

Septembre 2018

Demande d'autorisation environnementale du parc éolien Les Sables

ETUDE DE DANGERS

Département : Indre

Communes : Vigoux, Bazaiges.

Maître d'Ouvrage : CENTRALE EOLIENNE LES SABLES (CESAB)

Assistant au Maître d'Ouvrage / Porteur de projet : VOL-V Electricité Renouvelable

Contact :

VOL-V
1350, avenue Albert Einstein
PAT Bât. 2
34 000 MONTPELLIER

Bureau d'études : ENCIS Environnement

Contact :

ENCIS Environnement
Ester Technopole
1, avenue d'Ester
87 069 LIMOGES
Tél. : 05.55.36.28.39



Auteurs du document : VOL-V, SOLATERRA



Fichier n° 5.1 :
Etude de dangers



Auteurs de l'étude de dangers

LOGOS	SOCIETES	DOMAINES D'INTERVENTION
	Centrale éolienne Les Sables 1025 Avenue Henri Becquerel Parc Club Millénaire Bât. 4 34000 Montpellier	Maîtrise d'ouvrage
	VOL-V SAS ELECTRICITE RENEUVABLE 1025 Avenue Henri Becquerel Parc Club Millénaire Bât. 4 34000 Montpellier Mail : info@vol-v.com Tél. : +33 (0)4 11 95 00 30 Fax : +33 (0)4 11 95 00 31	Assistance à maîtrise d'ouvrage <u>Référents :</u> - Arnaud GUYOT, Directeur Général - Loïc Alleaume
	SOLATERRA 9 allée Pierre de Fermat 63170 Aubière Mail : contact@solaterra.fr Tél. : +33 (0)4 73 28 77 02	Bureau d'études <u>Référent :</u> - Julien CALABRE



Personne contact

En cas de questions au sujet du présent dossier, contacter :



Julien CALABRE
Chef de projets

✉ SOLATERRA
9 allée Pierre de Fermat
63170 Aubière

☎ +33 (0)4 73 28 77 02

📞 +33 (0)6 25 89 63 85

🌐 www.solaterra.fr

@ j.calabre@solaterra.fr



Sommaire



A. Etude de dangers	9
1. Introduction.....	11
1.1. Objectif de l'étude de dangers	11
1.2. Contexte législatif et réglementaire	11
1.3. Nomenclature des installations classées	11
2. Informations générales concernant l'installation	12
2.1. Renseignements administratifs	12
2.2. Localisation du site	12
2.3. Définition de l'aire d'étude.....	12
3. Description de l'environnement de l'installation.....	14
3.1. Environnement humain.....	14
3.1.1. Zones urbanisées	14
3.1.2. Etablissements recevant du public (ERP)	16
3.1.3. Installations nucléaires de base.....	16
3.1.4. Autres activités	16
3.2. Environnement naturel	16
3.2.1. Contexte climatique	16
3.2.2. Risques naturels	16
3.3. Environnement matériel	17
3.3.1. Voies de communication	17
3.3.2. Réseaux publics et privés	18
3.3.3. Autres ouvrages publics	18
3.4. Choix méthodologique de prise en compte des enjeux	18
3.5. Cartographie de synthèse.....	18
4. Description de l'installation.....	20
4.1. Caractéristiques de l'installation	20
4.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien	20
a. Eléments constitutifs d'un aérogénérateur.....	20
b. Emprise au sol.....	20
c. Chemins d'accès.....	21
d. Autres installations	21
4.1.2. Activité de l'installation	21
4.1.3. Considération d'un gabarit d'éolienne	21
4.1.4. Composition de l'installation.....	21
4.2. Fonctionnement des aérogénérateurs de l'installation	24
4.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur	24
4.2.2. Sécurité de l'installation	24
4.2.3. Opérations de maintenance de l'installation	25
4.2.4. Stockage et flux de produits dangereux.....	25
4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation	25
4.3.1. Raccordement électrique	25
a. Réseau inter-éolien (RIE).....	25
b. Poste(s) de livraison	25
c. Réseau électrique externe.....	25
d. Création du Réseau inter-éolien (RIE)	25
e. Prescriptions techniques à respecter	28
f. Prises en compte de l'environnement.....	28
4.3.2. Autres réseaux.....	28
5. Identification des potentiels de dangers de l'installation.....	29
5.1. Potentiels de dangers liés aux produits.....	29
5.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	29
5.3. Réduction des potentiels de dangers à la source.....	29
5.3.1. Principales actions préventives	29
a. Choix des caractéristiques des éoliennes	29
b. Choix de l'emplacement des installations.....	30
5.3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles	30
6. Analyse des retours d'expérience.....	30
6.1. Inventaire des accidents et incidents en France	30
6.1.1. Retours d'expériences (mars 2012).....	30
6.1.2. Autres accidents et incidents plus récents	31
6.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international	31
6.3. Accidents survenus sur les sites de l'exploitant.....	32
6.4. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	32
6.4.1. Analyse de l'évolution des accidents en France	32
6.4.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents.....	32
6.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie	32
7. Analyse préliminaire des risques	33
7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques	33
7.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	33
7.3. Recensement des agressions externes potentielles	33

7.3.1.	Agressions externes liées aux activités humaines	33	e.	Acceptabilité	46
7.3.2.	Agressions externes liées aux phénomènes naturels	34	8.2.5.	S5 - Projection de glace	46
7.4.	Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	34	a.	Zone d'effet.....	46
7.5.	Effets dominos	35	b.	Intensité	46
7.6.	Mise en place des mesures de sécurité.....	36	c.	Gravité	47
7.7.	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques.....	39	d.	Probabilité.....	47
8.	Etude détaillée des risques	41	e.	Acceptabilité	47
8.1.	Rappel des définitions	41	8.3.	Synthèse de l'étude détaillée des risques	48
8.1.1.	Cinétique	41	8.3.1.	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	48
8.1.2.	Intensité.....	41	8.3.2.	Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	48
8.1.3.	Gravité	41	8.3.3.	Cartographie des risques.....	48
8.1.4.	Probabilité	41	9.	Conclusion.....	50
8.2.	Caractérisation des scénarios retenus	42	B.	Annexes à l'étude de dangers.....	51
8.2.1.	S1 - Effondrement de l'éolienne.....	42	1.	ANNEXE 1 – Méthode et détails par éolienne de comptage du nombre de personnes exposées.....	53
a.	Zone d'effet.....	42	1.1.	Méthode de comptages	53
b.	Intensité	42	1.1.1.	Terrains non bâtis.....	53
c.	Gravité	42	1.1.2.	Voies de circulation	53
d.	Probabilité.....	43	a.	Voies de circulation automobiles	53
e.	Acceptabilité	43	b.	Voies ferroviaires	53
8.2.2.	S2 - Chute de glace	43	c.	Voies navigables	53
a.	Considérations générales.....	43	d.	Chemins et voies piétonnes.....	53
b.	Zone d'effet.....	43	1.1.3.	Logements.....	53
c.	Intensité	43	a.	Etablissements recevant du public (ERP)	53
d.	Gravité	44	b.	Zones d'activités	53
e.	Probabilité.....	44	2.	ANNEXE 2 – Carte des données trafic pour l'année 2017 (DIRCO).....	54
f.	Acceptabilité	44	3.	ANNEXE 3 – Cartographies et calculs détaillés des risques par éolienne	55
8.2.3.	S3 - Chute d'éléments de l'éolienne.....	44	4.	ANNEXE 4 – Tableau de l'accidentologie française.....	62
a.	Zone d'effet.....	44	5.	ANNEXE 5 – Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques.....	65
b.	Intensité	44	5.1.	Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01, G02)	65
c.	Gravité	45	5.1.1.	Scénario G01	65
d.	Probabilité.....	45	5.1.2.	Scénario G02	65
e.	Acceptabilité	45	5.2.	Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)	65
8.2.4.	S4 - Projection de pales ou de fragments de pales	45	5.3.	Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)	65
a.	Zone d'effet.....	45	5.3.1.	Scénario F01	65
b.	Intensité	45	5.3.2.	Scénario F02	66
c.	Gravité	46	5.4.	Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03).....	66
d.	Probabilité.....	46	5.5.	Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)	66

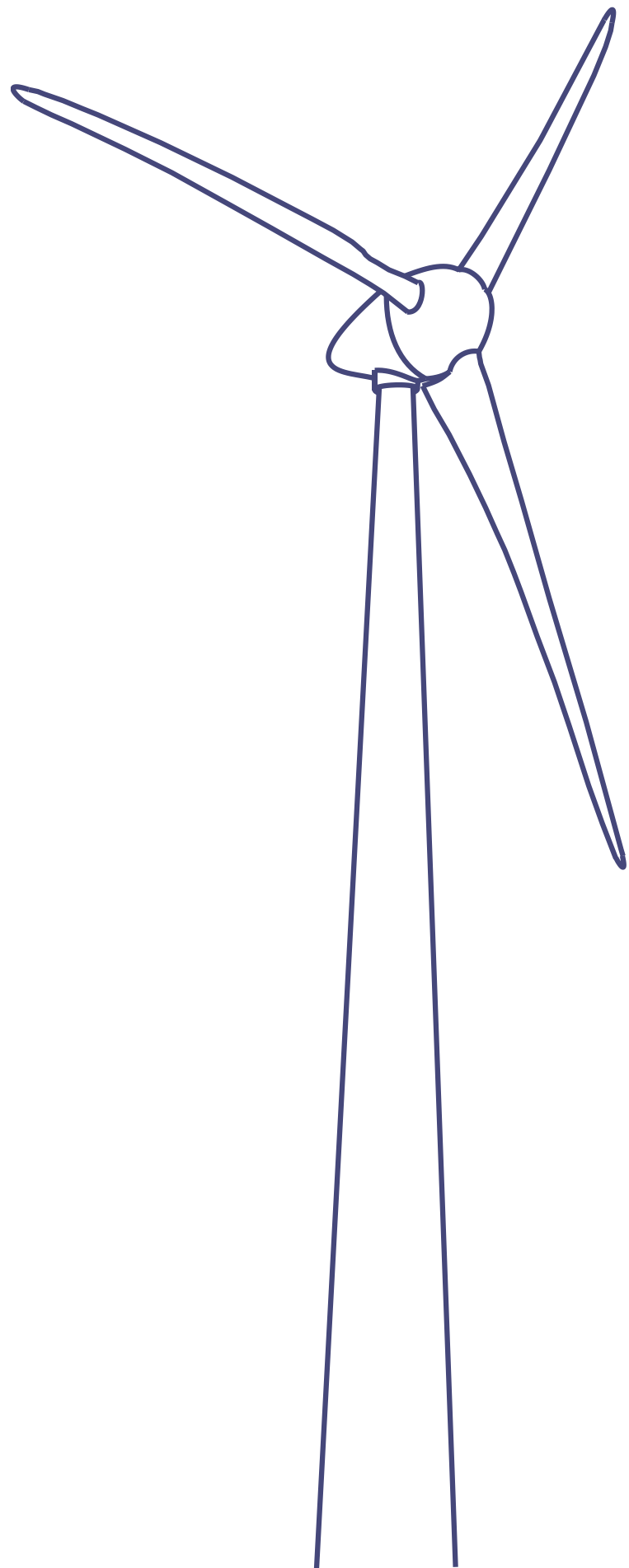


5.5.1.	Scénario P01	66
5.5.2.	Scénario P02	66
5.5.3.	Scénarios P03	66
5.6.	Scénarios relatifs aux risques d’effondrement des éoliennes (E01 à E10)	66
6.	ANNEXE 6 – Probabilité d’atteinte et risque individuel	66
7.	ANNEXE 7 –Glossaire et bibliographie	68
7.1.	Définitions.....	68
7.2.	Sigles	69
7.3.	Bibliographie et références utilisées.....	69
8.	ANNEXE 8 : Accidents et incidents depuis mars 2012 (base ARIA)	70



Table des illustrations

Figure 1 : Extrait de la nomenclature des installations classées (source : rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées)	11
Figure 2 : Présentation de la société mère et de la société projet (source : Vol-V)	12
Figure 3 : Localisation du projet éolien (source : VOL-V)	12
Figure 4 : Localisation du projet éolien et de l'aire d'étude (source : VOL-V)	13
Figure 5 : Nombre d'habitants dans les communes (source : INSEE populations légales 2015)	14
Figure 6 : Distance aux habitations ou aux zones urbanisables les plus proches (source : VOL-V)	14
Figure 7 : Distances aux habitations et zones urbanisées/urbanisables les plus proches (source : VOL-V)	15
Figure 8 : Rose des vents Merra en fréquence à 50 mètres de hauteur (source : Merra)	16
Figure 9 : Comptage du trafic moyen journalier annuel tous véhicules sur le tronçon de l'A20 au niveau d'Argenton-sur-Creuse (source : DIRCO)	17
Figure 10 : Distance des éoliennes aux voies de communication dans l'aire d'étude (source : VOL-V)	17
Figure 11 : Distance des éoliennes aux installations publiques et privées non enterrées (source : VOL-V)	18
Figure 12 : Méthodologie de comptage des enjeux humains (source : VOL-V)	18
Figure 13 : Synthèse des enjeux de l'aire d'étude de l'installation (source : VOL-V)	19
Figure 14 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur	20
Figure 15 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale)	21
Figure 16 : Coordonnées géographiques des éoliennes et des postes de livraison (source : VOL-V)	22
Figure 17 : Plan détaillé de l'installation : éoliennes, PDL, RIE, et chemins d'accès (source : VOL-V)	23
Figure 18 : Synthèse du fonctionnement d'un aérogénérateur (source : VOL-V)	24
Figure 19 : Raccordement électrique des installations	25
Figure 20 : RIE à la pelleuse : Travaux à la pelleuse, enfouissement des câbles et remise en état de la terre végétale (source : VOL-V)	26
Figure 21 : RIE à la trancheuse : tranchée et mise en cordon TV, tranchée TV, enfouissement réseaux et remise en état TV (source : VOL-V)	26
Figure 22 : Localisation du réseau inter-éolien (source : VOL-V)	27
Figure 23 : Dangers potentiels liés au fonctionnement de l'installation (source : guide technique, mai 2012)	29
Figure 24 : Caractéristiques des éoliennes de l'installation (source : VOL-V)	30
Figure 25 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes en France (source : guide technique, mai 2012)	31
Figure 26 : Répartition des événements accidentels dans le monde (source : guide technique, mai 2012)	31
Figure 27 : Répartition des causes premières d'effondrement (source : guide technique, mai 2012)	31
Figure 28 : Répartition des causes premières de rupture de pale (source : guide technique, mai 2012)	31
Figure 29 : Répartition des causes premières d'incendie (source : guide technique, mai 2012)	32
Figure 30 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : guide technique, mai 2012)	32
Figure 31 : Agressions externes liées aux activités humaines (source : VOL-V)	33
Figure 32 : Agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : VOL-V)	34
Figure 33 : Tableaux décrivant les 13 fonctions de sécurité (source : guide technique, mai 2012)	39
Figure 34 : Justification des scénarios exclus de l'étude détaillée (source : guide technique, mai 2012)	40
Figure 35 : Intensité du scénario « effondrement de l'éolienne » (source : VOL-V)	42
Figure 36 : Gravité du scénario « effondrement de l'éolienne » (source : VOL-V)	43
Figure 37 : Probabilité du scénario « effondrement d'une éolienne » (source : VOL-V)	43
Figure 38 : Acceptabilité du scénario « effondrement de l'éolienne » (source : VOL-V)	43
Figure 39 : Intensité du scénario « chute de glace » (source : VOL-V)	44
Figure 40 : Gravité du scénario « chute de glace » (source : VOL-V)	44
Figure 41 : Acceptabilité du scénario « chute de glace » (source : VOL-V)	44
Figure 42 : Intensité du scénario « chute d'éléments de l'éolienne » (source : VOL-V)	44
Figure 43 : Gravité du scénario « chute d'éléments de l'éolienne » (source : VOL-V)	45
Figure 44 : Acceptabilité du scénario « chute d'éléments de l'éolienne » (source : VOL-V)	45
Figure 45 : Intensité du scénario « projection de pale ou de fragment de pale » (source : VOL-V)	45
Figure 46 : Gravité du scénario « projection de pale ou de fragment de pale » (source : VOL-V)	46
Figure 47 : Probabilité du scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	46
Figure 48 : Acceptabilité du scénario « projection de pale ou de fragment de pale » (source : VOL-V)	46
Figure 49 : Intensité du scénario « projection de morceaux de glace » (source : VOL-V)	47
Figure 50 : Gravité du scénario « projection de morceaux de glace » (source : VOL-V)	47
Figure 51 : Acceptabilité du scénario « projection de morceaux de glace » (source : VOL-V)	47
Figure 52 : Synthèse des scénarios étudiés (source : VOL-V)	48
Figure 53 : Légende de la matrice (source : guide technique, mai 2012)	48
Figure 54 : Synthèse des scénarios étudiés (sources : VOL-V, guide technique, mai 2012)	48
Figure 55 : Synthèse des risques dans l'aire d'étude de l'installation (source : VOL-V)	49
Figure 56 : Synthèse des principaux risques identifiés (source : VOL-V)	50
Figure 57 : Carte des données trafic pour l'année 2017 (source : DIRCO)	54
Figure 58 : Synthèse des risques pour CESAB01 (source : VOL-V)	56
Figure 59 : Synthèse des risques pour CESAB02 (source : VOL-V)	57
Figure 60 : Synthèse des risques pour CESAB03 (source : VOL-V)	58
Figure 61 : Synthèse des risques pour CESAB04 (source : VOL-V)	59
Figure 62 : Synthèse des risques pour CESAB05 (source : VOL-V)	60
Figure 63 : Synthèse des risques pour CESAB06 (source : VOL-V)	61



A. Etude de dangers



1. Introduction

1.1. Objectif de l'étude de dangers

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

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes en projet. 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 étudié qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

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

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

1.2. Contexte législatif et réglementaire

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

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation [10] fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accident majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

Ainsi, l'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par notamment par l'article D181-15-2 du Code de l'environnement

Lorsque l'autorisation environnementale concerne un projet relevant du 2° de l'article L. 181-1, le dossier de demande est complété dans les conditions suivantes. [...]

III. - L'étude de dangers justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

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 la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181-3.

Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8, le pétitionnaire doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.

L'étude comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité et la cinétique des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie agrégée par type d'effet des zones de risques significatifs.

Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement de l'étude de dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L. 512-5 ».

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

1.3. Nomenclature des installations classées

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

A. - Nomenclature des installations classées			
N°	DESIGNATION DE LA RUBRIQUE	A, E, D, S, C (1)	RAYON (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs ;		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.....	A	6
	2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :	A D	6
	a) Supérieure ou égale à 20 MW.....		
	b) Inférieure à 20 MW.....		

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

Figure 1 : Extrait de la nomenclature des installations classées (source : rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées)

Le parc éolien étudié comprend au moins un aérogénérateur dont le mât (nacelle comprise) 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. Il nécessite de plus une approbation de construction et de l'exploitation des ouvrages de transport et de distribution d'électricité (art. L 323-11 code de l'énergie).

2. Informations générales concernant l'installation

2.1. Renseignements administratifs

Les renseignements administratifs concernant le projet éolien étudié sont détaillés en fichier n°3 « Description de la demande ». Les caractéristiques de la société mère et de la société projet sont résumées dans le tableau suivant :

Société mère contrôlant la société projet : SAS VOL-V	
Statut juridique	Société par actions simplifiées
Capital	20 372 639 € - RCS Montpellier 512 686 064
Code APE	7112B
N° SIRET	512 686 064 00019
Effectif	5 salariés (holding) + 55 salariés (filiales)
Nombre de jours ouvrés / an	Environ 253 jours
Horaires	9h-13h et 14h-18h et 17h le vendredi
Adresse du siège social	1350, avenue Albert Einstein, PAT Bât 2, 34000 MONTPELLIER
Téléphone	04 11 95 00 30
Fax	04 11 95 00 31
Nom et qualité du signataire de la demande	M. Arnaud GUYOT, Directeur Général
Nom et coordonnées de la personne ayant réalisé l'étude de dangers	M. Julien CALABRE, chef de projet j.calabre@solaterra.fr 04 73 28 77 02
Société projet, exploitante du parc éolien : Centrale Eolienne Les Sables	
Statut juridique	Société par Actions Simplifiées
Capital	10 000 € - RCS Montpellier 830 276 648
Code APE	3511Z : Production d'électricité
N° SIRET	830 276 648 00011
Adresse	1350, avenue Albert Einstein, PAT Bât 2, 34000 MONTPELLIER
Téléphone	04 11 95 00 30
Fax	04 11 95 00 31

Figure 2 : Présentation de la société mère et de la société projet (source : Vol-V)

2.2. Localisation du site

Le parc éolien, composé de 6 aérogénérateurs, est localisé sur les communes de Vigoux et Bazaiges, dans le département de l'Indre (36), en région Centre Val de Loire (cf. carte ci-dessous).

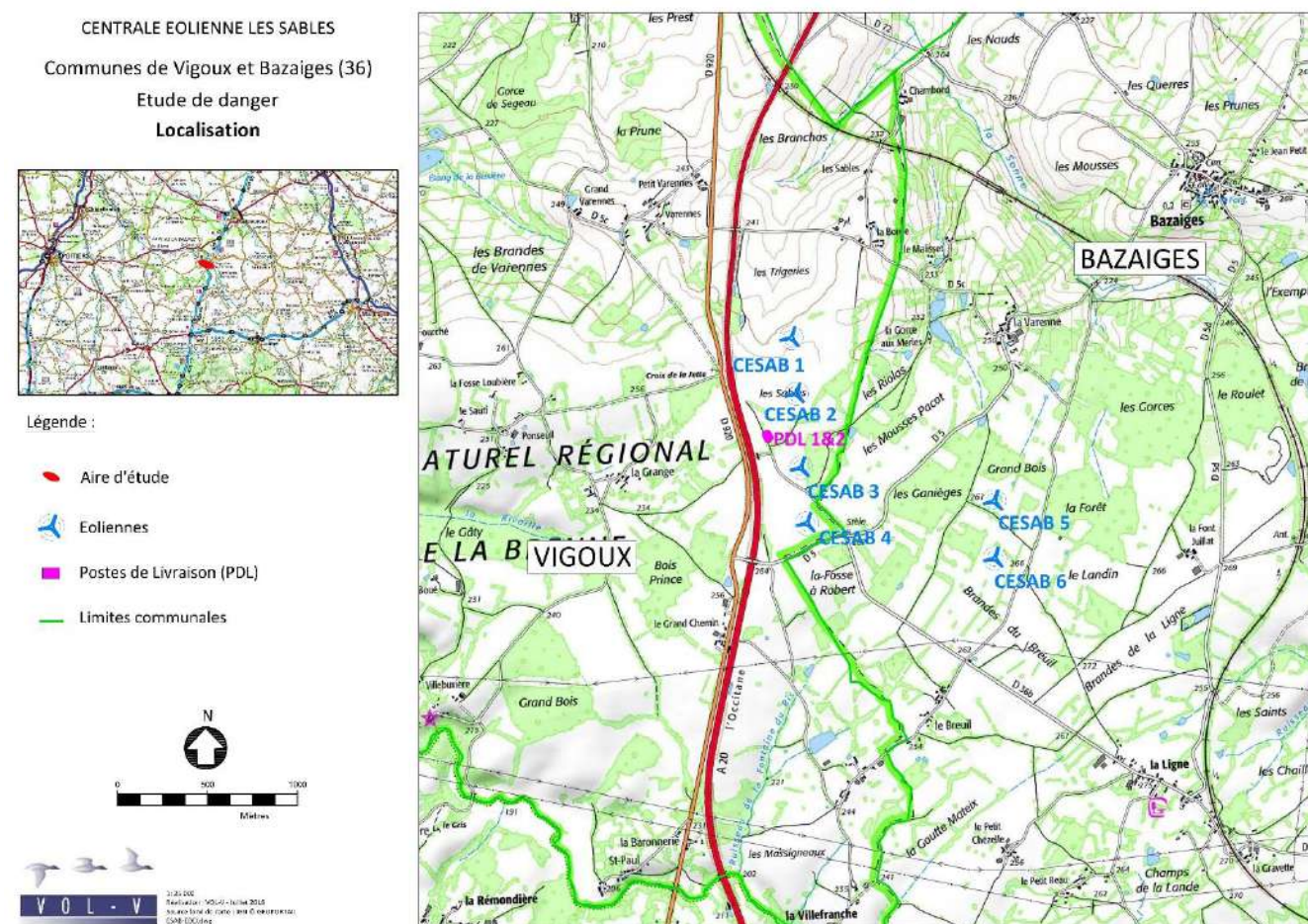


Figure 3 : Localisation du projet éolien (source : VOL-V)

2.3. Définition de l'aire d'étude

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

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

L'aire 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.






Chaque éolienne de l'installation étudiée est identifiée par son numéro d'équipement : CESAB 01 à CESAB 06.

