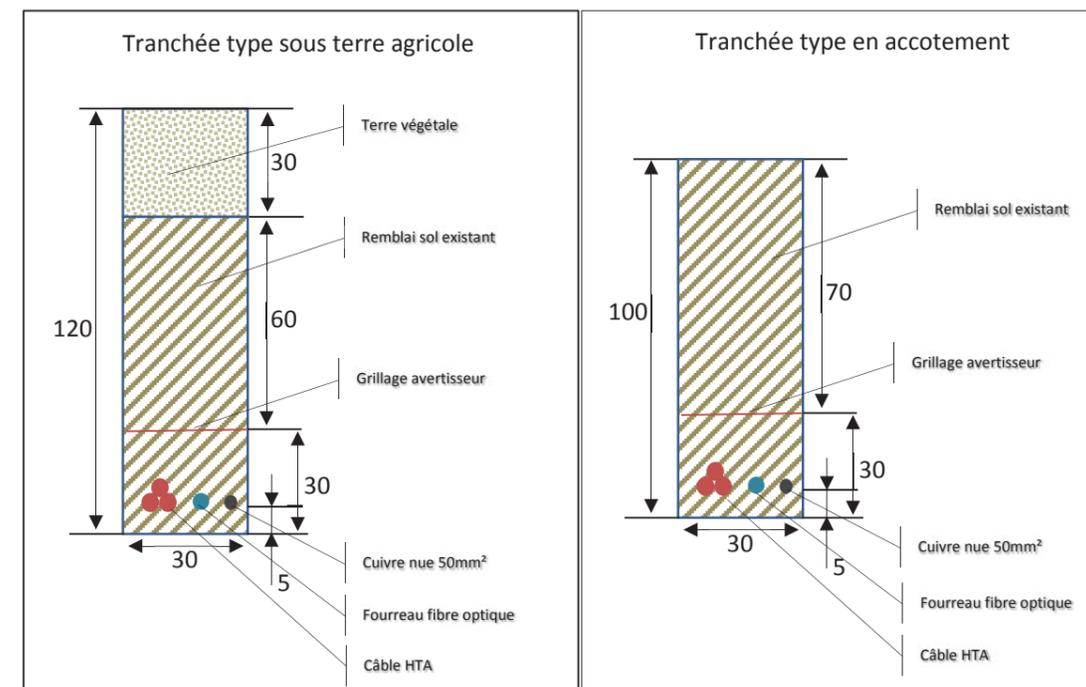
Conformément à l'arrêté technique du 17 mai 2001, les câbles électriques HTA seront posés selon le processus suivant :

- Décapage des terres végétales.
- Ouverture de la tranchée (soit à la pelle mécanique soit à la trancheuse).
- Déroulage du câble sur lit de sable.
- Fermeture et remblai de la tranchée, puis compactage.
- Remise des terres végétales ou finition de surface si sur chemin ou traversée de route.

## 4 Tranchées

Les lignes électriques sont dites sous-terraines, elles sont disposées sous le niveau du sol dans des tranchées respectant les préconisations de l'article 37 de l'arrêté du 17 mai 2001. Ces câbles sont protégés contre les avaries que pourrait leur occasionner le tassement des terres, le contact des corps durs et le choc des outils métalliques à main. Un dispositif avertisseur placé à minima 20 cm au-dessus du câble signale la présence de ce dernier.

La typologie des tranchées est directement en lien avec leurs emplacements. Ci-dessous les agencements les plus souvent rencontrés dans le cadre des projets éoliens.



## 5 Fibre optique

Un réseau de fibres optiques sera mis en place pour assurer la communication entre les éoliennes et les postes de livraison. Les informations transitant dans ce réseau de fibres optiques seront utilisées pour réaliser le contrôle-commande des éoliennes ainsi que la supervision des organes de production. Elles sont posées en même temps que les câbles HTA ; à savoir dans la même tranchée, dans un fourreau protecteur.

## 6 Mise à la terre

#### a) Généralités

Pour assurer la protection des biens et des personnes, tous les équipements du parc feront l'objet d'une mise à la terre. Pour les éoliennes, les typologies sont spécifiques à chaque constructeur.

Le système de mise à la terre sera calculé par un bureau d'études agréé afin de permettre l'évacuation de la foudre.

Ces principes sont dictés essentiellement par la NF C15-100 et l'UTE C15-106.

#### b) Installations

La mise à la terre dite « liaison équipotentielle » sera réalisée par la pose d'un câble de cuivre (ou tout autre moyen technique permettant d'assurer la sécurité des biens et des personnes) en fond de tranchée et raccordé à l'intérieur des mâts de turbine jusqu'au fond de fouille des PDL.

La mise en place de ce réseau de mise à la terre sera effectuée avec une connexion à la borne de la prise de terre générale du PDL.

Les écrans de câbles du réseau HTA feront l'objet d'une mise à la terre par l'intermédiaire des châssis des cellules, raccordés à la prise de terre générale.

CONSTRUCTION & OPERATION Information sur les installations électriques	Date : 14/12/2016	
Prepared by : EDU	Revision: 00	
Approved by :	Status: Released	

Dans les fondations des éoliennes, un réseau équivalent sera intégré aux renforcements métalliques.

## 7 Poste de livraison

### a) Généralités

Le poste de livraison représente la limite de propriété entre la partie privée des réseaux électriques internes au projet et le réseau public de distribution.