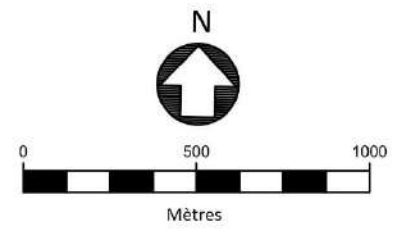


CENTRALE EOLIENNE LES SABLES
Communes de Vigoux et Bazaiges (36)
Etude de danger
Aire d'étude



Légende :

-  Aire d'étude (500 m)
-  Eoliennes
-  Postes de Livraison (PDL)
-  Limites communales
-  Réseau électrique inter-éolien (enterré)



1: 25 000
Réalisation : VOL-V - JUILLET 2018
Source fond de carte : IGN © GEOPORTAIL
ESAB-EDD.dwg

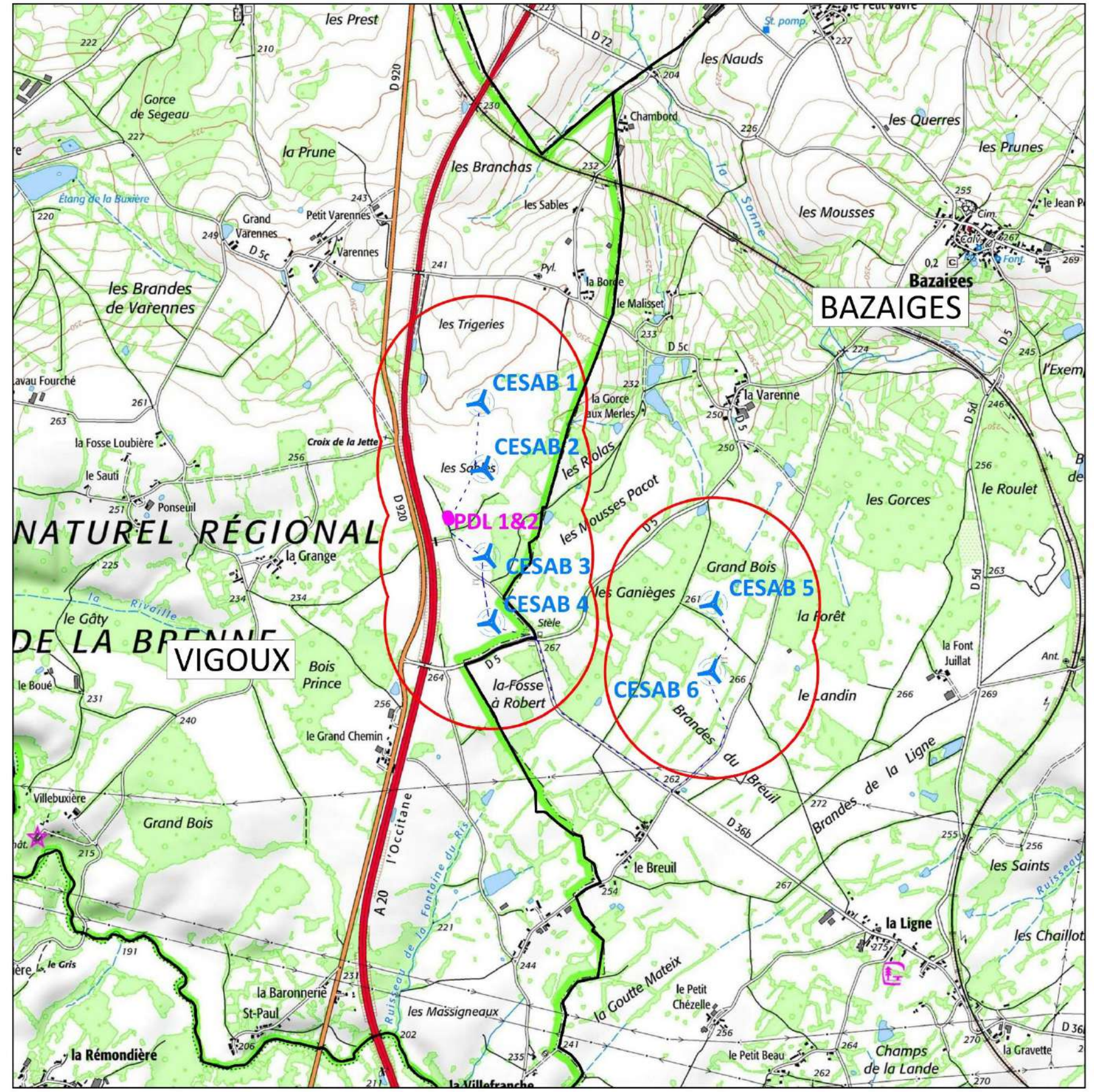


Figure 4 : Localisation du projet éolien et de l'aire d'étude (source : VOL-V)

3. Description de l'environnement de l'installation

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

3.1. Environnement humain

3.1.1. Zones urbanisées

Il n'y a aucune zone urbanisée au sein de l'aire d'étude de l'installation. Les zones urbanisées situées à proximité concernent les communes de Vigoux et Bazaiges. L'organisation spatiale des populations est marquée principalement par un regroupement des habitations au sein de bourgs et hameaux tels que la Borde, la Varenne, le Breuil ou la Grange. Toutefois, on remarque deux habitations isolées, l'une à la Gorce aux Merles (habitation abandonnée à l'état de ruine) et l'autre au Grand Chemin (siège d'une exploitation agricole et domicile de l'exploitant).

Population	Vigoux	Bazaiges
Nombre d'habitants en 2015	461	215
Densité de la population (hab./km ²)	12,3	11,7
Superficie (en km ²)	37,5	18,4
Taux moyen annuel de variation de la population entre 2010 et 2015 (en %)	-0,2	-1,3

Figure 5 : Nombre d'habitants dans les communes (source : INSEE populations légales 2015)

Seule la commune de Vigoux dispose d'un document d'urbanisme, à savoir une carte communale. Le Règlement National d'Urbanisme (RNU) est en vigueur pour la commune de Bazaiges

Les distances entre les éoliennes de l'installation et les habitations ou zones urbanisées/urbanisables les plus proches sont présentées ci-dessous (cf. carte ci-après) :

Eolienne	Habitation/hameau ou zone urbanisée/urbanisable la plus proche de l'éolienne	Distance (m)
CESAB 01	Les Trigeries	526
CESAB 02	Gorce aux Merles	788
CESAB 03	Tuilerie du Breuil	895
CESAB 04	Tuilerie du Breuil	658
CESAB 05	Gorce à Boussain	745
CESAB 06	Brandes du Breuil	579







Figure 6 : Distance aux habitations ou aux zones urbanisables les plus proches (source : VOL-V)

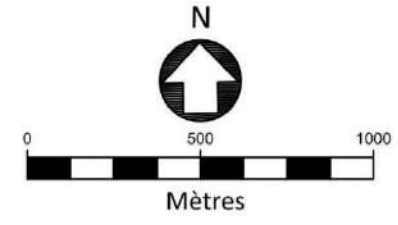


CENTRALE EOLIENNE LES SABLES
Communes de Vigoux et Bazaiges (36)
Etude de danger
Distance aux habitations



Légende :

-  Aire d'étude
-  Eoliennes
-  Limites communales
-  Zones urbanisées / urbanisables
-  Distance de la zone urbanisée/urbanisable la plus proche
-  Distance de l'habitation la plus proche



1: 25 000
Réalisation : VOL-V - Juillet 2018
Source fond de carte : cadastre DGI
ESAB-EDD.dwg

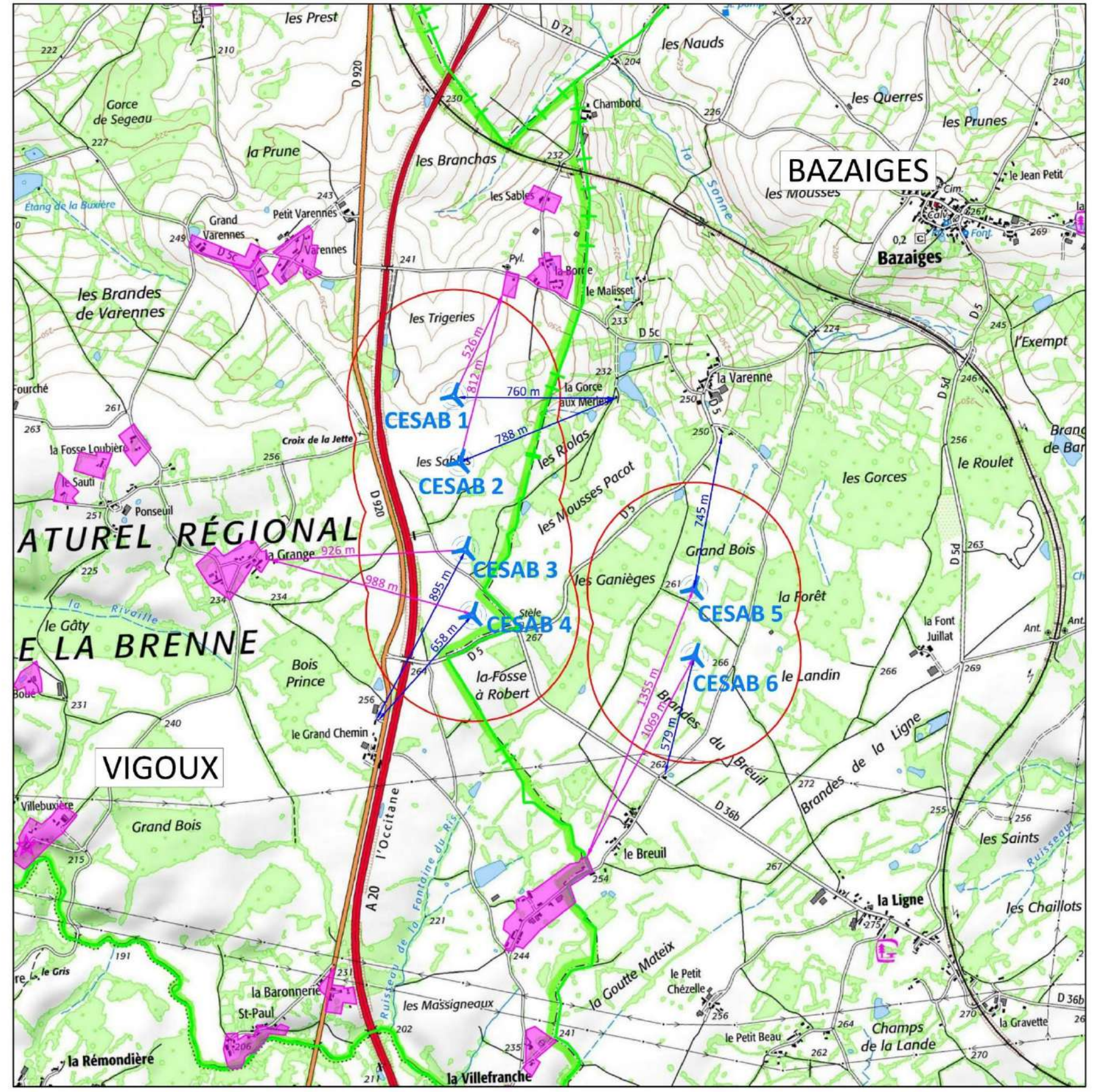


Figure 7 : Distances aux habitations et zones urbanisées/urbanisables les plus proches (source : VOL-V)

3.1.2. Etablissements recevant du public (ERP)

Conformément à l'article R.123-2 du Code de la Construction et de l'Habitation, constituent des établissements recevant du public (ERP) tous bâtiments, locaux et enceintes dans lesquels des personnes sont admises, soit librement, soit moyennant une rétribution ou une participation quelconque, ou dans lesquels sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitation, payantes ou non. Cette classification a pour objectif l'application de règles de sécurité permettant de limiter les risques d'incendie, d'alerter les occupants lorsqu'un sinistre se déclare, de favoriser l'évacuation des personnes tout en évitant la panique ainsi que d'alerter les services de secours et faciliter leur intervention. Tous les ERP ne présentent pas les mêmes caractéristiques de taille, de destination, d'usage et de risques. Ils sont donc répartis en types selon la nature de leur exploitation, classés en catégories d'après l'effectif du public et du personnel (article R.123-14 du Code de la Construction et de l'Habitation). Ils sont soumis à des dispositions générales communes ainsi qu'à des dispositions particulières qui leur sont propres issues du Règlement de sécurité contre l'incendie et relatif aux établissements recevant du public.

Aucun établissement recevant du public (ERP) n'est localisé à l'intérieur de l'aire d'étude de l'installation projetée.

3.1.3. Installations nucléaires de base

Il n'y a aucune installation classée pour la protection de l'environnement et aucune installation nucléaire de base à l'intérieur de l'aire d'étude du projet de parc éolien ainsi qu'à l'échelle des 2 communes d'implantation du parc éolien projeté.

NB : D'après la consultation de la base de données du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, l'établissement en fonctionnement relevant du régime ICPE, qui est situé le plus proche du parc éolien, est l'entreprise BIO CORN domiciliée à Ceaulmont. L'éolienne la plus proche est CESAB 05 et se trouve à environ 5,5 km de l'établissement susvisé. A noter également l'existence d'une activité d'exploitation de carrière et de centrale d'enrobage à Parnac (société CMGO) dont le site est à plus de 8 km du parc éolien projeté.

3.1.4. Autres activités

L'ensemble de l'aire d'étude est uniquement concerné par une activité agricole liée à l'élevage extensif bovin et aux grandes cultures (céréales). Aucun circuit de randonnée n'y est présent. A noter la localisation d'un monument commémoratif au croisement des routes départementales R36b et R5 : il s'agit d'une stèle dédiée aux morts de la seconde guerre mondiale.

Aucune autre activité n'est recensée au sein de l'aire d'étude, comme par exemple une activité de loisir. Pour information, plusieurs plans d'eau et un hangar agricole sont situés à l'intérieur de l'aire d'étude et concernent l'exploitation de prairies pour l'élevage de bovins. Ces éléments ne relèvent donc pas d'une activité de loisir (halieutique) ou de toute autre nature que ce soit.

3.2. Environnement naturel

3.2.1. Contexte climatique

Les données climatiques locales sont détaillées dans le fichier 4.1 « Etude d'impact sur l'environnement », au chapitre « 3.1.1 Contexte climatique ». Elles sont issues de deux stations météorologiques, la station de Châteauroux à environ 44 km au nord-est de l'aire d'étude et celle de La Souterraine située au sud-est de l'aire d'étude, à environ 30 km. Dans le cas présent, on présentera uniquement les données météorologiques issues de la station de Châteauroux qui se trouve à une altitude de 158 m NGF, comparable à l'altitude de l'aire d'étude. Un mât de mesure a également été installé sur le site depuis mars 2017 afin d'évaluer précisément le gisement éolien. Il culmine à 122 mètres de hauteur et est équipé de 2 girouettes (placées à 100 et 120 mètres de hauteur) et de 5 anémomètres (placés à 60, 80, 100, 120 et 122 mètres de hauteur). La campagne de mesure durera de 18 à 36 mois.

En résumé, l'aire d'étude bénéficie d'un climat tempéré avec des influences océaniques.

- **La température** moyenne annuelle est de 11,8°C sur la période 1981-2010. 40,5°C est la température maximale enregistrée. -22,8°C est la température minimale enregistrée. L'amplitude thermique moyenne est d'environ 16°C. On compte, en moyenne, 50,8 jours de gel.

- **Les précipitations** sont relativement importantes tout au long de l'année, avec une hauteur moyenne annuelle de 737 mm. On compte plus de 7 jours de neige par an. La grêle est peu fréquente (1,4 jours/an) et le brouillard est présent en moyenne 37,8 jours/an.
- **Le gisement éolien** peut être qualifié de moyen (environ 5 m/s à 80 m selon la Schéma Régional Eolien). Il s'agit d'un régime atlantique, avec un régime principal sud-ouest et un régime secondaire nord-est. En page suivante, une rose de vent montre la distribution en fréquence du vent mesuré à 50 mètres de hauteur (données Merra) : on constate bien un régime principal de provenance du sud-ouest, présentant les vitesses de vent les plus élevées. Le régime secondaire de nord-est apparaît également bien distinctement avec une vitesse de vent moindre. Afin de consolider ces données générales, une campagne de mesure du vent in-situ est en cours par l'intermédiaire d'un mât de mesure de vent d'une hauteur de 122 mètres installé depuis mars 2017 au sein de l'aire d'étude du projet et qui permet la collecte de données en termes de vitesses, orientation et fréquence de vent. Toujours en cours, la campagne de mesure a permis de confirmer une vitesse moyenne du vent de plus de 6 m/s à 122 mètres de hauteur.

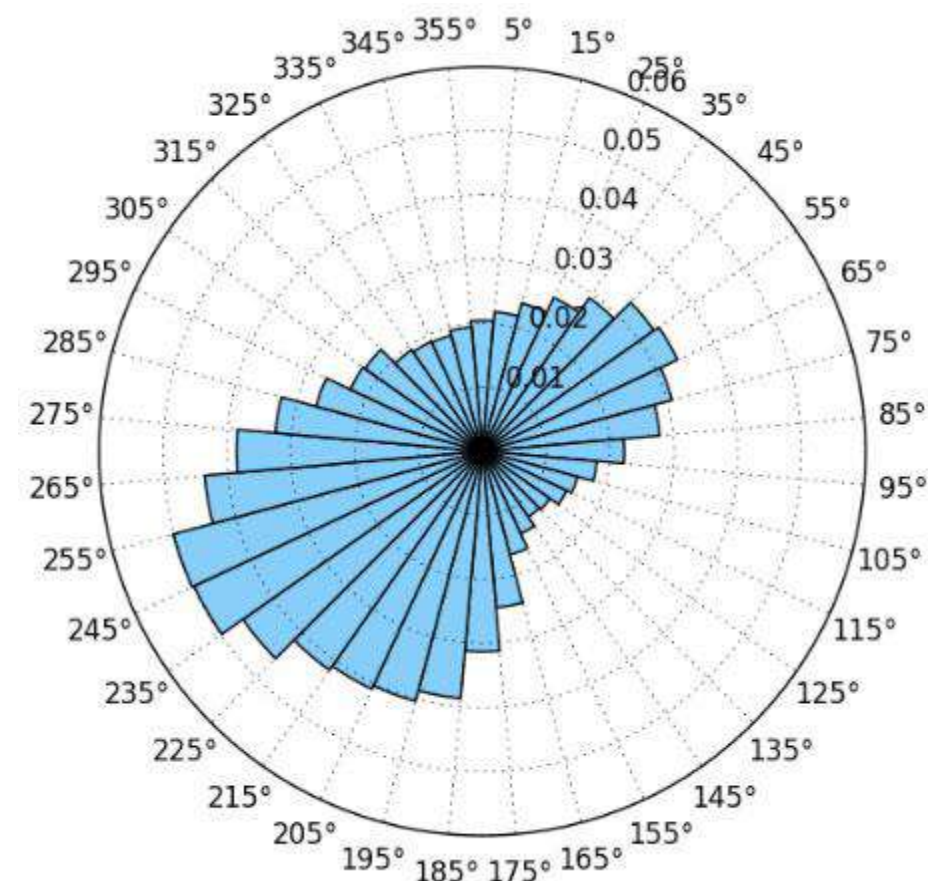


Figure 8 : Rose des vents Merra en fréquence à 50 mètres de hauteur (source : Merra)

3.2.2. Risques naturels

Les risques naturels sont détaillés dans le fichier 4.1 « Etude d'impact sur l'environnement », au chapitre « 3.1.6. Risques naturels » selon la base de données Prim.net. Ils sont résumés ci-après.

- **Sismicité** : le risque sismique est faible sur l'aire d'étude (niveau 2, selon le classement défini par le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010). D'après la base de données SisFrance, sur les 12 séismes enregistrés depuis 1950 et ressentis sur les communes de Bazaiges et Vigoux, le plus proche de l'aire d'étude concerne la commune d'Eguzon-Chantôme : son épicentre était situé à 6,5 km au sud-est de l'aire d'étude et il a présenté une intensité de 4 (31 janvier 1949).
- **Mouvements de terrain** : aucun mouvement de terrain et aucune cavité souterraine n'ont été recensés au sein de l'aire d'étude (d'après les bases de données du BRGM).



- **Aléa retrait-gonflement des argiles** : ce risque est faible sur l'aire d'étude (d'après les bases de données du BRGM).
- **Foudre** : le département de l'Indre présente un niveau kéraunique (nombre moyen annuel de jours d'orages, c'est-à-dire des jours où l'on entend le tonnerre en un lieu donné) inférieur à 25. Il enregistre une densité d'arc de foudre de l'ordre d'environ 1,7 arcs/km²/an, soit une valeur relativement similaire à la moyenne nationale.
- **Tempête** : la vitesse des rafales de vent à 10 m enregistrées à Châteauroux entre 1996 et 2010 sont au maximum de 36,7 m/s (le 28/02/2010).
- **Incendies de forêts et de cultures** : aucun risque « incendie » n'a été enregistré sur l'aire d'étude.
- **Inondations** : le risque inondation par débordement d'un cours d'eau est nul, du fait de l'absence de cours d'eau à proximité. Le risque d'inondation par remontée de nappe est très faible à moyen pour l'aire d'étude dans la mesure où celle-ci n'est située sur aucune nappe affleurante.

Les risques naturels sont nuls à faibles, à l'exception de l'aléa d'inondation par remontée de nappe pour lequel des sondages géotechniques permettront, en amont de la construction, de préciser la nature des sols et seront pris en compte pour le dimensionnement des fondations. Aucune des communes dispose d'un Plan de Prévention du Risque inondation (PPRI).

3.3. Environnement matériel

3.3.1. Voies de communication

D'après le fichier 4.1 « Etude d'impact sur l'environnement », au chapitre « 3.2.8. Sécurité publique : servitudes, règles et contraintes », l'aire d'étude du projet comprend uniquement un ensemble de voies routières. Aucun axe ferroviaire ou fluvial n'est compris à l'intérieur de l'aire d'étude. De même, aucune servitude ou contrainte relative à la circulation aérienne n'a été relevée. Aucun aéroport ou aérodrome privé n'est situé à l'intérieur ou à proximité de l'aire d'étude. La voie ferroviaire la plus proche de l'aire d'étude (ligne des Aubrais - Orléans à Montauban-Ville-Bourbon) est localisée à l'est et est distante de 1,2 km de l'éolienne CESAB01.

Parmi les voies routières en présence, l'autoroute A20 est le seul axe routier structurant, avec un trafic moyen journalier annuel tous véhicules mesuré entre 20 000 et 30 000 véhicules (deux sens de circulation compris). Ainsi, pour l'année 2017 (comptage réalisé chaque année), la Direction Interrégionale des Routes Centre Ouest (DIRCO) a réalisé un comptage du trafic autoroutier par l'intermédiaire de stations de comptage positionnées sur l'ensemble des différents tronçons de l'A20 (cf. annexe 2 – Carte des données trafic pour l'année 2017). A été retenue la station de comptage la plus proche de l'aire d'étude, il s'agit de la station localisée au niveau d'Argenton-sur-Creuse dont les données détaillées sont présentées dans le tableau en page suivante :

Station de comptage et localisation	Trafic Moyen Journalier Annuel tous véhicules	Trafic Moyen Journalier Annuel Poids lourds	Part du trafic Moyen Journalier Annuel Poids lourds
Argenton-sur-Creuse	22 415	5 122	22.9 %

Figure 9 : Comptage du trafic moyen journalier annuel tous véhicules sur le tronçon de l'A20 au niveau d'Argenton-sur-Creuse (source : DIRCO)

Pour l'estimation des risques et des personnes exposées, on considère donc le trafic moyen journalier annuel tous véhicules mesuré au niveau d'Argenton-sur-Creuse, soit 22 415 véhicules tous confondus par jour. A noter également la localisation, à l'intérieur de la zone d'étude, d'une sortie de secours pour l'axe sud-nord de l'A20 desservie par l'ancien tronçon de la route départementale R36b.

L'aire d'étude du projet compte également trois routes départementales, la RD 920, la RD 5 et la RD 36b, définies comme des axes non structurants car le trafic moyen journalier annuel tous véhicules y est inférieur à 2 000 véhicules. D'après la Direction des Routes du Conseil Départemental de l'Indre, un comptage temporaire a été réalisé pour l'année 2016 : seule la route départementale RD 920 (les autres RD étant de moindre importance en termes de trafic) a fait l'objet d'un comptage et présente un trafic moyen journalier annuel tous véhicules de 676 véhicules dont 4,9 % de poids-lourds.

Un réseau de chemins communaux sont également situés dans l'aire d'étude (cf. carte suivante). La distance minimale entre chaque éolienne et le réseau de voies routières est présentée dans le tableau ci-dessous.

Voies de communication	Type de transport	Trafic journalier	CESAB01	CESAB02	CESAB03	CESAB04	CESAB05	CESAB06
A20	Local, régional, national et international	Elevé	349 m	318 m	243 m	259 m	> 500m	> 500m
RD 920	Local et agricole	Faible	398 m	357 m	283 m	320 m	> 500 m	> 500 m
RD 5	Local et agricole	Très faible*	> 500 m	> 500 m	417 m	118 m	431 m	> 500 m
RD 36b	Local et agricole	Très faible*	> 500 m	353 m	92 m	115 m	> 500 m	> 500 m
Réseau de chemins	agricole	Très faible*	429 m	419 m	> 500 m	> 500 m	275 m	178 m

*trafic non comptabilisé, inférieur dans tous les cas à 500 véhicules/jour

Figure 10 : Distance des éoliennes aux voies de communication dans l'aire d'étude (source : VOL-V)

L'aire d'étude comprend un ensemble de voies routières dont l'autoroute A20 qui fait l'objet d'un Plan de Gestion du Trafic (PGT) qui consiste à la gestion des perturbations de circulation routière. En fonction du mode d'exploitation de l'autoroute A20 (fermeture partielle ou complète du tronçon concerné par l'aire d'étude), la caractérisation du réseau routier varie et en particulier au niveau de la route départementale RD 920 servant d'itinéraire de déviation de l'autoroute A20.

D'après le volet technique du PGT A20 Indre, des mesures ont été définies en cas de fermeture du tronçon de l'autoroute A20 compris entre Parnac (échangeur n°20) et Celon (échangeur n°19) et celles-ci consistent à la mise en œuvre d'un itinéraire de déviation empruntant la route départementale RD920 comprise dans l'aire d'étude du projet. Ainsi, en cas de coupure de l'autoroute A20 et d'une déviation via la RD920, le trafic moyen journalier annuel tous véhicules pour cette route départementale augmente très fortement et peut être considéré équivalent à celui de l'autoroute A20. Dans ce cas, la route

RD920 est à prendre en compte en tant qu'axe routier structurant dans la mesure où le trafic moyen journalier annuel tous véhicules y est très supérieur à 2 000 véhicules.

Par conséquent, la mise en œuvre des mesures du PGT A20 Indre entraîne un surclassement temporaire de la route départementale RD920 en route structurante. A l'inverse, elles peuvent induire un déclassement de l'autoroute A20 en route non structurante dans le cas d'une combinaison des deux mesures. Toutefois, la mise en œuvre de ces mesures est principalement aléatoire, à l'exception de certains travaux d'entretien de la chaussée nécessitant une coupure complète d'un sens de circulation, et sa fréquence de survenance est surtout très faible. Aucune information relative aux statistiques (nombre, fréquence) de survenance de ces mesures ne nous a été transmis par la Direction Interrégionale des Routes Centre Ouest (DIRCO). Toutefois, d'après les mairies concernées par ce tronçon de l'autoroute A20, il semble que cette mesure ne soit appliquée en moyenne que tous les 5 à 10 ans. De plus, considérant que la route départementale RD920 est située à l'ouest de l'autoroute A20 et plus éloignée de l'aire d'étude (dont les éoliennes), la prise en compte unique de l'A20 comme route structurante correspond à une approche conservatrice et majorante en termes d'enjeux et de risques.

Pour ces raisons, il n'est pas justifié de considérer la qualification en axe structurant de la RD920, même dans le cas d'une approche spécifique du fait d'enjeux et de risques inférieurs à ceux relatifs à l'A20.

3.3.2. Réseaux publics et privés

Les principales installations publiques et privées non enterrées présentes dans les limites de l'aire d'étude sont présentées dans le tableau ci-dessous. La distance minimale de chaque éolienne à ces réseaux est précisée dans le tableau ci-dessous :

Installations publiques et privées non enterrées de l'aire d'étude		CESAB01	CESAB02	CESAB03	CESAB04	CESAB05	CESAB06
Transports d'électricité	Ligne aérienne 400 kV	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	480 m
Canalisations de transport de gaz naturel	AUCUN	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m
Réseaux de distribution d'électricité	AUCUN	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m
Réseaux d'assainissement	AUCUN	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m
Réseaux d'alimentation en eau potable	AUCUN	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m
Réseaux de télécommunication	Ligne de téléphonie*	407 m	350 m	290 m	320 m	> 500 m	> 500 m

*canalisation enterrée

Figure 11 : Distance des éoliennes aux installations publiques et privées non enterrées (source : VOL-V)

Concernant les autres réseaux enterrés, on constate qu'il n'y a aucun réseau de distribution de gaz naturel à l'intérieur ou à proximité de l'aire d'étude. Aucune parcelle agricole comprise dans l'aire d'étude comporte un réseau de drainage.

3.3.3. Autres ouvrages publics

Aucun autre ouvrage public n'est identifié à l'intérieur et à proximité de l'aire d'étude, à l'exception d'un château d'eau, servant également d'antenne de télécommunication (communication hertzienne, téléphonie mobile), localisé à la Borde sur la commune de Vigoux. L'éolienne CESAB01 est la plus proche et est située à environ 645 m de celui-ci. Aucune servitude radioélectrique afférente à cette antenne n'impacte le projet de parc éolien Les Sables.

3.4. Choix méthodologique de prise en compte des enjeux

Au sein de la zone d'étude, la prise en compte des enjeux humains est réalisée dans le cadre d'une approche unique et majorante, en particulier en ce qui concerne les voies de communication pouvant faire l'objet d'une évolution de leur trafic dans le cas de fermeture de l'A20 et d'une déviation empruntant la RD 920.

Ainsi, le tableau suivant présente la méthodologie de comptage des enjeux humains au niveau des voies de communication.

Voirie	Type d'ensemble homogène	Nombre de personnes exposées ou ratio par unité de calcul
A 20	Voie automobile	22 415 véhicules / jour
RD 920	Terrain aménagé peu fréquenté	0,1 personne exposée / ha
RD 5, RD 36b et autres voiries	Terrain aménagé peu fréquenté	0,1 personne exposée / ha

Figure 12 : Méthodologie de comptage des enjeux humains (source : VOL-V)

Pour les autres types d'occupation de l'espace, la méthode de comptage des enjeux humains présents dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Celle-ci est basée sur la Partie 1 « Règles méthodologiques applicables pour l'élaboration des études de dangers » de 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.

3.5. Cartographie de synthèse

En conclusion de ce chapitre de l'étude de dangers, la cartographie présentée en page suivante permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans l'aire d'étude en fonction de :

- Le nombre de personnes exposées par secteur (champs, routes, habitations...);
- La localisation des biens, infrastructures et autres établissements.

Pour chaque éolienne du projet du parc éolien Les Sables, une cartographie de synthèse des risques et un calcul détaillé des personnes exposées sont consultables en annexe 2. Ces cartographies permettent de disposer d'un descriptif des personnes exposées par ensemble homogène.



CENTRALE EOLIENNE LES SABLES
Communes de Vigoux et Bazaiges (36)
Etude de danger
Synthèse des enjeux dans l'aire d'étude

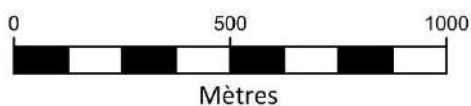


Légende :

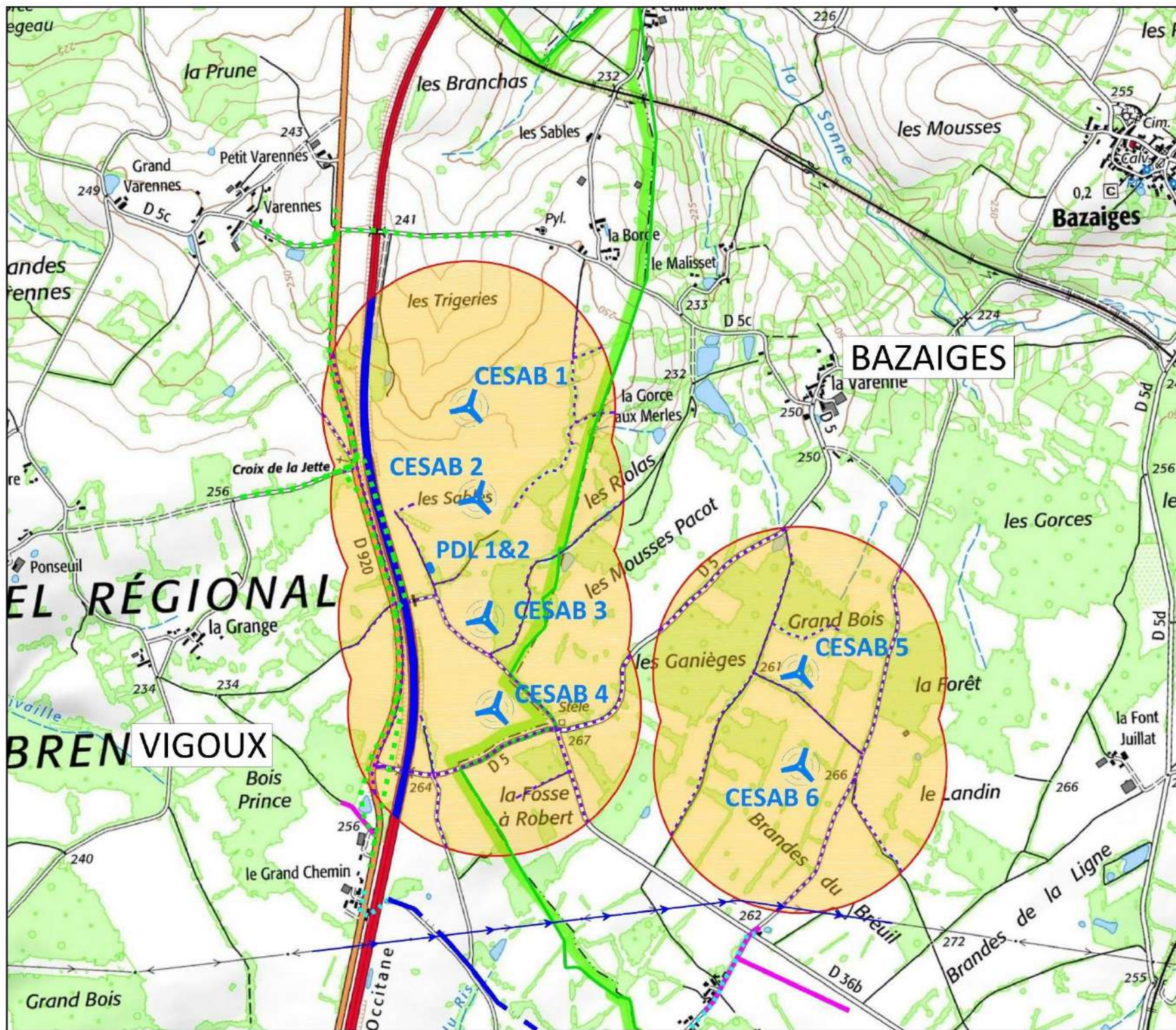
- Aire d'étude
- Eoliennes
- Postes de Livraison (PDL)
- Ligne enterrée de télécommunication
- Ligne électrique aérienne HTA (400 kV)
- Alimentation en eau potable
- Réseau électrique enterré BT
- Réseau électrique enterré HTA (20 kV)
- Limites communales

Type d'ensembles homogènes considérés :

- Terrain non aménagé
champ, prairie, boisement
- Terrain aménagée peu fréquentée
route non structurante, chemin rural/agricole
- Voie automobile
Voie routière structurante



1: 20 000
Réalisation : VOL-V - Juillet 2018
Source fond de carte : IGN © GEOPORTAIL
ESAB-EDD.dwg



NOMBRE TOTAL DE PERSONNES EXPOSEES PAR ENSEMBLE HOMOGENE

	CESAB 01	CESAB 02	CESAB 03	CESAB 04	CESAB 05	CESAB 06
Terrain non aménagé	0,72	0,70	0,70	0,7	0,76	0,46
Terrain aménagée peu fréquenté	0,12	0,23	0,28	0,31	0,29	0,16
Voie automobile	121,49	132,16	135,75	129,29	0	0

Figure 13 : Synthèse des enjeux de l'aire d'étude de l'installation (source : VOL-V)

4. Description de l'installation

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

4.1. Caractéristiques de l'installation

4.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes :

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

a. Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

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

- Le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

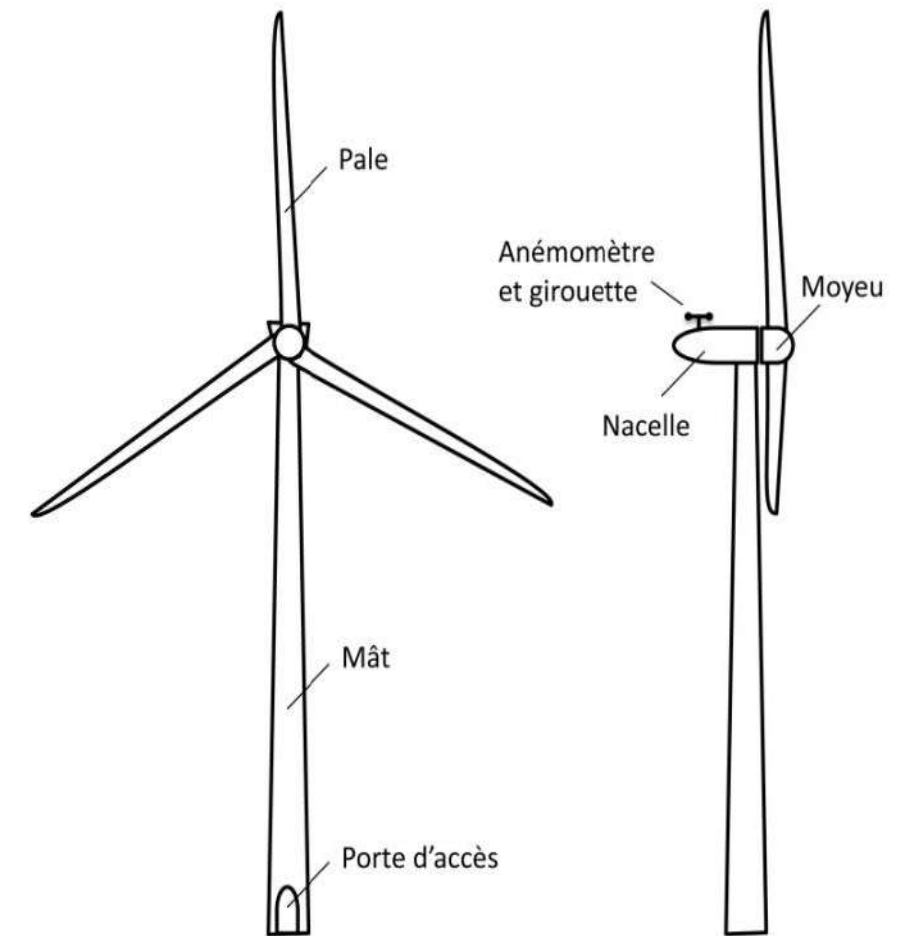


Figure 14 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

b. 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.

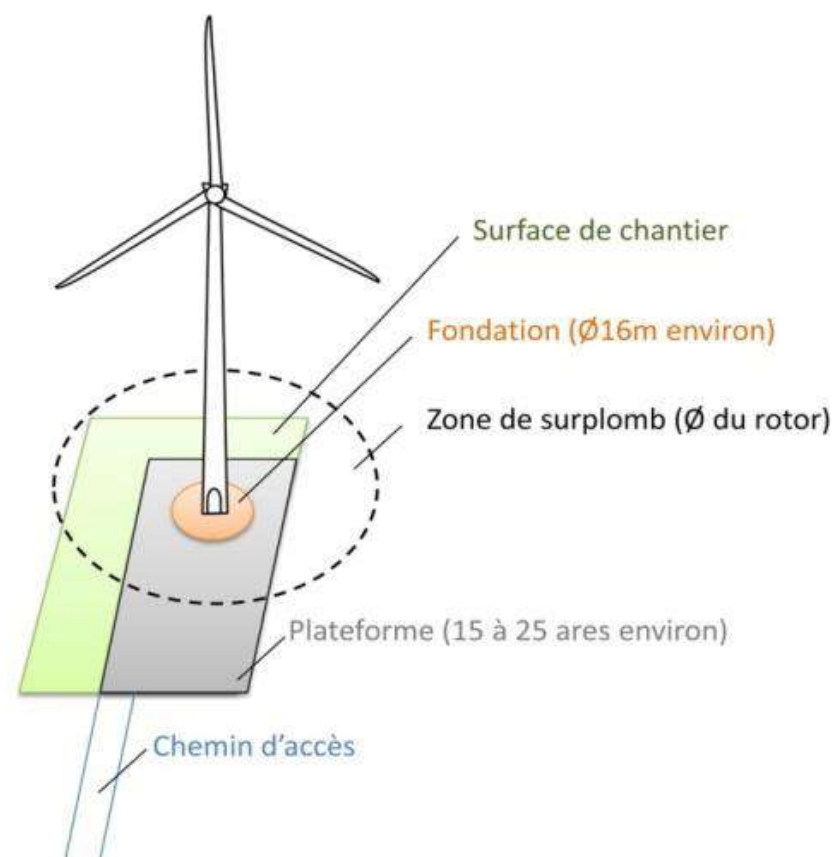


Figure 15 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne
(Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale)

c. 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).

d. Autres installations

Aucune aire d'accueil pour informer le public, parkings (hors plateforme), ou parcours pédagogiques n'est envisagé.

4.1.2. Activité de l'installation

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

Sachant qu'à ce stade du projet aucun modèle d'éolienne n'a été retenu (cf. paragraphe « 4.1.3. Considération d'un gabarit d'éolienne »), la hauteur « mât + nacelle » maximale est de 130 m et est, quel que soit le modèle d'éolienne finalement retenu, supérieur à 50 m.

4.1.3. Considération d'un gabarit d'éolienne

A ce stade, le modèle d'éolienne qui sera installé sur le parc éolien Les Sables n'est pas défini. En effet, les projets éoliens ont des cycles de développement relativement longs en termes de réalisation des expertises préalables, de conception du projet, de montage des dossiers de demande, d'instruction de ces derniers en vue d'obtenir les autorisations. Plusieurs années sont ainsi nécessaires pour franchir ces différentes étapes. Pendant ce temps, les caractéristiques techniques et économiques des machines sont susceptibles d'évoluer.

Pour ces raisons, et pour garantir une mise en concurrence des fabricants d'éoliennes, VOL-V a défini un projet compatible avec des modèles de plusieurs fabricants, sachant qu'il n'existe aucun standard en termes de dimensions et de caractéristiques de fonctionnement des éoliennes.

Dans le cadre de la présente étude de dangers, VOL-V a déterminé les paramètres dimensionnels des éoliennes susceptibles d'influencer les impacts, dangers ou inconvénients de l'installation et a retenu les valeurs les plus impactantes des modèles éligibles pour ce projet afin de présenter une évaluation majorante des dits impacts, dangers ou inconvénients. Il s'agit de la hauteur totale de l'éolienne mais aussi du diamètre du rotor, de la hauteur au moyeu, de la hauteur libre sous le rotor et de la puissance nominale de l'éolienne. Ces caractéristiques sont listées ci-dessous. Ces mêmes données seront reprises dans l'ensemble du dossier de Demande d'Autorisation Unique.

Les caractéristiques acoustiques influencent également les impacts, dangers ou inconvénients de l'installation. Toutefois, chaque type de machine ayant ses propres caractéristiques acoustiques, il est difficile de définir un scénario de synthèse majorant. Pour cette raison, le porteur de projet a simulé 3 modèles d'éoliennes différentes pour l'étude d'impact. Le porteur de projet s'engage à faire actualiser cette expertise si la machine finalement retenue pour le projet de parc éolien Les Sables différerait des machines simulées dans l'étude acoustique.

Sont considérés les modèles d'éolienne suivants : Vestas V126, Siemens SWT130 et Enercon E126.

Les paramètres dimensionnels retenus sont les suivants :

- Hauteur totale de l'éolienne en bout de pale : 184 m max.
- Diamètre du rotor : 131 m max.
- Hauteur au moyeu : 127,5 m max.
- Hauteur libre sous le rotor : 48,5 m min.
- Puissance nominale de l'éolienne : 4,2 MW max.

Ces paramètres constituent des paramètres maximum et sont cumulatifs. Ainsi, la hauteur totale sera quoi qu'il en soit de 184 m maximum en bout de pale. Ainsi, à titre d'exemple, pour un rotor qui atteindrait la dimension maximum de 131 m, la hauteur de moyeu ne pourrait être supérieure à 118,5 m pour respecter les 184 m maximum en bout de pale.

Réciproquement, si la hauteur de moyeu maximum de 127,5 m était retenue, alors le rotor aurait un diamètre qui ne pourrait excéder 113 m pour respecter les 184 m maximum en bout de pale.

4.1.4. Composition de l'installation

Le parc éolien est composé de 6 aérogénérateurs et de 2 postes de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu maximale de 127,5 mètres et un diamètre de rotor maximal de 131 mètres, soit une hauteur totale maximale en bout de pale de 184 mètres.

Le tableau suivant indique l'emplacement et les coordonnées géographiques des aérogénérateurs (CESAB) et des postes de livraison (PDL) :

Eoliennes et PDL	Communes	Coordonnées en Lambert 93		Coordonnées en WGS84		Altitude NGF (m)	
		X	Y	Latitude	Longitude	Au sol	En bout de pale
Eolienne ESAB 01	VIGOUX	585177,01	6600141,62	46,4914735	1,5029042	253	437
Eolienne ESAB 02	VIGOUX	585194,14	6599829,80	46,4886692	1,5032044	261	445
Eolienne ESAB 03	VIGOUX	585205,30	6599418,23	46,4849658	1,5034516	260	444
Eolienne ESAB 04	VIGOUX	585227,37	6599109,52	46,4821902	1,5038155	268,5	453
Eolienne ESAB 05	BAZAIGES	586275,67	6599193,08	46,4831193	1,5174625	260	444
Eolienne ESAB 06	BAZAIGES	586263,34	6598877,51	46,4802775	1,5173741	265	449
Poste de livraison 1	VIGOUX	585024,34	6599605,84	46,4866239	1,5010466	265	
Poste de livraison 2	VIGOUX	585028,39	6599595,61	46,4865325	1,5011019	265	-

Figure 16 : Coordonnées géographiques des éoliennes et des postes de livraison (source : VOL-V)

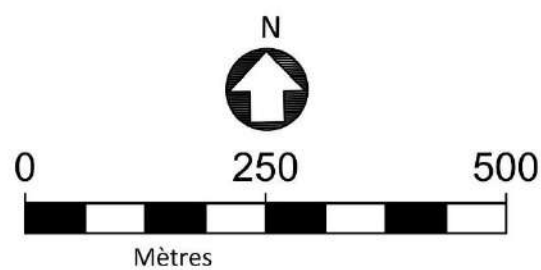


CENTRALE EOLIENNE LES SABLES
Communes de Vigoux et Bazaiges (36)
Etude de danger
Détails de l'installation



Projet de Parc Eolien :

- Aire de survol des pales (Diamètre= 131 m)
- Fondations
- Plateformes à aménager
- Chemins à créer
- Réseau Inter-Eolien
- Postes de Livraison (PDL)
- Limites parcellaires
- Routes et chemins
- Limites communales



1: 15 000
Réalisation : VOL-V - Juillet 2018
Source fond de carte : cadastre DGI
ESAB-EDD.dwg

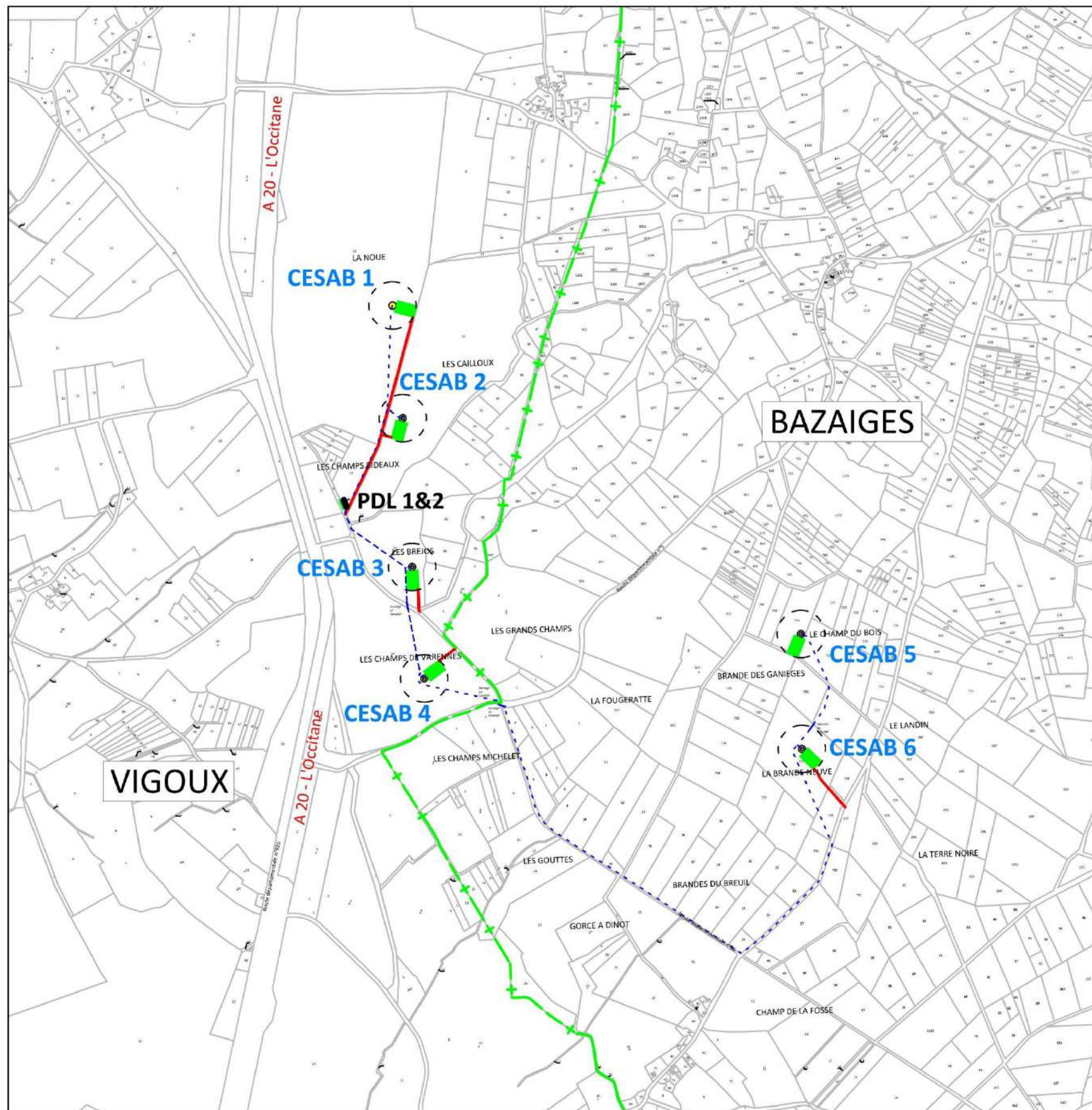


Figure 17 : Plan détaillé de l'installation : éoliennes, PDL, RIE, et chemins d'accès (source : VOL-V)

4.2. Fonctionnement des aérogénérateurs de l'installation

4.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 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.

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Fondation d'un diamètre d'environ 30 mètres et d'une profondeur d'environ 4 mètres.
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Béton et acier tubulaire composés d'une vingtaine d'éléments en béton et d'un élément en acier. Ces éléments sont assemblés directement sur place. Diamètre : environ 8m. Hauteur max : 127,5m.
Nacelle	Supporter le rotor et abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	Comprend le moyeu sur lequel se positionne le rotor, le multiplicateur, le générateur électrique, le système parafoudre, le système d'orientation, l'arbre lent, l'arbre rapide, le refroidisseur, le frein mécanique, les outils de mesure, un système de commande.
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Pales en matériaux composites. Masse d'environ 8 à 10 tonnes par pale. Diamètre maximal du rotor : 131m
Transformateur	Élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Intégré au mât de l'éolienne (au pied). Tension électrique en sortie de génératrice : 680 V. Tension en sortie de transformateur : 20 000 V
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Raccordement privatif des éoliennes au poste de livraison en souterrain. Liaison publique jusqu'au poste source le plus proche. Tension : 20 000 V

4.2.2. Sécurité de l'installation

Des consignes de sécurité seront établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes 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 de produits incompatibles ;
- Les procédures d'alertes avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours.