### b) Constitution

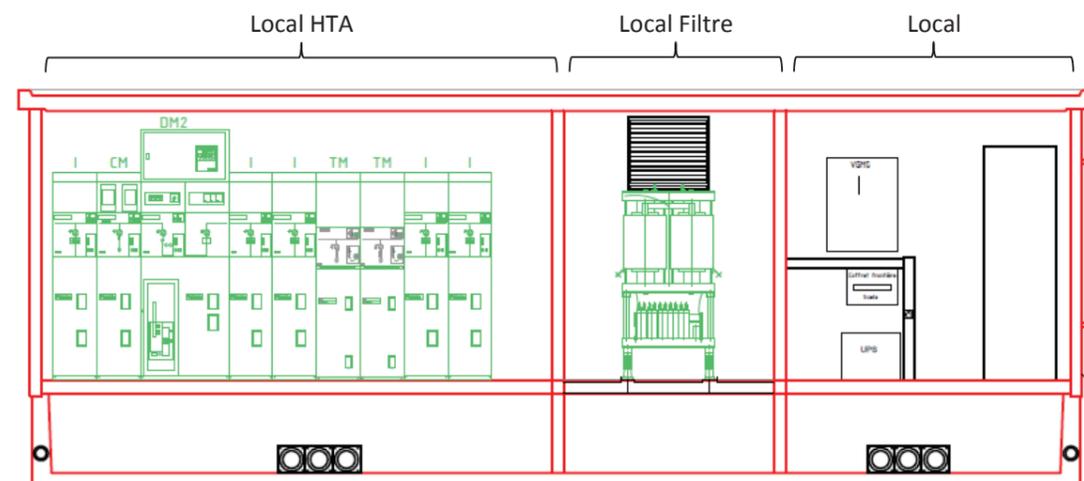
Le poste de livraison intègre notamment les éléments de comptage de l'énergie produite et les différentes protections assurant la sécurité des biens et des personnes. Ces équipements sont concentrés dans le local HTA.

Un local intérieur séparé par une cloison permet la mise en place des matériels de contrôle-commande des projets, permettant notamment une supervision et des interventions à distance via un raccordement au réseau de télécommunications. Ces équipements sont installés dans le local SCADA.

Sur demande du gestionnaire de réseau, un filtre peut être intégré au poste de livraison. Filtre ayant pour but de diminuer l'impact de la ferme éolienne sur le réseau. Cet équipement est intégré dans le local Filtre et séparé des autres locaux par des cloisons bétonnées.

Le vide sanitaire du poste abrite les arrivées des différents réseaux pénétrant dans le poste : réseaux HTA Inter-éolien, réseaux HTA ERDF, réseaux de fibre optique pour le contrôle commande du projet.

L'enveloppe du poste est réalisée en béton imperméable et est coulée d'un seul bloc en atelier. Ainsi, les infiltrations d'eau sont limitées.



### c) Techniques utilisées

Ils seront assemblés en atelier selon les normes NFC 13-100, NF C13-200 pour la partie haute tension ; NF C15-100 pour la partie basse tension.

Les Postes de Livraisons seront acheminés sur site grâce à un camion semi-remorque articulé. Le déchargement sera réalisé par une grue de levage qui évoluera sur la plateforme de l'éolienne. Toutes ces manœuvres seront réalisées par du personnel détenteur des habilitations nécessaires.

L'étude géotechnique réalisée conjointement avec le fournisseur des Postes de Livraison définira précisément les spécificités de la fondation. Pour un sol « normal » les Postes de Livraison reposent sur un matelas de 20 cm (constitué d'un mélange de graviers dont la granulométrie varie entre 0 et 31.5

CONSTRUCTION & OPERATION Information sur les installations électriques	Date : 14/12/2016	
Prepared by : EDU	Revision: 00	
Approved by :	Status: Released	

mm) et d'un lit de sable de 5 cm d'épaisseur. C'est dans ce matériau que le serpentin de mise à la terre est déposé.

Monsieur Pierre N'GAHANE, Préfet de Charente  
7-9 rue de la Préfecture  
CS 92 301 – 16 023 ANGOULÊME CEDEX

Montpellier, le lundi 26 décembre 2016

Objet : Autorisation unique pour un projet de 6 éoliennes et 2 postes de livraisons sur la commune de Saulgond (16 420)

Par le présent courrier, la société LONGWING CAPITAL France, s'engage :

- à fournir le plan détaillé définitif du réseau d'interconnexion électrique entre les éoliennes et jusqu'aux postes de livraison avant construction,
- à faire appliquer sur ces ouvrages un contrôle technique (art 13 décret 2011-1697),
- à faire enregistrer dans un système d'information géographique les informations permettant d'identifier les ouvrages.

LONGWING CAPITAL France déclare également avoir toutes les autorisations nécessaires auprès des propriétaires des terrains et de leurs ayants droit sur lesquels sont implantés le réseau d'interconnexion électrique entre les éoliennes et jusqu'au poste de livraison, sauf pour la parcelle cadastrée B 129 (commune de Saulgond), concernée par un linéaire de 220 mètres, objet d'une transaction notariée à la date de la présente demande.

*P. Baudel, directeur général*

**LONGWING CAPITAL FRANCE SAS**  
770, Rue Alfred Nobel  
34000 MONTPELLIER  
SIREN 520 808 437