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

L'aérogénérateur retenu sera doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur. L'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de quinze minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur.

L'exploitant s'engage à dresser la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité et détermine les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps.

L'aérogénérateur retenu sera doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, notamment :

- D'un système d'alarme qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées ci-dessus dans un délai de soixante minutes
- D'au moins deux extincteurs situés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façon bien visible et facilement accessible. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Cette disposition ne s'applique pas aux aérogénérateurs ne disposant pas d'accès à l'intérieur du mât.

Chaque aérogénérateur est équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur est mis à l'arrêt dans un délai maximal de soixante minutes. L'exploitant définit une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales. Cette procédure figure parmi les consignes de sécurité mentionnées ci-dessus.

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

Concernant les opérations de maintenance, les personnes étrangères à l'installation n'ont pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs. Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.

Les prescriptions à observer par les tiers seront affichées soit en caractères lisibles, soit au moyen de pictogrammes 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. Elles concernent notamment :

- Les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ;
- L'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur ;
- La mise en garde face aux risques d'électrocution ;
- La mise en garde, le cas échéant, face au risque de chute de glace.

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



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

Suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalisera une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur. Le fonctionnement de l'installation sera assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques présentés par l'installation, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours. Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procèdera à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât. Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant procèdera à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité. Ces contrôles feront l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

En conclusion, les installations de production d'énergie éolienne retenues satisferont aux recommandations minimales prescrites dans l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées.

4.2.3. Opérations de maintenance de l'installation

Sachant qu'à ce stade du projet aucun modèle d'éolienne n'a été retenu (cf. paragraphe « 4.1.3. Considération d'un gabarit d'éolienne »), aucun centre d'intervention n'est déterminé, tant en termes de localisation géographique, de distance d'éloignement au parc éolien Les Sables et de temps d'intervention. En tout état de cause, toute intervention non programmée devra être réalisée sous un délai de 24 heures après la survenance d'un événement nécessitant une intervention physique.

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

L'exploitant éliminera ou fera éliminer les déchets produits. Il s'assure que les installations utilisées pour cette élimination seront régulièrement autorisées à cet effet. L'exploitant s'engage à ne pas brûler des déchets à l'air libre. Les déchets non dangereux (par exemple bois, papier, verre, textile, plastique, caoutchouc) et non souillés par des produits toxiques ou polluants seront récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées. Les seuls modes d'élimination autorisés pour les déchets d'emballage seront la valorisation par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir des matériaux utilisables ou de l'énergie. Cette disposition n'est pas applicable aux détenteurs de déchets d'emballage qui en produisent un volume hebdomadaire inférieur à 1 100 litres et qui les remettent au service de collecte et de traitement des collectivités.

En conclusion, les installations de production d'énergie éolienne retenues satisferont aux recommandations minimales prescrites dans l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées.

4.2.4. Stockage et flux de produits dangereux

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

¹ Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation

4.3.1. Raccordement électrique

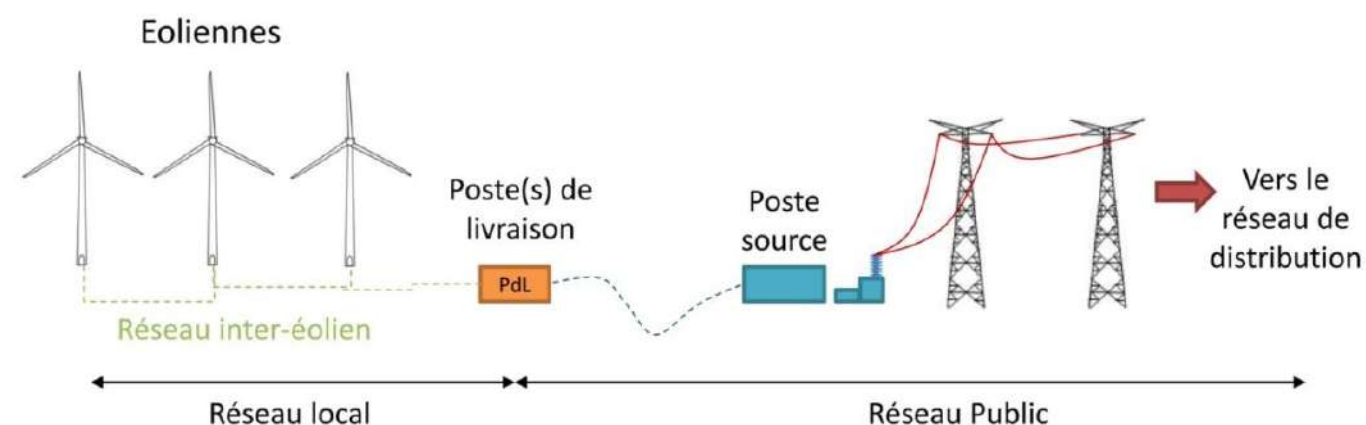


Figure 19 : Raccordement électrique des installations

a. Réseau inter-éolien (RIE)

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne¹, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm. Pour rappel, en sortie de génératrice, la production électrique correspond à une énergie électrique triphasée d'une tension de 690 V (BT) et celle-ci subit une élévation de sa tension à 20 000 V (HTA). A la sortie du transformateur, l'énergie électrique est acheminée jusqu'au poste de livraison par le réseau inter-éolien à une tension électrique de 20 kV.

b. Poste(s) de livraison

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

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

c. Réseau électrique externe

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

d. Création du Réseau inter-éolien (RIE)

Caractéristiques techniques des travaux

Des câbles HTA seront posés entre chaque éolienne et raccordés aux postes de livraison.

Une tranchée sera ouverte en domaine privé, en accotement et en traversée de chemins afin de pouvoir réaliser cette liaison. Les câbles seront enterrés à une profondeur minimum de :

- 1,0 m en terres de labour ;

- 0,8 m en domaine privé hors labour, en accotement, ou sous chemin rural et route départementale.

Les coupes types de tranchées prévues selon l'occupation des sols sont présentées sur les plans en annexe.

Des fourreaux de protection seront posés aux croisements des canalisations existantes, aux points particuliers et sous chemins. Un grillage avertisseur de couleur rouge sera déroulé au-dessus des câbles HTA à 30 cm de ceux-ci.

Pour la partie RIE en labour, le réseau électrique sera posé à une profondeur minimale de 1,00m. Cette profondeur assure la sécurité et la longévité du réseau mais garantit également une sureté pour l'utilisation des terres de la couche supérieure. La largeur de la tranchée sera de 0.46 m en moyenne. Deux techniques pourront être utilisées pour la réalisation de la pose de ce réseau : travaux effectués à la pelleuse ou à la trancheuse.

▪ Travaux effectués à la pelleuse

- Décapage de la terre végétale (TV) sur 10 m de large et mise en cordon sur le côté.
- Terrassement de la tranchée et mise en cordon des déblais sur la zone décapée. Ces derniers sont bien juxtaposés à la terre végétale. Une attention particulière est portée sur ce point afin de ne pas mélanger la terre végétale aux déblais évacués.
- Remblaiement et évacuation des déblais excédentaires.
- Remise en place de la terre végétale non souillée



Figure 20 : RIE à la pelleuse : Travaux à la pelleuse, enfouissement des câbles et remise en état de la terre végétale (source : VOL-V)

▪ Travaux effectués à la trancheuse

- Décapage de la terre végétale sur 4 m de large et mise en cordon de la terre végétale.
- Passage de la trancheuse dans la zone décapée.
- Remise en place de la terre végétale non souillée.



Figure 21 : RIE à la trancheuse : tranchée et mise en cordon TV, tranchée TV, enfouissement réseaux et remise en état TV (source : VOL-V)

Période et durée prévisionnelle des travaux

Pour des raisons climatiques et de sécurité sur nos câbles, la période de mise en place du RIE est programmée juste avant le montage des éoliennes et la livraison des postes de livraison.

La durée prévisionnelle des travaux d'enfouissement des câbles HTA, est d'environ 8 semaines pour une pose effectuée à la pelleuse et d'environ six semaines pour une pose effectuée à la trancheuse.

Respect des cultures

Parmi tous les jalons marquant la vie d'un parc éolien, la construction du réseau de haute tension est une étape sur laquelle nous portons toute notre attention.

La remise en état de la parcelle agricole est pour nous gage de qualité. Cette remise en état est assurée notamment par :

- Une concertation omniprésente avec les propriétaires et les exploitants des parcelles agricoles ;
- Autant que possible et en l'absence de contraintes majeures, un planning de démarrage de cette phase chantier en adéquation avec les périodes appropriées de récolte des parcelles agricoles.
- Le respect du cahier des charges général associé à l'implantation de ce réseau nécessaire à l'enfouissement du réseau et de la bonne remise en état des parcelles agricoles ;
- Des méthodes d'enfouissement respectant la vocation du sol agricole pour lui permettre une bonne récupération de son utilité primaire après enfouissement du réseau ;
- La supervision des travaux par un « superviseur expérimenté chargé de faire respecter les prescriptions réglementaires des travaux selon la réglementation en vigueur.







Tous ces points permettent d'assurer l'implantation du réseau dans de bonnes conditions et assurer la bonne remise en état du site après travaux pour que les parcelles agricoles puissent retrouver leur utilisation d'origine.

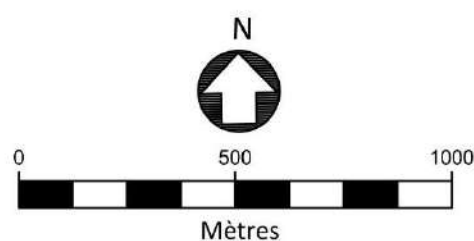


CENTRALE EOLIENNE LES SABLES
Communes de Vigoux et Bazaiges (36)
Etude de danger
Les Réseaux électriques



Légende :

-  Aire d'étude
-  Eoliennes
-  Limites communales
-  Postes de livraison (PDL)
-  Réseau Inter-Eolien (enterré)
-  Ligne électrique aérienne HTA (400 kV)



1: 20 000
Réalisation : VOL-V - Juillet 2018
Source fond de carte :IGN © GEOPORTAIL
ESAB-EDD.dwg



Figure 22 : Localisation du réseau inter-éolien (source : VOL-V)

Mise en service du réseau

Au regard de l'arrêté du 14 janvier 2013 relatif aux modalités du contrôle technique des ouvrages des réseaux d'électricité et afin de permettre la mise en service du réseau, un bureau de contrôle est missionné et s'assurera de la conformité électrique des ouvrages réalisés.

Au regard de l'article 7 du décret n°2011-1697 du 1^{er} décembre 2011, l'ensemble des informations permettant l'enregistrement des réseaux et son géoréférencement sera transmise à ERDF.

De même qu'en application des dispositions des articles L554-1 à L554-4 et R554-1 et suivants du code de l'environnement, il sera procédé à l'envoi de l'ensemble des informations permettant l'enregistrement des réseaux et son géoréférencement au guichet unique www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr.

Une matérialisation du passage des réseaux sur site sera également réalisée par pose de bornes de repérage rouges, spécifiant la présence de câble électrique sous tension. Les bornes seront posées à chaque changement de direction du RIE.

e. Prescriptions techniques à respecter

Respect de la réglementation en vigueur

La Centrale Eolienne Les Sables s'engage à respecter et faire respecter la réglementation en vigueur dans la conception, l'aménagement et la mise en œuvre du réseau inter-éolien.

Le texte principal est l'arrêté du 17 mai 2001 qui fixe les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique. Le décret du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions générales de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'installation de production aux réseaux publics d'électricité est également pris en compte.

Respect des réseaux existants

Durant les études réalisées et des consultations préliminaires, il a été identifié par la consultation du guichet unique et le retour de Déclarations de Travaux (DT), l'absence de réseaux.

Respect des voiries existantes

Le RIE projeté :

- Traverse et longe différents chemins ruraux ;
- Traverse et longe la route départementale RD36b ;
- Traverse la route départementale RD5.

Les mesures prévues en conception et en phase chantier sont :

- Pour les chemins ruraux, une permission de voirie pour travaux sera demandée au service compétent des communes concernées. Les travaux sont susceptibles d'interrompre ou modifier temporairement la circulation.
- Pour les routes départementales, une permission de voirie pour travaux sera demandée à la direction des routes du Conseil Départemental de l'Indre. Dans la mesure où les travaux sont susceptibles d'interrompre ou modifier temporairement la circulation, un arrêté de circulation pourra être pris afin de permettre par exemple une circulation alternée par feux tricolores, voir une fermeture totale de la route à la circulation.

Les autorisations seront délivrées, avec des prescriptions qui seront intégrées dans le cahier des charges technique du chantier, l'objectif étant que les voiries soient restaurées après le chantier dans leur état initial.

f. Prises en compte de l'environnement

La mise en place du réseau inter-éolien a été prise en compte dans l'étude d'impact du parc éolien afin de garantir le respect des règles de l'art, conformément à l'article 4 de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

Les études et mesures compensatoires prévues contribuent ainsi à assurer d'une façon générale le maintien de l'écoulement des eaux, de l'accès des maisons et des propriétés, des télécommunications, de la sécurité et de la commodité de la circulation

sur les voies publiques empruntées, la sauvegarde de la flore, de la faune et des paysages, la sécurité des services publics, la sécurité des personnes et la santé.

4.3.2. Autres réseaux

L'installation du parc éolien ne nécessite aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.



5. Identification des potentiels de dangers de l'installation

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

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

5.1. Potentiels de dangers liés aux produits

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien en projet 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, nettoyeurs...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...).

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne génère pas de déchets, ni d'émissions atmosphériques, ni d'effluents. Les produits sortants concernent donc les opérations de maintenance régulières des installations, sous la forme de déchets.

Seuls deux types de déchets seront produits pendant l'exploitation du parc éolien :

- Déchets industriels banals : ces déchets concernent les pièces usagées non souillées, carton usagers d'emballage, etc. ;
- Déchets industriels spéciaux : ces déchets concernent les huiles usagées (transmission), graisses, bombes à graisse usagées vides, etc.

Pour chaque catégorie de déchet, les dangers potentiels (explosif, comburant, carburant, extrêmement inflammable...) sont mentionnés sur les fiches de données sécurité qui les concernent en tant que produit.

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

L'exploitant s'engage à fournir aux autorités compétentes la liste des produits utilisés ainsi que les risques associés à chacun de ses produits lors de la mise en service de l'installation.

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

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

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

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

Figure 23 : Dangers potentiels liés au fonctionnement de l'installation (source : guide technique, mai 2012)

5.3. Réduction des potentiels de dangers à la source

5.3.1. Principales actions préventives

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

a. Choix des caractéristiques des éoliennes

Les éoliennes choisies dans le cadre de l'installation projetée ont les caractéristiques suivantes :

DONNEES GENERALES	
Fabricant	Non défini
Dénomination	Non défini
Puissance nominale	4,2 MW max.
Hauteur en bout de pale	184 m max.
ROTOR	
Diamètre	131 m max.
Surface	13'500 m ² max.
Vitesse minimale de rotation	Environ 4 tours/minutes min.

Vitesse maximale de rotation	Environ 17 tours/minutes max.
Sens de rotation	Sens des aiguilles d'une montre
Système de limitation de puissance	3 systèmes autonomes de réglage des pales avec alimentation de secours
Matériaux	Résine d'époxyde renforcée à la fibre de verre / protection parafoudre intégrée
Vitesse de vent de démarrage	1,8 m/s min. environ
Vitesse de vent de mise en sécurité	32 m/s max.
Hauteur du moyeu	127,5 m max.
Hauteur minimale sous pale	48,5 m min.
NACELLE ET GENERATRICE	
Type	Synchrone ou asynchrone
Système de freinage	Frein à disque hydraulique
Matériaux nacelle	Matériaux composites
Matériaux génératrice	Acier, cuivre, aluminium
MAT	
Hauteur au moyeu	127,5 m max.
Matériaux	Acier ou béton + acier
Largeur base mât	9,7 m max. environ

Figure 24 : Caractéristiques des éoliennes de l'installation (source : VOL-V)

Les éoliennes seront certifiées selon la norme IEC 61400-1 et adaptées aux conditions de vent évaluées préalablement sur le site. Dans le cadre cette norme, les éoliennes sont en effet rangées dans des classes définies en fonction de la vitesse moyenne de vent, de la vitesse maximale et des turbulences. L'adéquation de l'éolienne retenue au site sera également confirmée par le fournisseur d'éoliennes.

Chaque aérogénérateur est également équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur est mis à l'arrêt dans un délai maximal de soixante minutes. L'exploitant définit une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales. Cette procédure figure parmi les consignes de sécurité mentionnées dans l'article 22.

b. Choix de l'emplacement des installations

Les distances d'éloignement réglementaires aux habitations et aux infrastructures ont été respectées, et même augmentées lorsque la bonne insertion du projet dans son environnement le nécessitait (cf. fichier 4.1. Etude d'impact sur l'environnement). Les éoliennes sont ainsi situées, au plus près, à 526 m des habitations et/ou zones urbanisables, à 480 m de la ligne électrique aérienne la plus proche (400 kV), à 243 m de l'autoroute A20 et à 92 m du réseau routier départemental. Les éoliennes du parc éolien sont de plus particulièrement espacées, laissant une distance inter-éolienne importante.

5.3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles

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

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

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

6. Analyse des retours d'expérience

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

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

L'inventaire de l'accidentologie a été réalisé sur la période 2000 à début 2012 à l'échelle française et le retour d'expérience à l'international s'arrête quant à lui en 2010. Une complétude de cet inventaire à l'échelle française a été réalisée de 2012 à juillet 2018.

6.1. Inventaire des accidents et incidents en France

6.1.1. Retours d'expériences (mars 2012)

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter l'installation. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012).

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

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

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

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

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

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

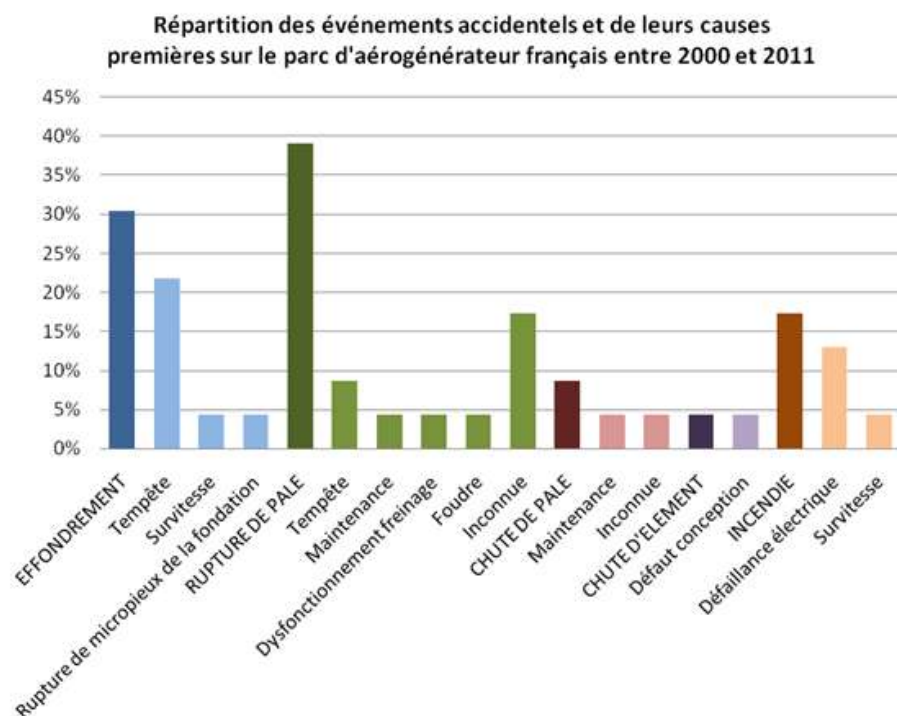


Figure 25 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes en France (source : guide technique, mai 2012)

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-dessous. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur claire.

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

6.1.2. Autres accidents et incidents plus récents

La base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) recense en effet les incidents ou accidents qui ont, ou auraient, pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, carrières, élevages... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées (cf. <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>).

D'autres accidents et incidents plus récemment identifiés dans le domaine de l'éolien sont listés sur cette base de données : ils sont listés en annexe 7. Ainsi, en France, sur la période de mars 2012 à juillet 2018, on dénombre 31 événements. Au vu du parc éolien français en service, le niveau d'accidentologie relatif à cette période donnée présente une probabilité de survenance d'accidents plus faible que pour la période de référence (2000 à 2012). Toutefois, pour l'analyse des dangers du projet de parc éolien Les Sables, il a été choisi de conserver une approche majorante en se référant à la base de données d'accidentologie de 2000 à 2012.

6.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international

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

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation par le groupe de travail

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

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



Figure 26 : Répartition des événements accidentels dans le monde (source : guide technique, mai 2012)

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) :

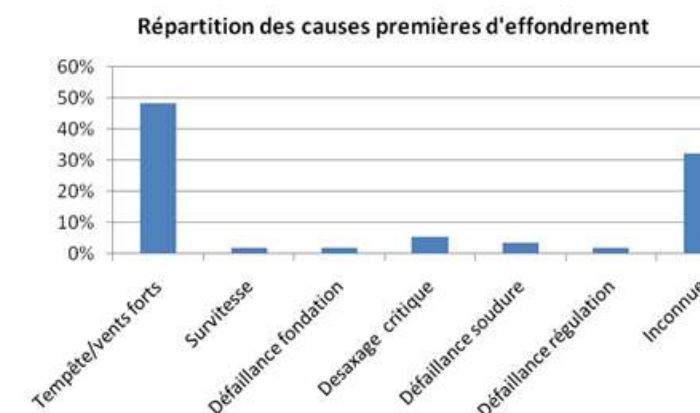


Figure 27 : Répartition des causes premières d'effondrement (source : guide technique, mai 2012)

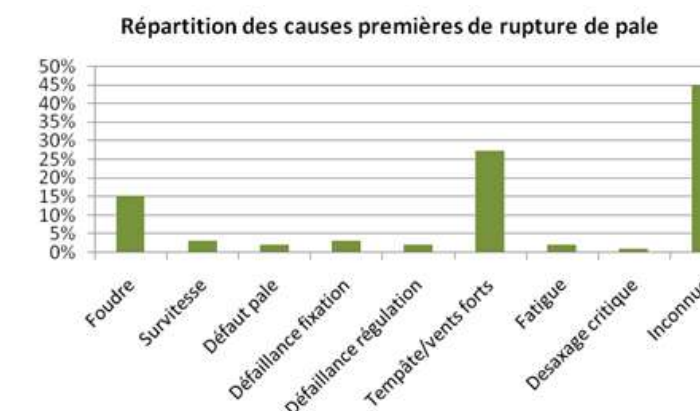


Figure 28 : Répartition des causes premières de rupture de pale (source : guide technique, mai 2012)

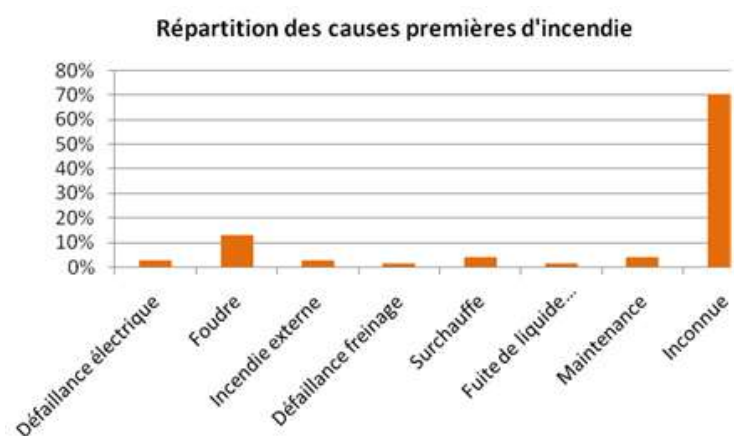


Figure 29 : Répartition des causes premières d'incendie (source : guide technique, mai 2012)

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.

Depuis 2010, un seul incident figure dans la base ARIA pour les pays étrangers. Il s'agit d'un feu d'éolienne survenu au Royaume-Unis fin 2011.

6.3. Accidents survenus sur les sites de l'exploitant

Aucun accident majeur n'est recensé sur les sites de l'exploitant, qu'il s'agisse de la société projet, exploitante du parc éolien, ou de sa société mère contrôlant la société projet (cf. chapitre 2.1).

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

6.4.1. Analyse de l'évolution des accidents en France

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

La figure suivante 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.

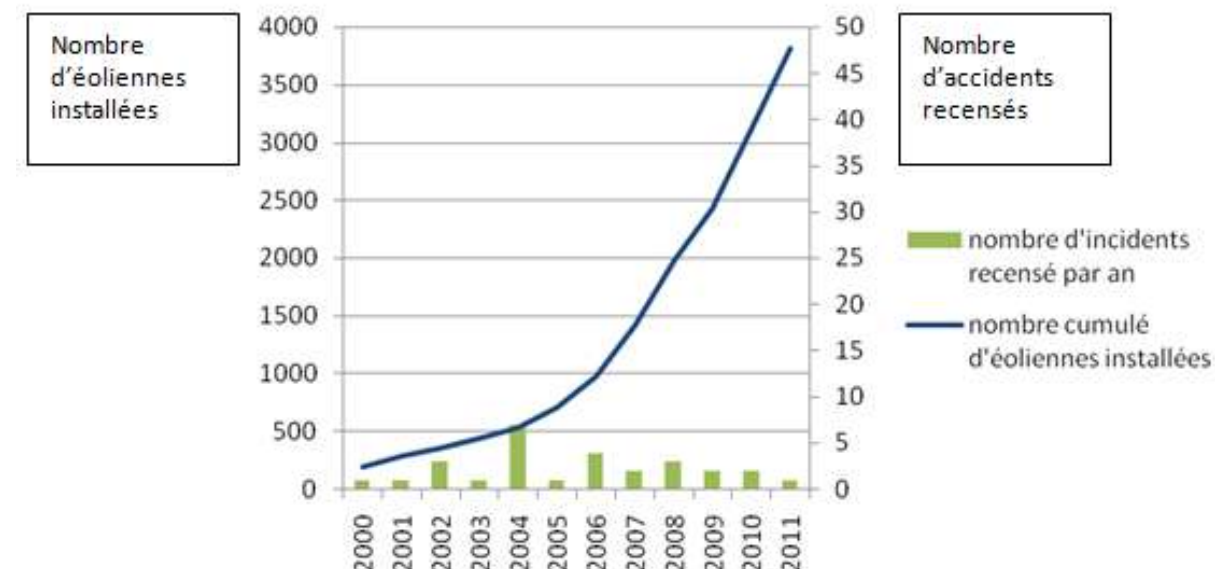


Figure 30 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (source : guide technique, mai 2012)

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

6.4.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

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

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

6.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

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

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



7. Analyse préliminaire des risques

7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques

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

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

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

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

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

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

- Inondations ;
- Séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- Incendies de cultures ou de forêts ;
- Pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses ;
- Explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

7.3. Recensement des agressions externes potentielles

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

Deux types d'agressions externes sont identifiés :

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

7.3.1. Agressions externes liées aux activités humaines

Le tableau suivant synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines.

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre d'étude	Eolienne(s) concernée(s)
A20	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Aucune
RD 920	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Aucune
RD 5	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	CESAB04 (118 m)
RD 36b	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	CESAB03 (92 m) CESAB04 (115 m)
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Aucune
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Aucune
Autres aérogénérateurs*	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Aucune

Figure 31 : Agressions externes liées aux activités humaines (source : VOL-V)

*En dehors des éoliennes de l'installation, il n'y a aucun autre aérogénérateur situé dans un périmètre de 500 m autour des aérogénérateurs.

L'étude de dangers a été réalisée conformément au guide technique « élaboration de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens terrestres » de mai 2012

Le tableau de la figure 31 page 34 de l'étude de dangers liste les principales agressions externes liées aux activités humaines. Il recense notamment les axes routiers situés autour du projet et identifie les éoliennes localisées à moins de 200 m de l'un d'eux. Deux éoliennes sont concernées par cette situation : CESAB03 localisée à 92 m de la RD36b et CESAB04 localisée à 115 m de la RD36b et 118 m de la RD5.

Il convient dans un 1^{er} temps de constater que la continuité de la RD36b est aujourd'hui rompue par la présence de l'autoroute A20. La section de la RD36b concernée par la proximité des éoliennes CESAB03 et CESAB04 constitue donc une impasse qui n'est plus utilisée que par les exploitants agricoles des parcelles desservies par cette route. Le trafic y est donc extrêmement réduit et la vitesse des véhicules circulant sur cet axe ne permet pas d'envisager de sortie de route susceptible d'impacter une éolienne située à 92 m ou 115 m de la voie. Aucun danger externe n'est donc attendu sur l'éolienne CESAB03 en lien avec la RD36b.

La RD5 est une voie départementale d'intérêt local reliant le bourg de Bazaiges à la RD920. Le trafic sur cet axe est donc très limité. La largeur de la route et la présence de virages ne permettent pas aux usagers d'atteindre une vitesse importante sur cet axe. Une sortie de route conduisant un véhicule à sortir de la route sur une distance de 118 m pour venir impacter l'éolienne CESAB04 est quasiment impossible, d'autant plus que cette distance de 118 m à l'aérogénérateur n'est pas dans la

continuité de l'axe routier mais à sa perpendiculaire. Précisons également qu'un talus d'environ 1 m de hauteur borde la route du côté de la parcelle concernée par l'éolienne, celui-ci empêchant tout véhicule en sortie de route de pénétrer sur cette parcelle.

Au final, deux éoliennes du projet se situent à moins de 200 m de routes départementales peu fréquentées et au regard du contexte de ces voies, aucun risque d'agression externe sur les installations du parc éolien n'est envisagé

7.3.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Le tableau suivant synthétise les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels :

Agression externe	Intensité
Glissement de sols/ affaissement minier	Aucune cavité n'est répertoriée au sein de l'aire d'étude. Le risque d'inondation par remontée de nappe est très faible à moyen pour l'aire d'étude. Des sondages géotechniques permettront, en amont de la construction, de préciser la nature des sols et seront pris en compte pour le dimensionnement des fondations.
Vents et tempête	Rafale de vent de maximale 36,7 m/s entre 1996 et 2010 (station météorologique de Châteauroux). Le choix de l'aérogénérateur sera adapté aux caractéristiques de vent mesuré
Foudre	Densité d'arc de foudre de l'ordre d'environ 1,7 arcs/km ² /an L'aérogénérateur retenu respectera la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)

Figure 32 : Agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : VOL-V)

Comme il a été précisé précédemment, les agressions externes liées à des inondations, à des incendies de forêt ou de cultures, des séismes ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont largement 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°6 ci-après.

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

7.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

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

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

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

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

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2



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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	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 1 : Scénario étudiés (source : guide technique, mai 2012)

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

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

7.5. Effets dominos

Lors d'un accident majeur sur une éolienne, une possibilité est que les effets de cet accident endommagent d'autres installations. Ces dommages peuvent conduire à un autre accident. Par exemple, la projection de pale impactant les

canalisations d'une usine à proximité peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses. Ce phénomène est appelé « effet domino ».

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

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

Le guide technique préconise 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 ICPE ne se situe dans ce périmètre. C'est la raison pour laquelle il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

7.6. Mise en place des mesures de sécurité

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes. Selon le guide technique de mai 2012, une simple description des mesures de sécurité mises en œuvre sur leurs machines, et de leurs critères de défaillance est conduite ci-dessous. Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

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

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA		
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		



Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de températures de chaque capteur.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

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

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

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle		

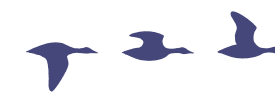
	Intervention des services de secours
Description	Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée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

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

Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an
--------------------	--

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualifiées Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Description	<p>La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne.</p> <p>Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23.</p> <p>Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Traçabilité : rapports de service		
Maintenance	NA		



Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite		
Description	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	A préciser si possible		
Maintenance	A préciser si possible.		

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	Inspection des équipements lors des maintenances planifiées Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présents dans les éoliennes		
Description	Des contrôles visuels sont prévus lors des opérations de maintenance. Un système de revêtement spécial respectant les exigences de la norme ISO 12944 permet une protection des pièces de l'éolienne contre la corrosion et les autres événements de l'environnement. Les données mesurées par les capteurs et sondes présents dans l'éolienne sont suivies et enregistrées. Ces données sont traitées afin de détecter les dégradations potentielles des équipements. Lorsqu'elle est nécessaire, une inspection de l'équipement soupçonné de se dégrader est planifiée.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	NA		
Tests	/		
Maintenance	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques liés aux opérations de chantier	N° de la fonction de sécurité	13
Mesures de sécurité	Mise en place d'une procédure de sécurité / rédaction d'un plan de prévention / Plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) Mise en place d'une restriction d'accès au chantier		
Description			
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	NA		

Figure 33 : Tableaux décrivant les 13 fonctions de sécurité (source : guide technique, mai 2012)

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

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

7.7. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

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

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m ² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.

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.
----------------------------------	--

Figure 34 : Justification des scénarios exclus de l'étude détaillée (source : guide technique, mai 2012)

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

- S1 : Effondrement de l'éolienne ;
- S2 : Chute de glace ;
- S3 : Chute d'éléments de l'éolienne ;
- S4 : Projection de tout ou une partie de pale ;
- S5 : Projection de glace.

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



8. Etude détaillée des risques

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

8.1. Rappel des définitions

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

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

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

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

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

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

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

8.1.1. Cinétique

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

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

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

8.1.2. Intensité

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

On constate que les scénarios retenus au terme de l'analyse préliminaire des risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de 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.

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

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

8.1.3. Gravité

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

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

8.1.4. Probabilité

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

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

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

8.2. Caractérisation des scénarios retenus

8.2.1. S1 - Effondrement de l'éolienne

a. 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 184 m dans le cas des éoliennes de l'installation.

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.

b. 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 en projet. R est la longueur de pale (R= 65,5 mètres), H la hauteur du mât (H= 127,5 mètres), L la largeur du mât (L= 9,7 mètres) et LB, la largeur maximale de la pale (LB= 4 mètres).

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$ZI = (H) \times L + 3 \times R \times LB / 2$	$ZE = \pi \times (H+R)^2$	ZI / ZE	Exposition forte
1630	117021	1,39%	

Figure 35 : Intensité du scénario « effondrement de l'éolienne » (source : VOL-V)

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

c. 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 100 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important » ;
- Au plus 1 personne exposée → « Sérieux » ;
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modérée ».

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 (les méthodes de calculs sont détaillées en annexe 1) :



Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
CESAB01	0,11 (au plus 1 personne exposée)	Sérieux
CESAB02	0,11 (au plus 1 personne exposée)	Sérieux
CESAB03	0,16 (au plus 1 personne exposée)	Sérieux
CESAB04	0,15 (au plus 1 personne exposée)	Sérieux
CESAB05	0,15 (au plus 1 personne exposée)	Sérieux
CESAB06	0,12 (au plus 1 personne exposée)	Sérieux

Figure 36 : Gravité du scénario « effondrement de l'éolienne » (source : VOL-V)

d. Probabilité

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

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

Figure 37 : Probabilité du scénario « effondrement d'une éolienne » (source : VOL-V)

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'expérience², soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

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

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

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

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

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

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

² 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.

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 ».

e. Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur de l'installation, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
CESAB01	Sérieux	Acceptable
CESAB02	Sérieux	Acceptable
CESAB03	Sérieux	Acceptable
CESAB04	Sérieux	Acceptable
CESAB05	Sérieux	Acceptable
CESAB06	Sérieux	Acceptable

Figure 38 : Acceptabilité du scénario « effondrement de l'éolienne » (source : VOL-V)

Ainsi, pour l'installation étudiée, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.2. S2 - Chute de glace

a. 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.

b. 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 l'installation projetée, la zone d'effet a donc un rayon de 65,5 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

c. 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 projeté. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est la longueur de pale ($R = 65,5$ mètres), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG = 1 \text{ m}^2$).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
ZI= SG	ZE= $\pi \times R^2$	ZI/ZE	Exposition modérée
1,00	13478	0,01%	

Figure 39 : Intensité du scénario « chute de glace » (source : VOL-V)

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

d. 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 » → « 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 (les méthodes de calculs sont détaillées en annexe 1) :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
CESAB01	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB02	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB03	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB04	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB05	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB06	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée

Figure 40 : Gravité du scénario « chute de glace » (source : VOL-V)

e. Probabilité

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

f. Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur de l'installation, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
CESAB01	Modérée	Acceptable
CESAB02	Modérée	Acceptable
CESAB03	Modérée	Acceptable
CESAB04	Modérée	Acceptable
CESAB05	Modérée	Acceptable
CESAB06	Modérée	Acceptable

Figure 41 : Acceptabilité du scénario « chute de glace » (source : VOL-V)

Pour le parc éolien projeté, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes, à condition que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 de la présente étude de dangers (cf. mesures de sécurité préconisées dans la partie VII.6 du guide INERIS de mai 2012) soient mises en place : conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

8.2.3. S3 - Chute d'éléments de l'éolienne

a. 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.

b. 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. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale (R= 65,5 mètres) et LB la largeur de la base de la pale (LB= 4 mètres).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
ZI= R*LB/2	ZE= $\pi \times R^2$	ZI/ZE	Exposition modérée
131	13 478	0,97%	

Figure 42 : Intensité du scénario « chute d'éléments de l'éolienne » (source : VOL-V)

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



c. 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 » → « 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 (les méthodes de calculs sont détaillées en annexe 1).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
CESAB01	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB02	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB03	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB04	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB05	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB06	0,01 (inférieur à 1 personne)	Modérée

Figure 43 : Gravité du scénario « chute d'éléments de l'éolienne » (source : VOL-V)

d. Probabilité

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

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4.47×10^{-4} événement par éolienne et par an).

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

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

e. Acceptabilité

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
CESAB01	Modérée	Acceptable
CESAB02	Modérée	Acceptable
CESAB03	Modérée	Acceptable
CESAB04	Modérée	Acceptable
CESAB05	Modérée	Acceptable
CESAB06	Modérée	Acceptable

Figure 44 : Acceptabilité du scénario « chute d'éléments de l'éolienne » (source : VOL-V)

Ainsi, pour l'installation, le phénomène de chute d'éléments des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.4. S4 - Projection de pales ou de fragments de pales

a. Zone d'effet

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

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

b. 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. d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_e la zone d'effet, R la longueur de pale (R= 65,5 mètres) et LB la largeur (cas majorant) de la base de la pale (LB= 4 mètres).

NB : Le degré d'exposition a été calculé dans le tableau ci-dessous pour le cas majorant d'une pale de longueur R= 65,5 m et de largeur à la base (LB) de 4 m. Ce cas est majorant quant aux caractéristiques des éoliennes communément installées. Il faut également noter que la projection peut concerner uniquement des fragments et non la pale entière.

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$ZI=R*LB/2$	$ZE= \pi \times Rp^2$	ZI/ZE	Exposition modérée
131	785 398	0,02%	

Figure 45 : Intensité du scénario « projection de pale ou de fragment de pale » (source : VOL-V)

c. 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 » → « Modérée ».

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 (les méthodes de calculs sont détaillées en annexe 1).

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
CESAB01	122,32 (entre 100 et 1000 personnes)	Catastrophique
CESAB02	133,10 (entre 100 et 1000 personnes)	Catastrophique
CESAB03	136,72 (entre 100 et 1000 personnes)	Catastrophique
CESAB04	130,29 (entre 100 et 1000 personnes)	Catastrophique
CESAB05	1,05 (moins de 10 personnes)	Sérieux
CESAB06	1,00 (moins de 10 personnes)	Sérieux

Figure 46 : Gravité du scénario « projection de pale ou de fragment de pale » (source : VOL-V)

d. Probabilité

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

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

Figure 47 : Probabilité du scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

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 ».

e. Acceptabilité

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

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
CESAB01	Catastrophique	Acceptable
CESAB02	Catastrophique	Acceptable
CESAB03	Catastrophique	Acceptable
CESAB04	Catastrophique	Acceptable
CESAB05	Sérieux	Acceptable
CESAB06	Sérieux	Acceptable

Figure 48 : Acceptabilité du scénario « projection de pale ou de fragment de pale » (source : VOL-V)

Ainsi, pour l'installation, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes, à condition que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 de la présente étude de dangers (cf. mesures de sécurité préconisées dans la partie VII.6 du guide INERIS de mai 2012) soient mises en place, en particulier pour les éoliennes CESAB01, CESAB02, CESAB03 et CESAB04.

8.2.5. S5 - Projection de glace

a. Zone d'effet

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

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

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

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

b. Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m^2) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.



Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R= 65,5$ mètres), H la hauteur au moyeu ($H= 127,5$ mètres), et SG la surface majorante d'un morceau de glace ($SG = 1m^2$).

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$ZI= SG$	$ZE= \pi \times (1,5 \times (H+2R))^2$	ZI/ZE	
1	472 339	0,0002%	Exposition modérée

Figure 49 : Intensité du scénario « projection de morceaux de glace » (source : VOL-V)

c. 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 » → « Modérée ».

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 (les méthodes de calculs sont détaillées en annexe 1).

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
CESAB01	0,51 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB02	0,57 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB03	0,58 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB04	0,62 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB05	0,63 (inférieur à 1 personne)	Modérée
CESAB06	0,62 (inférieur à 1 personne)	Modérée

Figure 50 : Gravité du scénario « projection de morceaux de glace » (source : VOL-V)

d. Probabilité

Au regard de la difficulté d'établir un retour d'expérience précis sur cet événement et considérant des éléments suivants :

- Les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 ;
- Le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace.

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

e. Acceptabilité

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
CESAB01	Modérée	Oui	Acceptable
CESAB02	Modérée	Oui	Acceptable
CESAB03	Modérée	Oui	Acceptable
CESAB04	Modérée	Oui	Acceptable
CESAB05	Modérée	Oui	Acceptable
CESAB06	Modérée	Oui	Acceptable

Figure 51 : Acceptabilité du scénario « projection de morceaux de glace » (source : VOL-V)

Ainsi, pour l'ensemble des éoliennes du projet de parc éolien Les Sables, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes potentiellement exposées.

8.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques

8.3.1. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

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

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne (S1)	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition forte	D (pour des éoliennes récentes) ³	Sérieux pour les éoliennes CESAB01 à CESAB06
Chute de glace (S2)	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modérée pour les éoliennes CESAB01 à CESAB06
Chute d'élément de l'éolienne (S3)	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée pour les éoliennes CESAB01 à CESAB06
Projection de pales ou fragments de pales (S4)	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes) ⁴	Sérieux pour les éoliennes CESAB05 et CESAB06 Catastrophique pour les éoliennes CESAB01 à CESAB04
Projection de glace (S5)	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modérée pour les éoliennes CESAB01 à CESAB06

Figure 52 : Synthèse des scénarios étudiés (source : VOL-V)

8.3.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques

Enfin, la dernière étape de l'étude détaillée des risques consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés et pour chaque éolienne de la Centrale Eolienne Les Sables (CESAB).

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.

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

Figure 53 : Légende de la matrice (source : guide technique, mai 2012)

³ Voir paragraphe 8.2.1 de l'étude de Dangers

La synthèse des scénarios étudiés et leur acceptabilité sont présentées ci-dessous.

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique		S4 (CESAB01 à CESAB04)			
Important					
Sérieux		S1 (CESAB01 à CESAB06) S4 (CESAB05 et CESAB06)			
Modéré			S3 (CESAB01 à CESAB06)	S5 (CESAB01 à CESAB06)	S2 (CESAB01 à CESAB06)

Figure 54 : Synthèse des scénarios étudiés (sources : VOL-V, guide technique, mai 2012)

Ainsi, l'ensemble des risques étudiés sont considérés comme acceptables pour l'installation projetée. Toutefois, ces risques sont acceptables sous condition de la mise en œuvre des mesures de sécurité préconisées dans la partie VII.6 du guide INERIS de mai 2012.

8.3.3. Cartographie des risques

La carte ci-après constitue la synthèse des risques de l'aire d'étude du projet éolien de l'installation.

Pour chaque éolienne du projet du parc éolien Les Sables, une cartographie de synthèse des risques et un calcul détaillé des personnes exposées sont consultables en annexe 2. Ces cartographies permettent de disposer d'un descriptif des personnes exposées par ensemble homogène.

⁴ Voir paragraphe 8.2.4 de l'étude de Dangers



CENTRALE EOLIENNE LES SABLES
Communes de Vigoux et Bazaiges (36)
Etude de danger
Synthèse des risques dans l'aire d'étude



Légende :

- Aire d'étude
- Ligne enterrée de télécommunication
- Réseau électrique enterré BT
- ✶ Eoliennes
- Ligne électrique aérienne HTA (400 kV)
- Réseau électrique enterré HTA (20 kV)
- Postes de Livraison (PDL)
- Alimentation en eau potable
- Limites communales

Type d'ensembles homogènes considérés :

- Terrain non aménagé (champ, prairie, boisement)
- Terrain aménagée peu fréquentée (route non structurante, chemin rural/agricole)
- Voie automobile (Voie routière structurante)

Périmètre de zone d'effet des scénarii

- S2 S3 - Chute d'éléments ou de glace (65,5 m)
- S4 - Projection de glace (387,5 m)
- S1 - Effondrement de l'éolienne (184 m)
- S5 - Projection de pales (500 m)

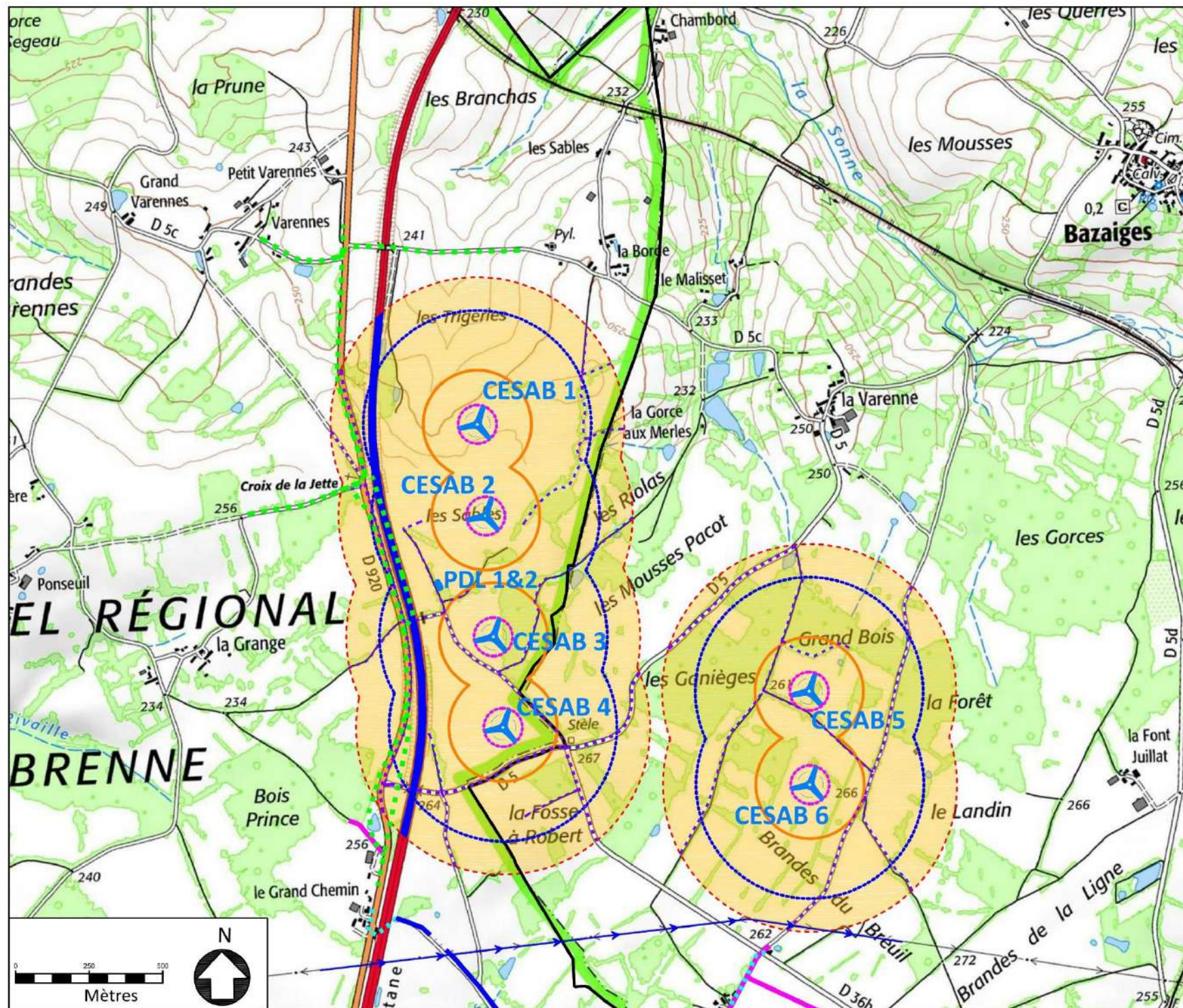
Niveau d'intensité de chaque zone d'effet :

- Exposition modérée
- Exposition forte

Niveau de risque :

- Acceptable
- Acceptable sous condition de mesures complémentaires de sécurité
- Non acceptable

1: 20 000
 Réalisation : VOL-V - Juillet 2018
 Source fond de carte : IGN © GEOPORTAIL
 ESAB-EDD.dwg



NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES ET NIVEAU DE RISQUE PAR SCENARIO						
	CESAB 1	CESAB 2	CESAB 3	CESAB 4	CESAB 5	CESAB 6
S1-EFFONDREMENT	1	1	1	1	1	1
S2-CHUTE DE GLACE	p<1	p<1	p<1	p<1	p<1	p<1
S3-CHUTE D'ELEMENTS	p<1	p<1	p<1	p<1	p<1	p<1
S4-PROJECTION PALES	100 ≤ p ≤ 1000	100 ≤ p ≤ 1000	100 ≤ p ≤ 1000	100 ≤ p ≤ 1000	p<10	p<10
S5-PROJECTION GLACE	p<1	p<1	p<1	p<1	p<1	p<1

Figure 55 : Synthèse des risques dans l'aire d'étude de l'installation (source : VOL-V)

9. Conclusion

Les principaux risques identifiés pour le projet d'installation d'énergie éolienne Les Sables sont des risques classiques pour ce type d'installations : risque de chute ou de projection de morceaux de glace, risque de chute ou de projection de toute ou partie de pale, risque d'effondrement de l'éolienne dans sa totalité.

L'environnement du site présente des enjeux limités vis-à-vis des principaux risques identifiés. En grande partie, il s'agit de parcelles agricoles et de chemins ruraux. On note toutefois la présence de deux routes départementales non structurantes (RD5 et RD 36b) et l'habitation la plus proche est située à 579 mètres de l'une des éoliennes projetées. L'autoroute A20 est également située à proximité du projet de parc éolien, l'éolienne la plus proche étant distante de 243 mètres du bord de chaussée de celle-ci. A noter la présence d'une sortie de secours de l'autoroute A20 à l'intérieur de la zone d'étude et desservie par un ancien tronçon de la route départementale RD 36b.

Les éoliennes seront certifiées selon la norme IEC 61400-1 et adaptées aux conditions de vent évaluées préalablement sur le site. Dans le cadre cette norme, les éoliennes sont en effet rangées dans des classes définies en fonction de la vitesse moyenne de vent, de la vitesse maximale et des turbulences. L'adéquation de l'éolienne retenue au site sera également confirmée par le fournisseur d'éoliennes. Elles sont équipées de divers systèmes de sécurité pour de réduire les risques : maintenance régulière, port de protections individuelles adaptées, détection et protection incendie, détection de la survitesse, détection des vibrations anormales, protection foudre, détection des échauffements mécaniques, dispositif de détection de glace, etc. Ces mesures font l'objet d'une inspection et d'un suivi régulier afin de garantir dans le temps la fonction de sécurité qu'elles assurent.

Ainsi, dès la conception du projet, le choix est fait de limiter les risques à la source en éloignant le danger des enjeux vulnérables.

A partir de l'étude détaillée réalisée pour le projet de parc éolien Les Sables, la synthèse des risques étudiés est présentée ci-dessous et permet de conclure à une acceptabilité sous réserve de la mise en œuvre de mesures complémentaires de sécurité qui équipent à présent de manière standard les éoliennes implantées en France.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne (S1)	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition forte	D (pour des éoliennes récentes) ⁵	Sérieux pour les éoliennes CESAB01 à CESAB06
Chute de glace (S2)	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modérée pour les éoliennes CESAB01 à CESAB06
Chute d'élément de l'éolienne (S3)	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée pour les éoliennes CESAB01 à CESAB06
Projection de pales ou fragments de pales (S4)	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes) ⁶	Sérieux pour les éoliennes CESAB05 et CESAB06 Catastrophique pour les éoliennes CESAB01 à CESAB04

⁵ Voir paragraphe 8.2.1 de l'étude de Dangers

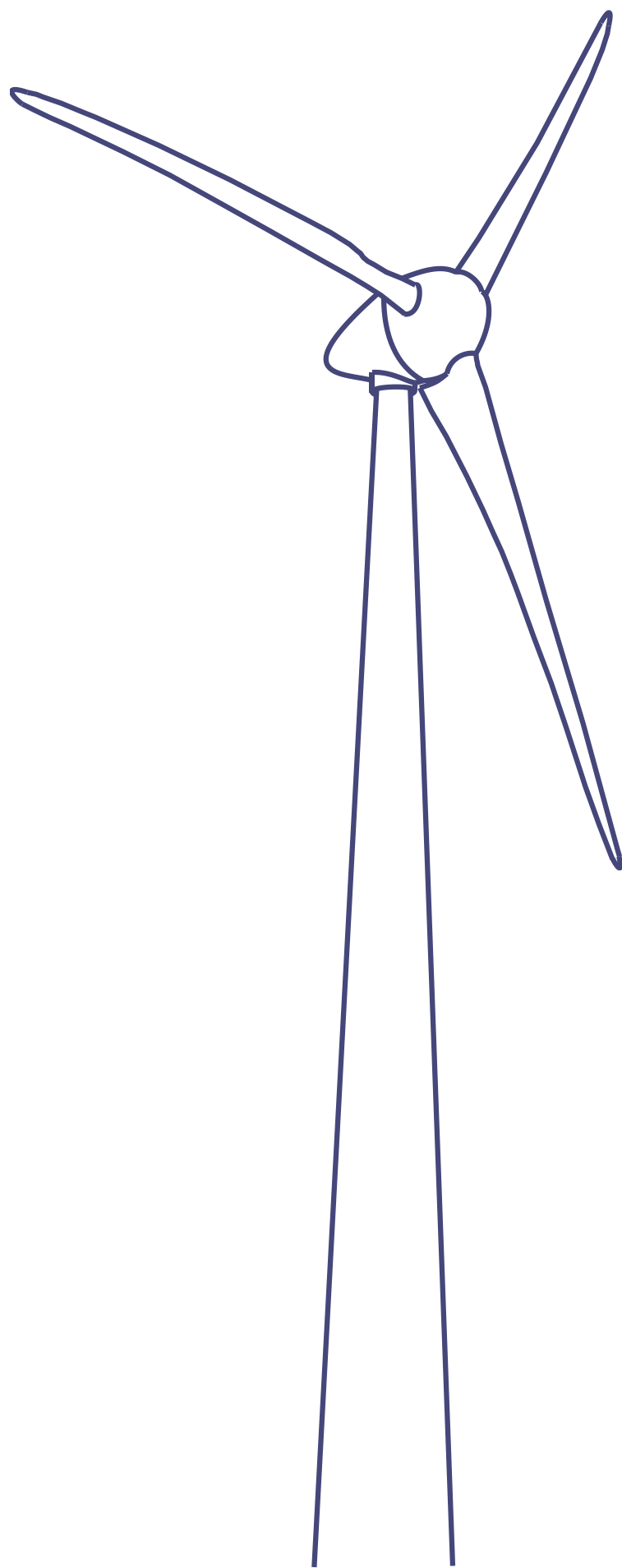
Projection de glace (S5)	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modérée pour les éoliennes CESAB01 à CESAB06
--------------------------	--	--------	--------------------	--	--

Figure 56 : Synthèse des principaux risques identifiés (source : VOL-V)

L'ensemble des risques du projet est acceptable vis-à-vis de la matrice réglementaire d'acceptabilité du risque. La chute de glace dans la zone de survol des pales doit toutefois faire l'objet de mesures de maîtrise du risque. Ainsi, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid. De même, pour le risque de projection de pales ou de fragments de pales, celui-ci est considéré comme acceptable, à condition que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 de la présente étude de dangers (cf. mesures de sécurité préconisées dans la partie VII.6 du guide INERIS de mai 2012) soient mises en œuvre.

Le projet permet ainsi d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et pratiques actuelles.

⁶ Voir paragraphe 8.2.4 de l'étude de Dangers



B. Annexes à l'étude de dangers



1. ANNEXE 1 – Méthode et détails par éolienne de comptage du nombre de personnes exposées

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

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

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

1.1. Méthode de comptages

1.1.1. Terrains non bâtis

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

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

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

1.1.2. Voies de circulation

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

a. Voies de circulation automobiles

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

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

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

b. 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.

c. Voies navigables

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

d. Chemins et voies piétonnes

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

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

1.1.3. Logements

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

a. 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.

b. Zones d'activités

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

2. ANNEXE 2 – Carte des données trafic pour l'année 2017 (DIRCO)

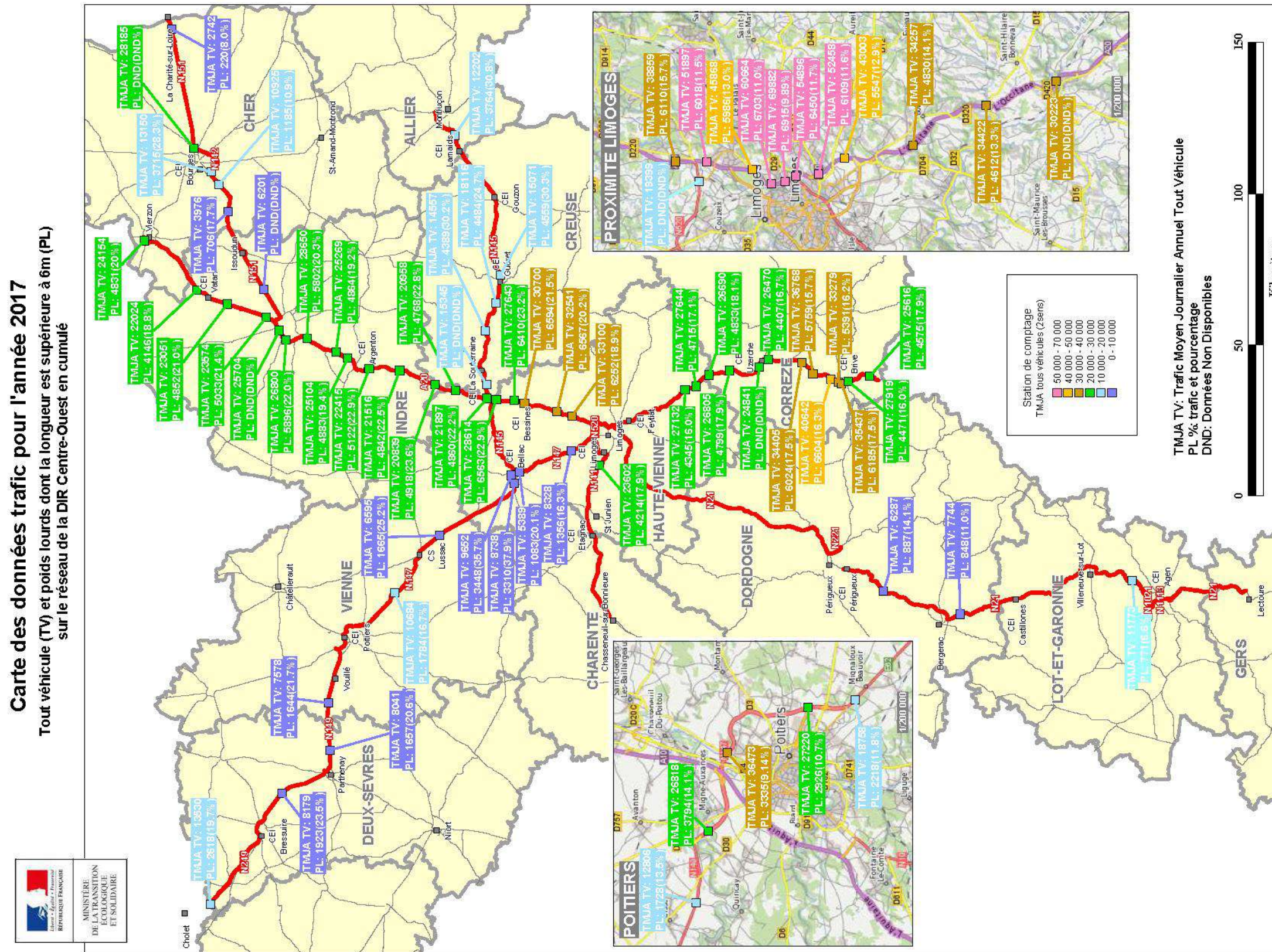


Figure 57 : Carte des données trafic pour l'année 2017 (source : DIRCO)



3. ANNEXE 3 – Cartographies et calculs détaillés des risques par éolienne

CENTRALE EOLIENNE LES SABLES Etude de danger

Synthèse des risques dans l'Aire d'étude CESAB 1

zone d'effet des scénarios retenus
et comptage des enjeux humains



- Ligne enterrée de télécommunication
- Ligne électrique aérienne HTA (400 kV)
- Alimentation en eau potable
- Réseau électrique enterré BT
- Réseau électrique enterré HTA (20 kV)
- Limites communales

Type d'ensembles homogènes considérés :

■ Terrain non aménagé
champ, prairie, boisement

■ Terrain aménagée peu fréquentée
route non structurante, chemin rural/agricole

■ Voie automobile
Voie routière structurante

Niveau d'intensité de chaque zone d'effet :

- Exposition modérée
- Exposition forte

Niveau de risque :

- Acceptable
- acceptable sous condition de mesures complémentaires de sécurité
- Non acceptable

NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES PAR ENSEMBLE HOMOGENE ET NIVEAU DE RISQUE PAR SCENARIO

	SCENARIO				
	S1	S2	S3	S4	S5*
Terrain non aménagé	0,11	0,01	0,01	0,72	0,45
Terrain aménagé peu fréquenté	0	0	0	0,12	0,06
Voie automobile	0	0	0	121,49	29,86
TOTAL ensembles homogènes	0,11	0,01	0,01	122,32	0,51
Niveau de risque					

* les personnes dans les bâtiments ou les véhicules ne sont pas comptabilisées



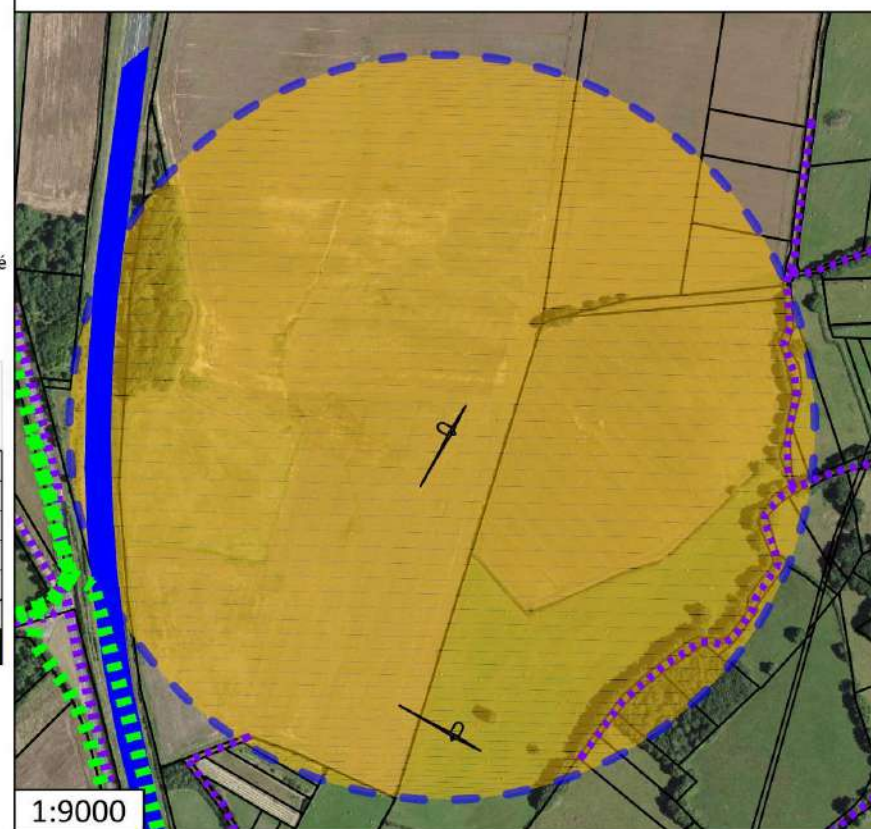
S2 et S3-Chute d'éléments ou de glace de l'éolienne (Rayon: 65,5 m)



S1-Effondrement de l'éolienne (Rayon:184 m)



S4-Projection de glace (Rayon: 387,5 m)



S5-Projection de pales ou fragments de pales (Rayon: 500 m) *

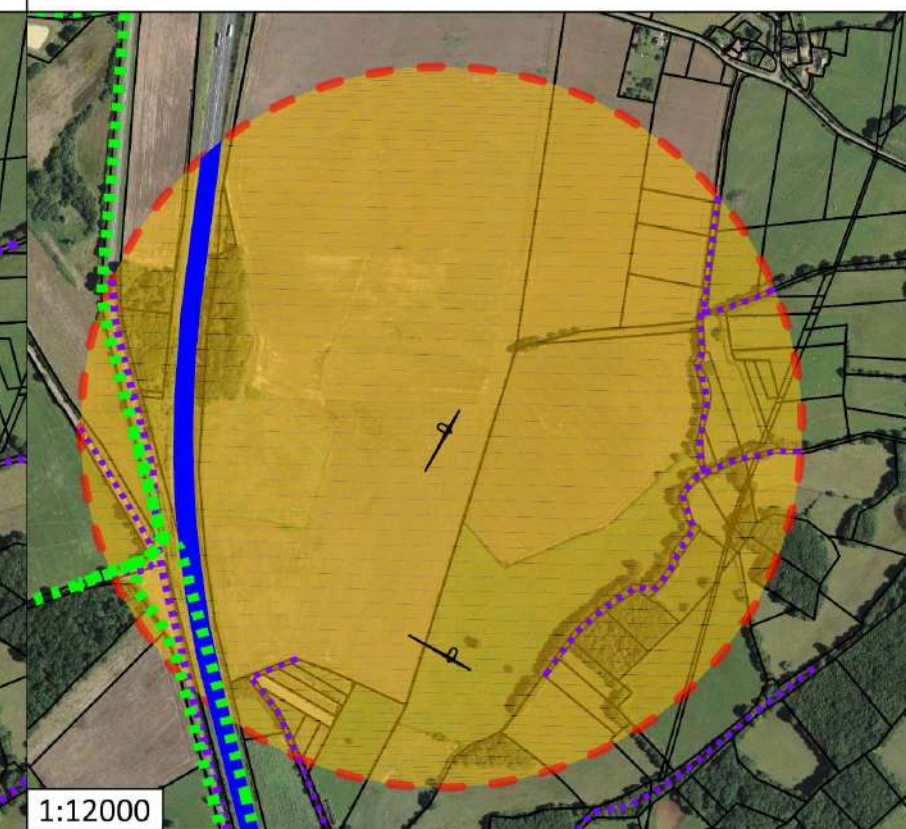


Figure 58 : Synthèse des risques pour CESAB01 (source : VOL-V)



CENTRALE EOLIENNE LES SABLES Etude de danger

Synthèse des risques dans l'Aire d'étude CESAB 2

zone d'effet des scénarios retenus
et comptage des enjeux humains



- Ligne enterrée de télécommunication
- Ligne électrique aérienne HTA (400 kV)
- Alimentation en eau potable
- Réseau électrique enterré BT
- Réseau électrique enterré HTA (20 kV)
- Limites communales

Type d'ensembles homogènes considérés :

Terrain non aménagé
champ, prairie, boisement

Terrain aménagée peu fréquentée
route non structurante, chemin rural/agricole

Voie automobile
Voie routière structurante

Niveau d'intensité de chaque zone d'effet :

- Exposition modérée
- Exposition forte

Niveau de risque :

- Acceptable
- acceptable sous condition de mesures complémentaires de sécurité
- Non acceptable

NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES PAR ENSEMBLE HOMOGENE ET NIVEAU DE RISQUE PAR SCENARIO

	SCENARIO				
	S1	S2	S3	S4	S5*
Terrain non aménagé	0,11	0,01	0,01	0,70	0,43
Terrain aménagée peu fréquenté	0	0	0	0,23	0,13
Voie automobile	0	0	0	132,16	59,09
TOTAL ensembles homogènes	0,11	0,01	0,01	133,10	0,57
Niveau de risque					

* les personnes dans les bâtiments ou les véhicules ne sont pas comptabilisées



1: 20 000
Réalisation : VOL-V - Juillet 2018
Source fond de carte : IGN © GEOPORTAIL
ESAB-EDD.dwg

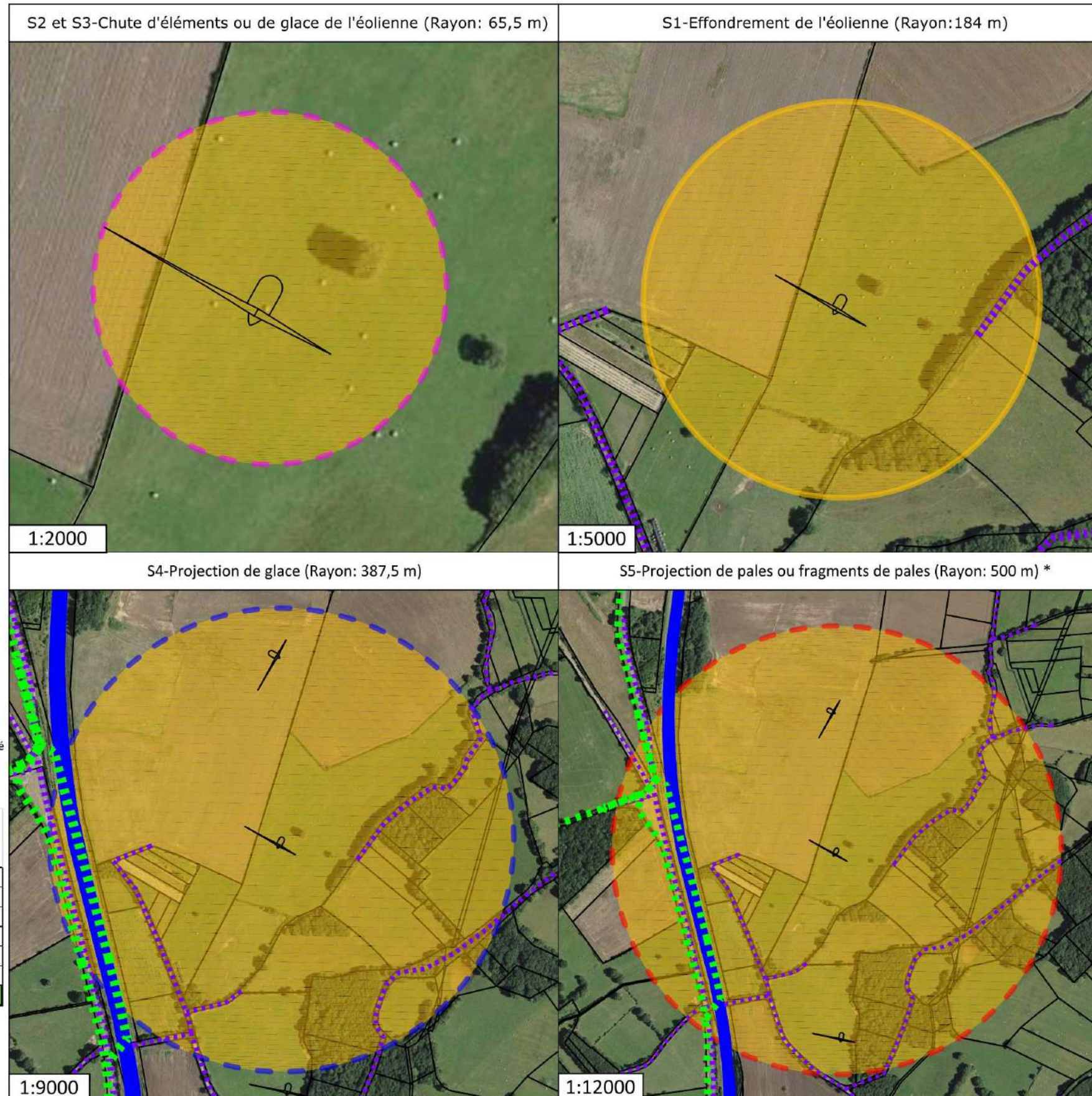


Figure 59 : Synthèse des risques pour CESAB02 (source : VOL-V)

CENTRALE EOLIENNE LES SABLES Etude de danger

Synthèse des risques dans l'Aire d'étude CESAB 3

zone d'effet des scénarios retenus
et comptage des enjeux humains



- Ligne enterrée de télécommunication
- Ligne électrique aérienne HTA (400 kV)
- Alimentation en eau potable
- Réseau électrique enterré BT
- Réseau électrique enterré HTA (20 kV)
- Limites communales

Type d'ensembles homogènes considérés :

Terrain non aménagé
champ, prairie, boisement

Terrain aménagée peu fréquentée
route non structurante, chemin rural/agricole

Voie automobile
Voie routière structurante

Niveau d'intensité de chaque zone d'effet :

- Exposition modérée
- Exposition forte

Niveau de risque :

- Acceptable
- acceptable sous condition de mesures complémentaires de sécurité
- Non acceptable

NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES PAR ENSEMBLE HOMOGENE ET NIVEAU DE RISQUE PAR SCENARIO

	SCENARIO				
	S1	S2	S3	S4	S5*
Terrain non aménagé	0,1	0,01	0,01	0,70	0,42
Terrain aménagée peu fréquenté	0,06	0	0	0,28	0,16
Voie automobile	0	0	0	135,75	87,51
TOTAL ensembles homogènes	0,16	0,01	0,01	136,72	0,58
Niveau de risque					

* les personnes dans les bâtiments ou les véhicules ne sont pas comptabilisées

1: 20 000
Réalisation : VOL-V - Juillet 2018
Source fond de carte : IGN © GEOPORTAIL
ESAB-EDD.dwg

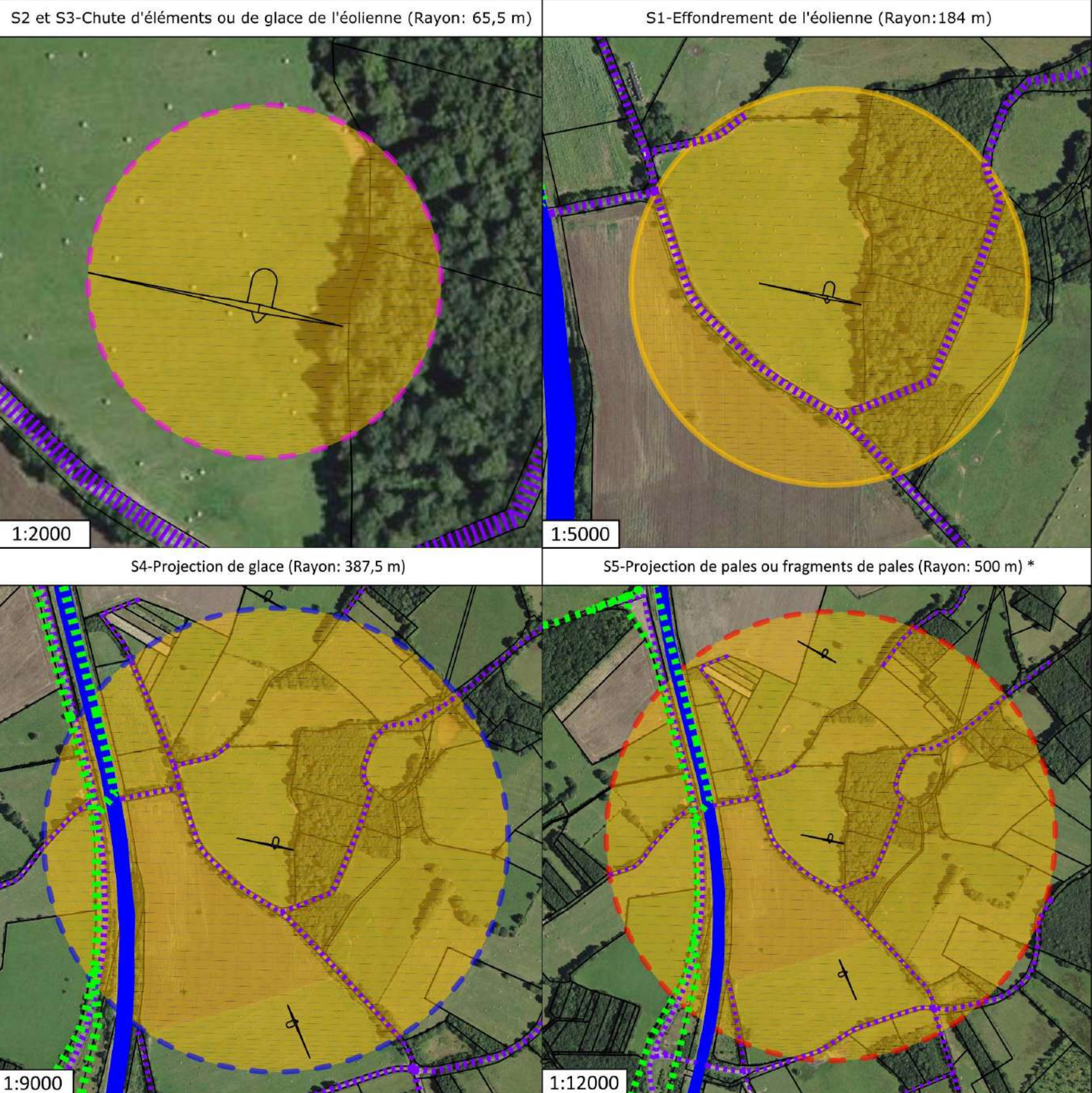


Figure 60 : Synthèse des risques pour CESAB03 (source : VOL-V)



CENTRALE EOLIENNE LES SABLES Etude de danger

Synthèse des risques dans l'Aire d'étude CESAB 4

zone d'effet des scénarios retenus
et comptage des enjeux humains



- Ligne enterrée de télécommunication
- Réseau électrique enterré BT
- Ligne électrique aérienne HTA (400 kV)
- Réseau électrique enterré HTA (20 kV)
- Alimentation en eau potable
- Limites communales

Type d'ensembles homogènes considérés :

■ Terrain non aménagé
champ, prairie, boisement

■ Terrain aménagée peu fréquentée
route non structurante, chemin rural/agricole

■ Voie automobile
Voie routière structurante

Niveau d'intensité de chaque zone d'effet :

- Exposition modérée
- Exposition forte

Niveau de risque :

- Acceptable
- acceptable sous condition de mesures complémentaires de sécurité
- Non acceptable

NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES PAR ENSEMBLE HOMOGENE ET NIVEAU DE RISQUE PAR SCENARIO

	SCENARIO				
	S1	S2	S3	S4	S5*
Terrain non aménagé	0,10	0,01	0,01	0,70	0,42
Terrain aménagé peu fréquenté	0,04	0	0	0,31	0,2
Voie automobile	0	0	0	129,29	74,24
TOTAL ensembles homogènes	0,15	0,01	0,01	130,29	0,62
Niveau de risque					

* les personnes dans les bâtiments ou les véhicules ne sont pas comptabilisées



1: 20 000
Réalisation : VOL-V - Juillet 2018
Source fond de carte : IGN © GEOPORTAIL
ESAB-EDD.dwg

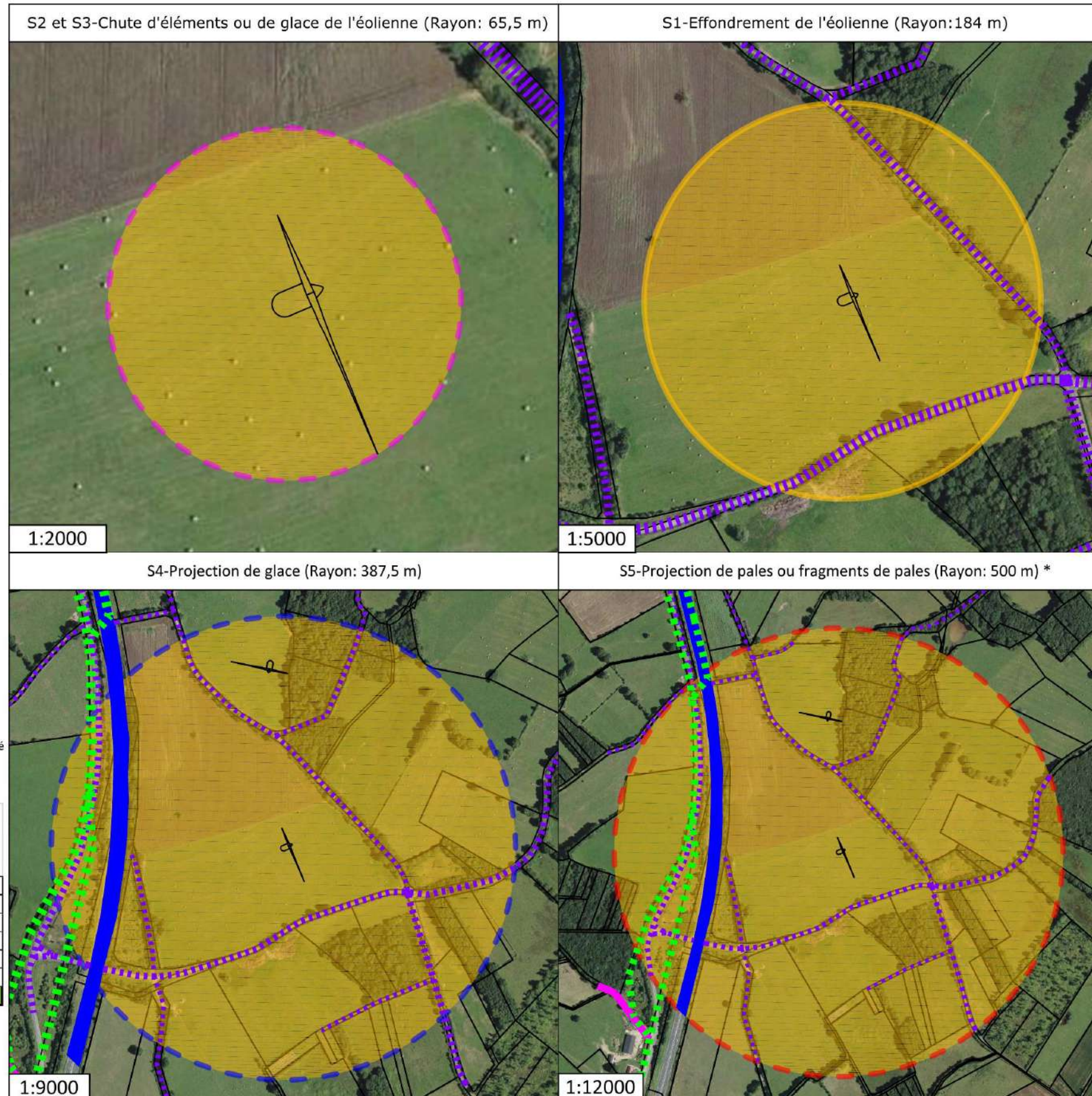


Figure 61 : Synthèse des risques pour CESAB04 (source : VOL-V)

CENTRALE EOLIENNE LES SABLES Etude de danger

Synthèse des risques dans l'Aire d'étude CESAB 5

zone d'effet des scénarios retenus
et comptage des enjeux humains



- Ligne enterrée de télécommunication
- Ligne électrique aérienne THT (400 kV)
- Alimentation en eau potable
- Réseau électrique enterré BT
- Réseau électrique enterré HTA (20 kV)
- Limites communales

Type d'ensembles homogènes considérés :

Terrain non aménagé
champ, prairie, boisement

Terrain aménagée peu fréquentée
route non structurante, chemin rural/agricole

Voie automobile
Voie routière structurante

Niveau d'intensité de chaque zone d'effet :

Exposition modérée

Exposition forte

Niveau de risque :

Acceptable

acceptable sous condition de mesures complémentaires de sécurité

Non acceptable

NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES PAR ENSEMBLE HOMOGENE ET NIVEAU DE RISQUE PAR SCENARIO

	SCENARIO				
	S1	S2	S3	S4	S5*
Terrain non aménagé	0,10	0,01	0,01	0,76	0,46
Terrain aménagé peu fréquenté	0,05	0	0	0,29	0,17
Voie automobile	0	0	0	0	0
TOTAL ensembles homogènes	0,15	0,01	0,01	1,05	0,63
Niveau de risque					

* les personnes dans les bâtiments ou les véhicules ne sont pas comptabilisées

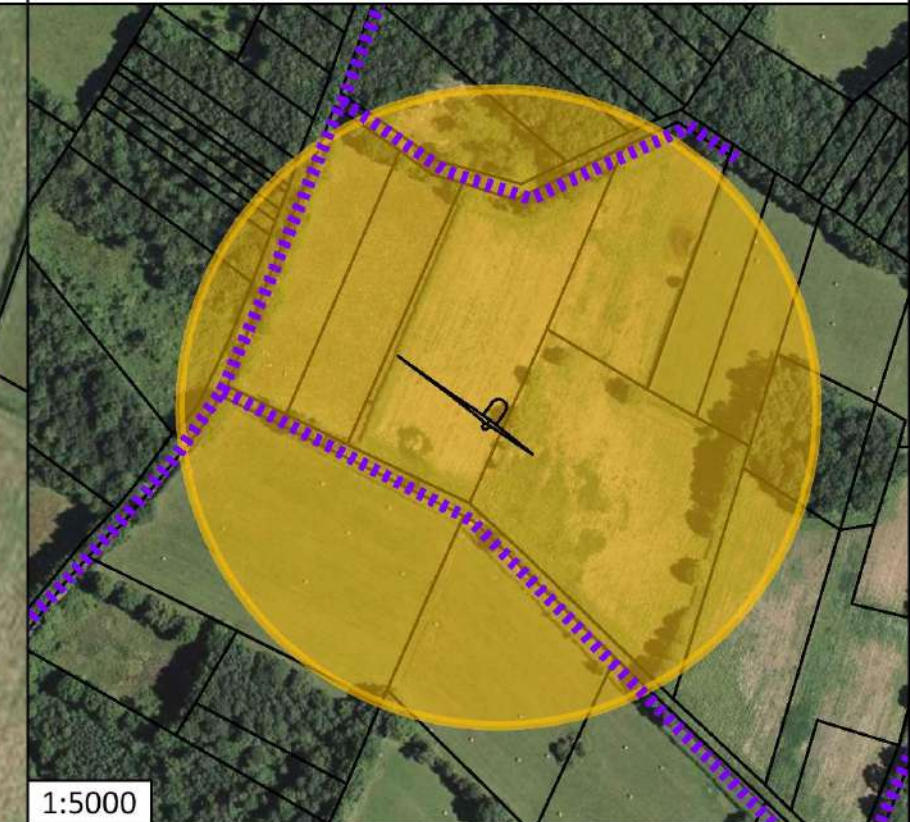


1: 20 000
Réalisation : VOL-V - Juillet 2018
Source fond de carte : IGN © GEOPORTAL
ESAB-EDD.dwg

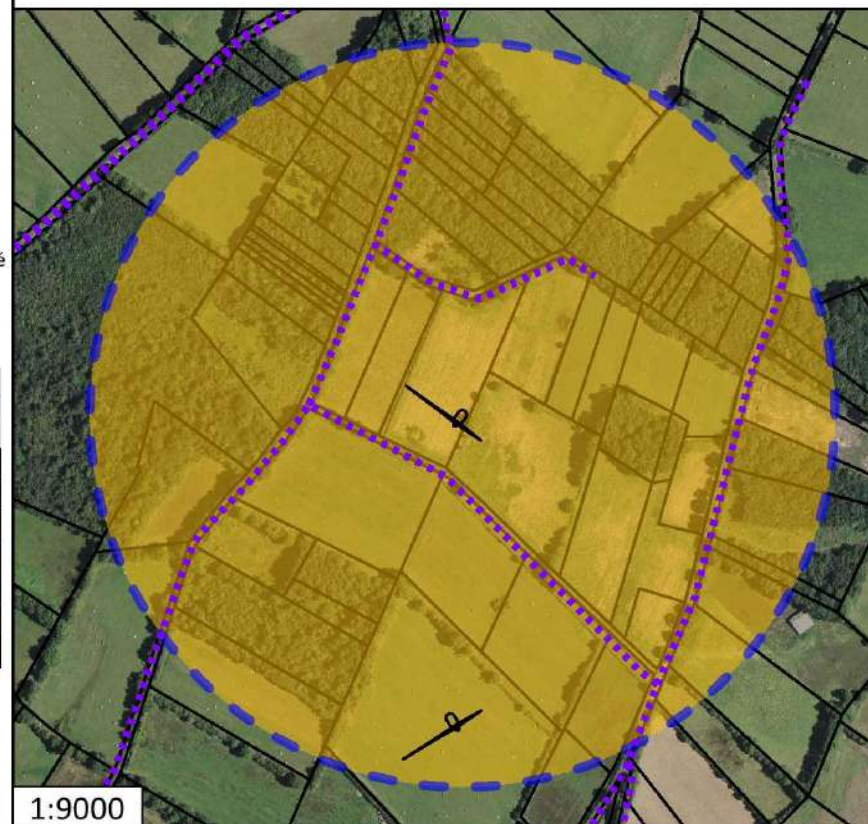
S2 et S3-Chute d'éléments ou de glace de l'éolienne (Rayon: 65,5 m)



S1-Effondrement de l'éolienne (Rayon:184 m)



S4-Projection de glace (Rayon: 387,5 m)



S5-Projection de pales ou fragments de pales (Rayon: 500 m) *



Figure 62 : Synthèse des risques pour CESAB05 (source : VOL-V)



CENTRALE EOLIENNE LES SABLES Etude de danger

Synthèse des risques dans l'Aire d'étude CESAB 6

zone d'effet des scénarios retenus
et comptage des enjeux humains



- Ligne enterrée de télécommunication
- Réseau électrique enterré BT
- Ligne électrique aérienne THT (400 kV)
- Réseau électrique enterré HTA (20 kV)
- Alimentation en eau potable
- Limites communales

Type d'ensembles homogènes considérés :

■ Terrain non aménagé
champ, prairie, boisement

■ Terrain aménagée peu fréquentée
route non structurante, chemin rural/agricole

■ Voie automobile
Voie routière structurante

Niveau d'intensité de chaque zone d'effet :

- Exposition modérée
- Exposition forte

Niveau de risque :

- Acceptable
- acceptable sous condition de mesures complémentaires de sécurité
- Non acceptable

NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES PAR ENSEMBLE HOMOGENE ET NIVEAU DE RISQUE PAR SCENARIO

	SCENARIO				
	S1	S2	S3	S4	S5*
Terrain non aménagé	0,11	0,01	0,01	0,76	0,46
Terrain aménagée peu fréquenté	0,01	0	0	0,24	0,16
Voie automobile	0	0	0	0	0
TOTAL ensembles homogènes	0,12	0,01	0,01	1,00	0,62
Niveau de risque	■	■	■	■	■

* les personnes dans les bâtiments ou les véhicules ne sont pas comptabilisées



1: 20 000
Réalisation : VOL-V - Juillet 2018
Source fond de carte : IGN © GEOPORTAIL
ESAB-EDD.dwg

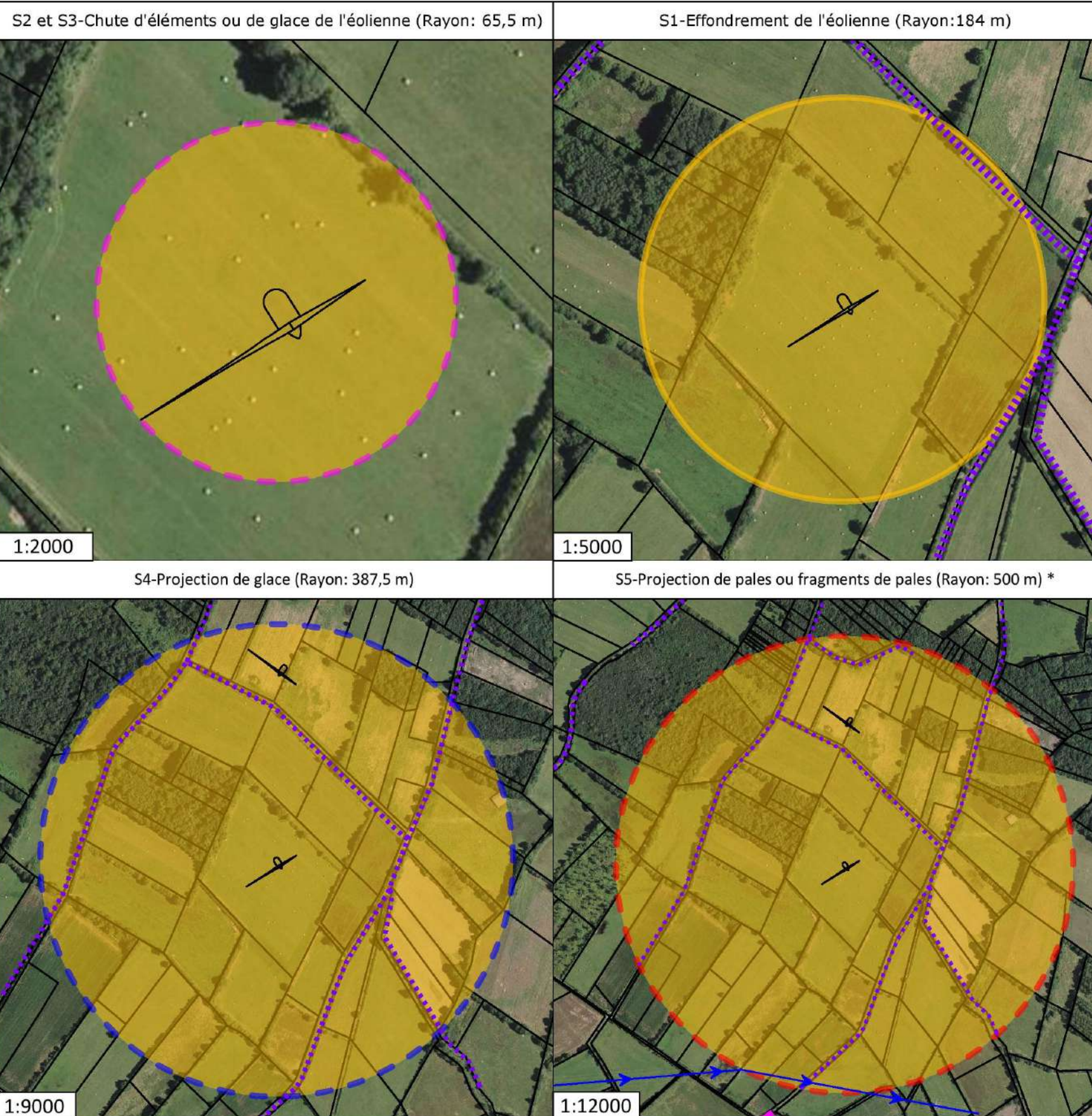
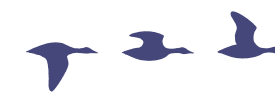


Figure 63 : Synthèse des risques pour CESAB06 (source : VOL-V)

4. ANNEXE 4 – Tableau de l'accidentologie française

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et fin 2011. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de la trame type de l'étude de dangers.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour cartériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise



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 rétrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-
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 (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-



5. ANNEXE 5 – Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques

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

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie 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).

5.1. Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01, G02)

5.1.1. Scénario G01

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

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

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

5.1.2. Scénario G02

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

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

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

Les éventuels incendies interviendront dans le cas ou 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 (survitesse). Plusieurs moyens sont mis en place en matière de prévention :

- Concernant le défaut de conception et fabrication : Contrôle qualité

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

L'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.

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

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

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

5.3.1. Scénario F01

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

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

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

Deux événements peuvent être aggravants :

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

5.3.2. Scénario F02

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

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

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

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

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

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

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

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

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

5.5.1. Scénario P01

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

5.5.2. Scénario P02

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

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

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

5.5.3. Scénarios P03

Un mauvais serrage de base ou le desserrage avec le temps des goujons des pales pourrait amener au décrochage total ou

partiel de la pale, dans le cas de pale en plusieurs tronçons.

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

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

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

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

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

6. ANNEXE 6 – Probabilité d'atteinte et risque individuel

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Le tableau suivant 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.

7. ANNEXE 7 –Glossaire et bibliographie

7.1. Définitions

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans

l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

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

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

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

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

7.2. Sigles

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

7.3. Bibliographie et références utilisées

- [1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (réf. DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011
- [2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006
- [3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum
- [4] Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24
- [5] Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005
- [6] Specification of minimum distances, Dr-ing. 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 Gütsch : 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

8. ANNEXE 8 : Accidents et incidents depuis mars 2012 (base ARIA)

Nombre de résultats répertoriés : 31 - 24/07/2018

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER / DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES / SERVICE DES RISQUES TECHNOLOGIQUES / BARPI

Résultats de la recherche "EOLIEN-MARS2012-JUILLET2018" sur la base de données ARIA - État au 24/07/2018

La base de données ARIA, exploitée par le ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages,... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif et ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs.

Les informations (résumés d'accidents et données associées, extraits de publications) contenues dans le présent export sont la propriété du BARPI. Aucune modification ou incorporation dans d'autres supports ne peut être réalisée sans accord préalable du BARPI. Toute utilisation commerciale est interdite.

Malgré tout le soin apporté à la réalisation de nos publications, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante : barpi@developpement-durable.gouv.fr

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI - Page 1/ 14

Nombre de résultats répertoriés : 31 - 24/07/2018

Liste de(s) critère(s) pour la recherche "EOLIEN-MARS2012-JUILLET2018":

- Date de publication : 2012-03-01 , 2018-07-24
- Equipements : Eolienne
- Matières dangereuses relâchées : de 0 à 6
- Conséquences humaines et sociales : de 0 à 6
- Conséquences environnementales : de 0 à 6
- Conséquences économiques : de 0 à 6

Accident

Chute d'une pale d'éolienne

N°47763 - 07/03/2016 - FRANCE - 22 - CALANHEL

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47763/>

Vers 18 h, une des pales d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. La turbine s'arrête automatiquement. L'exploitant est alerté par un agriculteur. Un intervenant se rend sur place et constate les dégâts. Le mât est endommagé dans sa partie haute, causé par un choc avec la pale, sans présenter de risque de chute. Il balise la zone pour prévenir des chutes possibles d'éléments du rotor. Huit autres turbines du parc sont mises à l'arrêt. Les 2 dernières, ayant fait l'objet d'une révision intégrale récente, sont maintenues en fonctionnement.

Le lendemain, le site est sécurisé. La pale est déplacée, en dehors de la zone de culture. Les gros débris composés de matériaux composites et d'éléments mécaniques métalliques, projetés sur 50 m, sont regroupés pour expertise. La totalité des 54 billes de roulement est récupérée. Les débris de petite taille ne pouvant être retirés intégralement, les exploitants des parcelles agricoles concernées sont informés. La zone d'entreposage est balisée.

A l'origine, une rupture du système d'orientation.

L'inspection des éléments mécaniques au sol et du rotor permet d'envisager une défaillance du système d'orientation de la pale. Celle-ci aurait entraîné la rupture de la couronne extérieure du roulement à bille puis la libération de la couronne intérieure solidaire de la pale. L'éolienne avait fait l'objet d'une maintenance complète en septembre 2015. Son roulement ne présentait pas d'usure anormale. Cependant, une série d'alarmes était survenue le matin de l'événement. Une panne sur un groupe hydraulique avait nécessité l'intervention des équipes de maintenance. Après réparation, l'éolienne avait été redémarrée vers 14 h.

L'exploitant prend les mesures immédiates suivantes :

- démantèlement de l'éolienne impactée ;
- réalisation d'un protocole de contrôle, par le fabricant, du roulement et de la boulonnerie de toutes les pales avant redémarrage des unités arrêtées ;
- inhibition du réarmement automatique de la turbine sur apparition d'une alarme de dysfonctionnement du système d'orientation des pales ;
- limitation de la puissance produite à 650 kW (au lieu de 800 kW) pour une période d'observation de 7 jours.

Accident

Chute du carénage d'une éolienne

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI - Page 2/ 14



Nombre de résultats répertoriés : 31 - 24/07/2018

N°50694 - 08/11/2017 - FRANCE - 27 - ROMAN

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50694/>

En fin d'après-midi, le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne tombe au sol dans un parc éolien. Cette pièce, en matériaux composites, mesure 2 m de diamètre et pèse plusieurs dizaines de kg. Elle supporte une armoire électrique. Les agents de maintenance, avertis par une alarme "arrêt automatique turbine" à 17h30, se rendent sur place le lendemain matin. Ils sécurisent l'accès à la zone et préviennent l'exploitant agricole de la parcelle. L'ensemble du parc éolien est mis à l'arrêt.

L'exploitant conclut que la chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages. La procédure n'aurait pas été respectée lors du montage des turbines. La tête de chaque boulon doit reposer sur 2 rondelles (l'une en vinyle, l'autre métallique) permettant de répartir les efforts. Il s'avère que les rondelles métalliques étaient absentes. Les contraintes étaient donc mal réparties et la fibre de verre s'est arrachée autour des rondelles vinyles.

L'exploitant procède au contrôle des carénages des autres aérogénérateurs du parc. Aucun défaut n'est découvert. Il intègre la vérification des boulonnages de fixation du carénage à son plan d'inspection hebdomadaire. L'exploitation du parc éolien reprend le lundi 13. Le carénage accidenté est remplacé.

Accident

Arrêt automatique d'éolienne et chute de pale.

N°44870 - 20/01/2014 - FRANCE - 11 - SIGEAN

YYY - Activité indéterminée

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/44870/>

Une des éoliennes d'un parc s'arrête automatiquement à 3h09 à la suite d'un défaut "vibration". Sur place à 9h30, les techniciens de maintenance (assurée par le fabricant des éoliennes) retrouvent une pale de 20 m au pied du mât. Les 2 autres pales sont toujours en place. Un périmètre de sécurité de 100 m est établi autour de l'éolienne. Une société de gardiennage surveille ce périmètre pour éviter l'intrusion de tiers. L'ensemble des machines du parc est mis à l'arrêt pour inspection puis redémarré, à l'exception de l'éolienne endommagée dont la pale doit être remplacée. L'exploitant informe l'inspection des installations classées ainsi que la mairie et déclare le sinistre auprès de ses assureurs dans l'après-midi. Le morceau de pale détaché est évacué du site en vue d'une expertise. Lors de l'accident le vent soufflait entre 18 m/s et 22 m/s.

L'expertise identifie la cause directe de la chute de la pale : des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée "alu ring", située à la base de la pale. Cette pièce sert de jonction entre la pale en fibre de verre et le moyeu métallique. Toutes les éoliennes du parc, sauf une, sont équipées de cette pièce. Avant remise en service du parc (qui avait été mis à l'arrêt suite à l'incident), des contrôles ultrasonores sont réalisés sur l'ensemble des pièces "alu ring". Deux pales sont maintenues à l'arrêt suite à la découverte d'une fissuration avancée de cette pièce.

L'exploitant remplace, courant 2014, les pales des éoliennes à l'arrêt par des pièces faisant l'objet d'un nouveau design. Les autres font l'objet d'un contrôle périodique afin de suivre l'évolution des fissures et de pouvoir programmer, le cas échéant, le remplacement ou la réparation des pales défectueuses.

Accident

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 3/ 14


Nombre de résultats répertoriés : 31 - 24/07/2018

Incident sur un accumulateur dans une éolienne.

N°44150 - 01/07/2013 - FRANCE - 34 - CAMBON-ET-SALVERGUES

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/44150/>



Au cours d'une opération de maintenance dans le hub d'une éolienne (nez qui sert de local technique), un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient. L'intervention porte sur l'appoint en azote d'un accumulateur sous pression. Cet accumulateur est un cylindre de 10 L comportant deux compartiments : l'un contient de l'huile reliée au circuit hydraulique des pâles de l'éolienne et l'autre de l'azote sous environ 100 bar de pression. Alors qu'il a terminé l'opération de remplissage du compartiment azote, pour laquelle il a positionné un outillage spécifique sur un raccord de l'accumulateur, le technicien de maintenance dévisse la vanne d'isolement de l'accumulateur, au lieu de l'embout de l'outillage. Une dépressurisation brutale de l'azote se produit, projetant une partie de la vanne au visage de l'opérateur ce qui lui brise le nez et plusieurs dents. L'inhalation du gaz provoque également un décollement de l'oesophage. L'opérateur est aidé par un collègue pour descendre de la nacelle puis hospitalisé. La gendarmerie place l'accumulateur de gaz sous scellé pour expertise.

Le risque que représente le dévissage de cette vanne d'isolement alors que l'accumulateur contient du gaz sous pression a été identifié par le fabricant. La parade de conception mise en œuvre consiste à réaliser sur la visserie de la vanne une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace liée à l'échappement du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total de la vanne et son éventuelle projection.

L'analyse de l'exploitant lui permet de réaliser les constats suivants : le dispositif d'alerte (perforation de la visserie) de l'accumulateur sur lequel s'est produit l'accident était opérationnel cependant la procédure d'intervention ne mentionnait ni l'existence, ni la signification de ce signal d'alerte. L'expertise réalisée sur l'équipement ne fait ressortir aucun constat de dégradation du matériel. Les causes de cet accident semblent donc directement liées des défaillances organisationnelles : la conscience des risques associés aux interventions sur des équipements sous pression, la formation de l'intervenant à sa tâche pression et les procédures opérationnelles n'étaient pas suffisamment robustes.

Suite à cet accident l'exploitant modifie ses procédures de maintenance et renforce la formation des techniciens sur les aspects risques. Pour l'heure, il suspend les opérations de remplissage des accumulateurs dans les hub d'éolienne et fait réaliser cette opération en atelier. Une modification des accumulateurs est également envisagée pour utiliser des modèles avec vanne intégrée.

Accident

Chute d'un élément d'une pale d'éolienne

N°49374 - 27/02/2017 - FRANCE - 79 - TRAYES

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49374/>

Vers 22 h, le système d'exploitation d'un parc éolien émet des alarmes portant sur l'éolienne n°4 : mise à l'arrêt de l'éolienne et incohérence entre les vitesses de rotation du rotor et de l'arbre de la génératrice électrique. Le lendemain matin, l'exploitant constate sur place que les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m, se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m. L'exploitant place les 4 éoliennes du parc en position de sécurité et initie des expertises. Il

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 4/ 14

collecte les débris et sécurise le site.

L'exploitant envisage qu'un défaut au niveau du bord d'attaque de la pale puisse être la cause du bris de pale. Il écarte les possibilités d'un impact de foudre, ou de fortes rafales de vent. La pale accidentée est remplacée. L'éolienne redémarre le 11/10/17.

L'expertise du fabricant conclut à un défaut de fabrication. Par erreur, les couches de tissu du bord d'attaque ont été coupées, manuellement, niveau de la ligne de jonction des 2 coques lors des opérations de ponçage des excès de colle après démoulage de la pale. Dans cette zone, les coques n'étaient maintenues entre elles que par le mastic et la peinture de finition.

À l'issue des contrôles sur les 4 autres éoliennes du parc, 2 d'entre elles sont remises en service. Des défauts sont découverts sur les 2 autres :

- les plans de collages entre la poutre structurelle interne (le spar) et les demi-coques aérodynamiques (blade shells) présentent par endroits d'importantes zones de décohésion ;
- des fissurations, portant atteinte aux structures des coques aérodynamiques et des plans de collages des bords d'attaque et bords de fuite des pales, sont présentes ;
- des collecteurs de foudre (diverter strip) sont manquants ou endommagés à la pointe de certaines pales.

L'exploitant s'engage à réaliser les réparations nécessaires avant la remise en service de ces 2 éoliennes.

Accident

Feu dans la nacelle d'une éolienne

N°49746 - 06/06/2017 - FRANCE - 28 - ALLONNES

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49746/>

Vers 18 h, un feu se déclare dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant met en sécurité les 17 machines du parc éolien. Les secours coupent la circulation sur la N154. L'incendie s'éteint seul, à la fin de la combustion de la nacelle, vers 19h30. La nacelle et le rotor sont totalement calcinés. Une partie des pales ainsi que le haut du mât ont été touchés par l'incendie. Des éléments sont tombés au sol. L'exploitant met en place un gardiennage.

Le lendemain, l'inspection des installations classées se rend sur les lieux. Des coulures d'hydrocarbures sont constatées sur le mât. Les dégâts sont de nature à compromettre la stabilité mécanique du mât, de la nacelle, des pales et du rotor de l'éolienne. En première hypothèse, l'exploitant indique qu'un défaut des condensateurs du boîtier électrique, situé dans la nacelle, pourrait être à l'origine du sinistre. Il exclut la piste d'un impact de foudre. Un arrêté préfectoral d'urgence demande à l'exploitant :

- la mise en sécurité de l'éolienne avec démontage des éléments risquant de chuter et matérialisation d'un périmètre de sécurité de 300 m ;
- une surveillance de l'environnement avec analyse de la pollution des sols et évacuations des déchets.

L'éolienne est démantelée le 17/06.

Accident

Chute d'un aérofrein d'une éolienne

N°50291 - 17/07/2017 - FRANCE - 76 - FECAMP

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50291/>

Vers 23h30, un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne dans un parc éolien. Le lendemain matin, un agent de maintenance découvre l'équipement au pied du mât de 49 m. La clôture du site est endommagée. L'éolienne est arrêtée. Un arrêt pour maintenance étant programmé 6 jours après, les autres aérogénérateurs du site sont maintenus en fonctionnement. Durant cet arrêt, les mécanismes d'aérofreins et les pales de toutes les machines sont inspectées. L'aérofrein défectueux est remplacé. L'installation redémarre le 16/08/17.

L'exploitant conclut que le desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en serait à l'origine. Il étudie l'opportunité d'augmenter la fréquence d'inspection des mécanismes de fixation des aérofreins ou leur modification, notamment pour fiabiliser l'action de la vis anti-rotation.

Accident

Chute des pales et du rotor d'une éolienne

N°47377 - 10/11/2015 - FRANCE - 55 - MENIL-LA-HORGNE

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47377/>

Vers 22h30, les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé. De l'huile s'en écoule mais reste confinée dans la rétention. Le centre de supervision à distance du parc constate la perte de communication avec l'éolienne. Il la découple du réseau. Le lendemain, les agents de maintenance constatent sur place la rupture du rotor. Ils sécurisent la zone. Les 6 autres éoliennes du parc sont mises à l'arrêt. Les débris, disséminés sur 4 000 m², sont ramassés.

Selon l'exploitant, les premières constatations indiqueraient une défaillance de l'arbre lent, qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice. Elle trouverait son origine dans un défaut de fabrication de la pièce. Une non-conformité dans le processus de moulage de cette pièce de fonderie en acier est suspectée. Un défaut métallurgique, de type inclusion de laitier, aurait fragilisé la pièce et conduit à sa rupture par fatigue. Les contrôles réalisés sur les autres éoliennes du parc ont mis en évidence que ce type de défaut était présent sur un des autres arbres lents, au même niveau que celui accidenté.

Au total 54 éoliennes du même modèle sont installées en France. Les services du ministère du développement durable demandent au fabricant d'établir un programme de contrôle adapté. A la suite des contrôles effectués sur les autres arbres lents du même parc d'éolienne, 2 d'entre eux sont remplacés.

Accident

Fuite d'huile sur une éolienne

N°50898 - 24/07/2017 - FRANCE - 56 - MAURON

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50898/>

Une fuite d'huile est détectée vers 17 h sur une éolienne. La rupture d'un flexible du circuit hydraulique de l'aérogénérateur en est à l'origine. Le rejet, estimé à 5 l, s'est écoulé le long



Nombre de résultats répertoriés : 31 - 24/07/2018

du mât et quelques gouttes sont tombées au sol. L'éolienne est arrêtée et des absorbants sont disposés au sol. Le flexible est remplacé. L'éolienne redémarre le lendemain.

Une société spécialisée réalise un diagnostic de l'état des milieux sur 3 500 m² en réalisant 7 sondages du sol. Seule une zone de pollution de 2 m² sur 10 cm de profondeur est identifiée au pied du mât. Une société de traitement évacue ces graviers impactés. La vétusté du flexible serait à l'origine de la fuite.

Accident

Rupture des pales d'une éolienne

N°49104 - 12/01/2017 - FRANCE - 11 - TUCHAN

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49104/>

Vers 4 h, au cours d'un épisode de vents violents, les 3 pales d'une éolienne chutent au sol. L'exploitant collecte les morceaux de fibre de carbone répartis autour du mat de 40 m de l'éolienne. Des impacts sur le mat sont visibles. Il met en place des barrières et un gardiennage pour en sécuriser l'accès.

L'éolienne, de 600 kW mise en service en 2002, était à l'arrêt pour maintenance suite à la casse totale de son arbre lent quelques jours auparavant. Cette rupture a eu pour conséquence le désaccouplement du rotor avec le multiplicateur, donc de rendre inopérant le frein mécanique. Bien que mise en position de sécurité (parallèle au vent et aérofrein des pales activé), les vents à 25 m/s ont provoqué la rupture des pales à cause d'une vitesse de rotation excessive.

Après expertise, l'exploitant conclut que la cause la plus probable de la casse de l'arbre lent est un endommagement du roulement avant sur lequel l'arbre est posé. Cette défaillance aurait induite une contrainte importante en flexion sur la partie arrière, à l'entrée dans le multiplicateur, provoquant sa rupture. Aucune faiblesse n'est identifiée dans la structure de la matière de l'arbre. Les contrôles réalisés sur les autres installations de son parc ne détectent pas d'anomalie.

Afin d'éviter le renouvellement de cet incident, l'exploitant prévoit d'équiper tous ses aérogénérateurs d'un capteur inductif de présence. Couplé au système de contrôle/commande de l'éolienne, ceci permettrait de mettre l'éolienne en sécurité dès que le roulement avant viendrait à s'affaisser de plus de 1 mm. Dans pareil cas, un contrôle visuel et fonctionnel de l'ensemble roulement/arbre lent serait engagé. De plus, un contrôle vibratoire de la chaîne d'entraînement est planifié à intervalles réguliers afin de détecter un éventuel défaut d'alignement ou une contrainte particulière.

L'éolienne accidentée est remise en service après réparation de son mât et remplacement des pièces endommagées (pales, multiplicateur, arbre lent).

Accident

Fuite d'huile dans une éolienne

N°48264 - 28/05/2016 - FRANCE - 28 - JANVILLE

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48264/>

À 15h15, un employé constate un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne. Il arrête celle-ci et contacte l'équipe de maintenance. Arrivés à 17 h, les agents mettent en place des absorbants. L'écoulement d'huile est récupéré avant d'avoir atteint le sol. La défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de

Nombre de résultats répertoriés : 31 - 24/07/2018

l'éolienne est à l'origine de la fuite. L'installation est réparée 2 jours plus tard. L'exploitant effectue une campagne de remplacement des raccords identiques du parc.

Accident

Feu d'éolienne

N°44831 - 09/01/2014 - FRANCE - 08 - ANTHENY

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/44831/>

Un feu se déclare vers 18 h au niveau de la partie moteur d'une éolienne de 2,5 MW. Le parc éolien est isolé électriquement. Un périmètre de sécurité de 300 m est mis en place. Le feu s'éteint de lui-même vers 20 h.

La nacelle est détruite, le rotor est intact. Le balisage aéronautique de la machine étant hors-service, les services de l'aviation civile sont alertés. La presse évoque un incident électrique pour expliquer le départ de feu.

L'éolienne sinistrée est démantelée le 17/06 par basculement à l'explosif. Cette opération nécessite la mise en place d'un périmètre de sécurité de 1 km.

Accident

Eolienne touchée par la foudre

N°45016 - 20/06/2013 - FRANCE - 07 - LABASTIDE-SUR-BESORGUES

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/45016/>

Un impact de foudre endommage vers 15h30 une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées. L'éolienne est mise en sécurité et un périmètre de sécurité est établi. La municipalité, l'aviation civile (défaut de balisage), les services de l'électricité et du téléphone, la société en charge de la maintenance et l'inspection des installations classées sont informés.

L'impact enregistré le plus proche de l'éolienne au moment de l'orage est donné avec une intensité de 94 kA. L'exploitant change les 3 pâles et redémarre l'éolienne le 02/08/13. Le fabricant de l'éolienne indique que ce type d'incident est exceptionnel (incursion d'un arc électrique dans la pale conduisant à une montée en pression de l'air intérieur), aucune dérive fonctionnelle du système parafoudre n'ont été trouvées.

Accident

Chute d'une éolienne lors d'une tempête

N°50913 - 01/01/2018 - FRANCE - 85 - BOUIN

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50913/>

En début de matinée lors d'une tempête, le mât d'une éolienne de 80 m de haut se brise en 2. Les 75 m supérieurs de l'éolienne chutent au sol. Des débris s'éparpillent sur une surface assez importante. Le rotor est enfoncé dans le sol. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. Les 2 autres éoliennes du parc sont arrêtées.

L'éolienne avait été mise à l'arrêt 2 jours avant. Selon les premiers éléments de

l'exploitant, une défaillance dans le dispositif de mise en sécurité des pales de l'aérogénérateur pourrait avoir conduit à l'événement.

Accident

Rupture d'une pale d'éolienne

N°49359 - 27/02/2017 - FRANCE - 55 - LAVALLEE

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49359/>

Lors d'un orage, la pointe d'une pale d'éolienne se rompt. L'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne. L'ensemble du parc éolien, qui compte 4 éoliennes de 2 MW et 80 m de haut, est mis à l'arrêt. Les débris sont ramassés et traités par une société spécialisée, pour expertise.

Un orage violent s'est abattu sur la zone de 18 h à 18h30. À 18h07, l'alarme "vent fort" de l'éolienne voisine s'est déclenchée. L'alarme "capteur de vibration" de l'éolienne endommagée s'est déclenchée à la même heure. À 18h10, le réseau électrique a été coupé, provoquant la perte de liaison avec le parc éolien. L'exploitant a découvert la casse le lendemain en se rendant sur place pour remettre le parc en service. Le parc avait été mis en service en février 2011.

Le fabricant de l'éolienne réalise l'expertise de la pale. Ses vérifications lui permettent d'exclure un défaut de fabrication et de confirmer le respect des spécifications. L'hypothèse d'un impact de foudre est également écartée : aucune trace d'impact n'est retrouvé. Une rafale de vent extrême ayant été mesurée dans les secondes précédant la rupture, cette origine est privilégiée pour expliquer la casse de la pale. Le contrôle de 2 autres éoliennes du parc ne révèle pas de défaut.

Accident

Chute de l'aérovein d'une pale d'éolienne

N°51122 - 06/02/2018 - FRANCE - 11 - CONILHAC-CORBIERES

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/51122/>

Vers 11h30, l'aérovein d'une pale d'éolienne chute au sol dans un parc éolien. L'équipe technique présente sur site arrête l'aérogénérateur. La zone est sécurisée, les débris ramassés.

À la suite d'un défaut sur l'électronique de puissance, l'éolienne est passée en arrêt automatique par sollicitation du freinage aérodynamique. Lors de l'ouverture de l'aérovein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute.

Un accident similaire est survenu sur ce parc 2 ans auparavant (ARIA 47675).

Accident

Chute de pale d'éolienne due à la foudre

N°49768 - 08/06/2017 - FRANCE - 16 - AUSSAC-VADALLE

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49768/>

Durant la nuit lors d'un orage, une partie d'une pale d'une éolienne chute au sol. Le lendemain matin, l'exploitant arrête les 4 éoliennes de son parc. Il collecte les débris

tombés dans une zone de 50 à 100 m du mât et met en place un balisage. Il avertit l'exploitant agricole propriétaire du champ où est installée l'éolienne.

L'expertise réalisée par le fabricant de la pale conclut qu'un impact de foudre est à l'origine de sa rupture. Survenu à 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuit, puis une déchirure du fragment. Le dispositif de protection contre la foudre ne montre pas de défaut.

Accident

Chute d'une pale d'une éolienne

N°49151 - 18/01/2017 - FRANCE - 80 - NURLU

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49151/>

Un particulier constate qu'une pale d'éolienne est tombée au sol et s'est brisée en plusieurs morceaux. Il informe l'exploitant qui arrête toutes les machines du parc en activité. Arrivés sur site à 11h30, des agents demandent la mise en sécurité de l'éolienne et mettent en place un périmètre de sécurité autour de la zone.

Selon la presse, la tempête survenue quelques jours auparavant pourrait être à l'origine de la chute.

Sur place le lendemain, l'inspection des installations classées constate que les 2/3 de la pale sont brisés, mais que son armature est toujours en place. L'essentiel des débris se situe à moins de 90 m du mât. Les débris les plus lourds sont à moins de 27 m.

Accident

Rupture de l'aérovein d'une pale d'éolienne

N°47675 - 07/02/2016 - FRANCE - 11 - CONILHAC-CORBIERES

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47675/>



Vers 11h30, l'aérovein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol. L'exploitant procède à l'arrêt de l'ensemble du parc éolien à distance. Les secours sécurisent les lieux. Les premières investigations indiqueraient qu'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérovein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aérovein. Du fait des fortes charges présentes sur le rotor, l'axe en carbone qui maintient l'aérovein à la pale et/ou le point d'ancrage de cet axe, se serait alors rompu. Une campagne de contrôle des pales, aéroveins et de la chaîne de sécurité de chaque éolienne est réalisée.

Accident

Feu d'éolienne.

N°46304 - 29/01/2015 - FRANCE - 02 - REMIGNY

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/46304/>



A 6h25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée. Sur place à 7h30, des employés constatent la présence de flammes et de fumée. Ils alertent les pompiers. A cause des fumées, ces derniers ne



Nombre de résultats répertoriés : 31 - 24/07/2018

parviennent pas à approcher de la source de l'incendie. Ils doivent attendre leur dissipation. A 9h20 ils réussissent à progresser dans l'éolienne et éteignent l'incendie.

Les dommages matériels sont estimés à 150 kEUR. Les 1 500 l d'eau utilisés pour le nettoyage sont pompés.

Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie.

L'éolienne n'était pas encore en exploitation, mais en phase de test. L'exploitant prévoit de tester la qualité de l'isolation de tous les câbles de puissance avant la mise en service. Il prévoit également de réaliser des mesures thermiques sur tous les câbles de puissance à 80 % de leur charge nominale.

Accident

Chute d'une pale d'éolienne

N°46030 - 05/12/2014 - FRANCE - 11 - FITOU

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/46030/>

A leur arrivée dans un parc éolien, des techniciens de maintenance constatent que l'extrémité d'une pale d'une éolienne est au sol. Il s'agit d'une des 2 parties de l'aérofrein de la pale. Cette partie, en fibre de verre, mesure 3 m de long. Elle est retrouvée à 80 m du mât. La seconde partie de l'aérofrein constitue sa partie mécanique interne. Ces éléments-là sont encore en place sur la pale. L'éolienne est arrêtée et mise en sécurité la pale endommagée vers le bas.

L'exploitant effectue une inspection visuelle des pales des 8 autres éoliennes du parc. En première approche, l'exploitant attribue l'incident à une défaillance matérielle ou à un décollement sur les plaques en fibre de verre. Les morceaux récupérés au sol sont envoyés au centre de maintenance de l'exploitant pour expertise.

Accident

Chute d'une pale d'éolienne

N°50905 - 04/01/2018 - FRANCE - 55 - NIXEVILLE-BLERCOURT

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50905/>

Dans un parc éolien, l'extrémité d'une pale d'une éolienne de 2 MW se rompt, lors d'un épisode venteux. Un morceau de 20 m chute au sol. L'exploitant sécurise la zone. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m. Un gardiennage est mis en place 24 h/24.

Accident

Bris d'une pale d'éolienne

N°50148 - 05/08/2017 - FRANCE - 02 - PRIEZ

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50148/>

Vers 3 h une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol. Les débris sont

Nombre de résultats répertoriés : 31 - 24/07/2018

retrouvés par l'exploitant au pied du mât le matin. Il en sécurise l'accès et fait surveiller la zone. L'inspection des installations classées demande la mise à l'arrêt de tous les aérogénérateurs du parc dans l'attente de la compréhension de l'événement.

Accident

Fissure sur une pale d'éolienne

N°49413 - 11/01/2017 - FRANCE - 59 - LE QUESNOY

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49413/>

Une fissure est constatée sur une pale d'une éolienne. L'exploitant arrête l'installation. L'expertise de la pale conclut que le dommage est suffisamment réduit pour être réparable. Il n'est donc pas nécessaire de procéder à son remplacement. L'exploitant envisage d'effectuer cette réparation au printemps, lorsque les conditions météorologiques permettront d'intervenir sans la déposer. Selon l'exploitant, le défaut ne présente pas de caractère générique.

Accident

Le vent endommage une éolienne

N°47680 - 08/02/2016 - FRANCE - 29 - DINEAULT

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47680/>

Lors d'une tempête, des vents à 160 km/h endommagent une éolienne : une pale chute au sol, une autre se déchire. La pale rompue est retrouvée à 40 m du pied du mât. Dans les 2 cas, les manchons des pales sont restés arrimés au moyeu. L'exploitant met en sécurité les 4 éoliennes du parc. Les secours établissent un périmètre de sécurité de 350 m.

L'éolienne, de 29 m de hauteur, datait de 1999 (puissance unitaire de 300 kW).

Accident

Feu d'éolienne

N°47062 - 24/08/2015 - FRANCE - 28 - SANTILLY

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47062/>

Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur. La nacelle étant trop haute pour la grande échelle des pompiers, ces derniers décident de laisser brûler le foyer sous surveillance. Les chemins menant à l'éolienne sont interdits à la circulation.

Accident

Chute d'une pale d'éolienne

N°49902 - 24/06/2017 - FRANCE - 62 - CONCHY-SUR-CANCHE

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49902/>

Vers 23h30, une pale d'une éolienne se brise au niveau de sa jonction avec le rotor dans un parc éolien. La pale chute à la verticale, au pied du mât. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m. L'exploitant arrête l'installation ainsi que les 4 autres aérogénérateurs du site, du même modèle. Il met en place un périmètre de sécurité et

condamné l'accès au site.

Le vent était faible au moment de l'événement.

Accident

Électrisation d'un employé dans une éolienne

N°48588 - 14/09/2016 - FRANCE - 10 - LES GRANDES-CHAPELLES

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48588/>



Vers 15 h, un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne. Les pompiers spécialisés dans les interventions en hauteur évacuent la victime consciente.

Accident

Feu dans une éolienne

N°48471 - 18/08/2016 - FRANCE - 60 - DARGIES

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48471/>

Un technicien de maintenance d'un parc éolien constate vers 9 h qu'une éolienne ne tourne plus. Il découvre que de la fumée s'échappe de la tête de l'éolienne, à 80 m de haut. Des pompiers spécialisés dans les interventions en milieux périlleux effectuent une reconnaissance en partie haute de la machine. Ils ouvrent une trappe de ventilation. Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie. L'armoire électrique ou le pupitre de commande en serait le point de départ.

Accident

Feu dans une éolienne

N°48426 - 10/08/2016 - FRANCE - 80 - HESCAMPS

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48426/>



Vers 15 h, un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor. Un technicien maîtrise l'incendie avant l'arrivée des pompiers. Il redescend seul les 70 m de l'échelle intérieure de l'éolienne. Il est légèrement intoxiqué par les fumées. Les pompiers contrôlent l'extinction complète et procèdent à la ventilation.

Une défaillance électrique serait à l'origine du départ de feu.

Accident

Feu d'éolienne.

N°46237 - 06/02/2015 - FRANCE - 79 - LUSSERAY

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/46237/>

Vers 15h30, un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations.