

Projet éolien de Sucrierie
Sous-dossier n°6 – Etude de dangers

SUEZ CONSULTING

Délégation France Nord-Ouest
Agence Normandie Nord Picardie

SUEZ CONSULTING
Immeuble Le Trident
18/20, Rue Henri Rivière
76000 ROUEN

Version : 3

SOMMAIRE

1.....Préambule	1	5.....Identification des potentiels de dangers.....	18
1.1 Contexte législatif et réglementaire	1	5.1 Potentiels de dangers liés aux produits	18
1.2 Nomenclature des installations classées.....	2	5.1.1 Les produits entrants	18
2.....Informations générales concernant l'installation.....	3	5.1.2 Les produits sortants	18
2.1 Renseignements administratifs.....	3	5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	19
2.2 Localisation du site.....	3	5.3 Réduction des potentiels de dangers à la source	19
2.3 Définition de l'aire d'étude	3	5.3.1 Principales actions préventives	19
3.....Description de l'environnement de l'installation.....	4	5.3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles – directive IED	19
3.1 Zones urbanisées.....	4	6.....Analyse des retours d'expérience	20
3.1.1 Établissements recevant du public	6	6.1 Inventaires des accidents et incidents en France	20
3.1.2 Installations classées pour, la protection de l'environnement et installations nucléaires de base	6	6.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international.....	20
3.1.3 Autres activités	6	6.3 Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant	22
3.2 Environnement naturel	7	6.4 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issue du retour d'expérience.....	22
3.2.1 Contexte climatique	7	6.4.1 Analyse de l'évolution des accidents en France.....	22
3.2.2 Risques naturels	7	6.4.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents	22
3.2.3 Environnement matériel.....	8	6.4.3 Enseignements tirés	22
4.....Description de l'installation.....	10	7.....Analyse préliminaire des risques	24
4.1 Caractéristiques de l'installation.....	10	7.1 Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	24
4.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien	10	7.2 Recensement des agressions externes potentielles.....	24
4.1.2 Activité de l'installation.....	11	7.2.1 Agressions liées aux activités humaines	24
4.1.3 Composition de l'installation	11	400 m	24
4.2 Fonctionnement de l'installation	14	7.2.2 Agressions liées aux phénomènes naturels	24
4.2.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur	14	7.3 Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	25
4.2.2 Sécurité de l'installation	15	7.3.1 Méthodologie	25
4.2.3 Exploitation du parc	15	7.3.2 Tableaux de résultats	25
4.2.4 Stockage de produits dangereux et flux	16	7.4 Effets dominos	29
4.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation	16	7.5 Mise en place des mesures de sécurité.....	29
4.3.1 Raccordement électrique.....	16	7.6 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques.....	32
4.3.2 Postes de livraison électrique	16	8.....Étude détaillée des risques.....	33
4.3.3 Réseau inter-éoliennes.....	16	8.1 Rappel des définitions	33
4.3.4 Réseau électrique externe	17	8.1.1 Cinétique.....	33
4.3.5 Autres réseaux.....	17	8.1.2 Intensité	33
		8.1.3 Gravité	33

8.1.4	Probabilité.....	34
8.2	Caractérisation des scénarios retenus	34
8.2.1	Données d'entrée	34
8.2.2	Effondrement de l'éolienne.....	34
8.2.3	Chute d'élément de l'éolienne	36
8.2.4	Chute de glace	37
8.2.5	Projection de pales ou de fragments de pales	38
8.2.6	Projection de glace	40
8.3	Synthèse de l'étude détaillée des risques	41
8.3.1	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés	41
8.3.2	Acceptabilité des risques.....	43
8.3.3	Cartographie des risques	43
9 Description des mesures et des moyens de prévention et de protection	44
9.1	Formation du personnel.....	44
9.2	Maintenance	44
9.3	Mesure de sécurité	45
10	... Conclusion.....	46
11	... Annexes.....	46

Liste des Illustrations

Figure 1 : Localisation générale de l'implantation du projet.....	3
Figure 2 : Zone d'étude du projet.....	3
Figure 3 : Situation du projet par rapport aux zones habitées les plus proches.....	5
Figure 4 : Niveaux de contraintes observés au droit et à proximité des éoliennes projetées issue du PPRn de Montdidier.....	8
Figure 5 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur.....	10
Figure 6 : Schéma d'illustration des emprises au sol d'une éolienne.....	11
Figure 7 : Plan général du parc éolien en phase d'exploitation.....	13
Figure 8 : Principe du raccordement électrique des installations.....	16
Figure 9 : Situation des postes sources les plus proches.....	17
Figure 10 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes.....	20
Figure 11 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes.....	21
Figure 12 : Répartition des causes premières d'effondrement.....	21
Figure 13 : Répartition des causes premières de rupture de pale.....	21
Figure 14 : Répartition des causes premières d'incendie.....	21
Figure 15 : Accidents recensés dans la base de données CWIF entre 1999 et 2019.....	22
Figure 16 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées.....	22

Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des données relatives à la population locale et au logement.....	4
Tableau 2 : Distance des éoliennes par rapport à la zone d'habitat la plus proche.....	4
Tableau 3 : Inventaire des ICPE à proximité de la zone d'implantation du projet.....	6
Tableau 4 : Recensement des arrêtés de reconnaissance de l'Etat de Catastrophe Naturelle.....	7
Tableau 5 : Synthèse des informations relatives aux mouvements de terrain.....	8
Tableau 6 : Coordonnées des éoliennes du parc de Sucrierie.....	11
Tableau 7 : Fiche technique du projet de Sucrierie.....	12
Tableau 8 : Caractéristiques du mât.....	14
Tableau 9 : Caractéristiques des pales de l'éolienne.....	14
Tableau 10 : Caractéristiques des pales de l'éolienne.....	15
Tableau 11 : Caractéristiques du transformateur.....	15
Tableau 12 : Détail technique des conducteurs souterrains.....	16
Tableau 13 : Parcelles cadastrales concernées par le réseau électrique interne.....	17
Tableau 14 : Potentiels de dangers liés aux produits.....	18
Tableau 15 : Potentiels de dangers liés aux installations.....	19
Tableau 16 : Mesures compensatoires.....	23
Tableau 17 : Synthèse des principales agressions externes liées aux activités humaines.....	24
Tableau 18 : Synthèse des principales agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	25
Tableau 19 : Entrée tableau APR.....	25
Tableau 20 : Analyse préliminaire des risques.....	26
Tableau 21 : Mesures de maîtrise des risques.....	29
Tableau 22 : Échelle d'intensité des phénomènes dangereux.....	33
Tableau 23 : Échelle de gravité.....	33
Tableau 24 : Échelle de probabilité.....	34
Tableau 25 : Données d'entrée retenues pour l'étude de dangers.....	34
Tableau 26 : Zone d'effet liée à l'effondrement d'une éolienne.....	34
Tableau 27 : Détermination de l'intensité liée à l'effondrement d'une éolienne.....	35
Tableau 28 : Détermination de la gravité de l'effondrement d'une éolienne.....	35
Tableau 29 : Probabilité de l'effondrement d'une éolienne.....	36
Tableau 30 : Détermination de l'intensité de la chute d'élément d'une éolienne.....	36
Tableau 31 : Détermination de la gravité de chute d'élément de l'éolienne.....	37
Tableau 32 : Zone d'effet liée à la chute de glace.....	37
Tableau 33 : Détermination de l'intensité liée à la chute de glace.....	37

Tableau 34 : Détermination de la gravité d'une chute de glace.....	38
Tableau 35 : Zone d'effet liée à la projection de pales ou de fragments de pales.....	38
Tableau 36 : Détermination de l'intensité liée à la projection de pales ou de fragments de pales.....	38
Tableau 37 : Détermination de la gravité de la projection de pales ou de fragments de pales.....	39
Tableau 38 : Probabilité de la projection de pale ou de fragments de glace.....	39
Tableau 39 : Zone d'effet liée à la projection de glace.....	40
Tableau 40 : Détermination de l'intensité liée à la projection de glace.....	40
Tableau 41 : Détermination de la gravité de la projection de glace.....	40
Tableau 42 : Synthèse de l'étude détaillée des risques.....	42
Tableau 43 : Matrice d'acceptabilité du risque.....	43
Tableau 44 : Synthèse des détecteurs.....	45

Liste des annexes

- **Annexe 1** : Accidentologie - Extrait du guide technique – « Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens
- **Annexe 2** : Cartographies des zones d'effet des phénomènes dangereux étudiés
 - Carte 1 - Effondrement de l'éolienne
 - Carte 2 - Chute d'élément de l'éolienne
 - Carte 3 - Chute de glace
 - Carte 4 - Projection de pales
 - Carte 5 - Projection de glace
- **Annexe 3** : Cartographies de synthèse
 - Carte 6 : Synthèse des risques / classe de gravité pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
 - Carte 7 : Synthèse des risques / degré d'exposition (intensité) et nombre de personnes permanentes exposées pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios

1 PREAMBULE

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

Cette étude est **proportionnée aux risques** présentés par les éoliennes du parc de Sucrierie (80). Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptées 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 projeté, 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 ;
- **Informers le public** dans la meilleure transparence possible en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques.

1.1 Contexte législatif et réglementaire

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

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accidents majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact, sous-dossier n°5.

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

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

« 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.

Pour certaines catégories d'installations impliquant l'utilisation, la fabrication ou le stockage de substances dangereuses, le ministre chargé des installations classées peut préciser, par arrêté pris en application de l'article L. 512-5, le contenu de l'étude de dangers portant, notamment, sur les mesures d'organisation et de gestion propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident majeur. »

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.

Dès 2012, l'INERIS, les professionnels du Syndicat des énergies renouvelables et France Energie Eolienne ont élaboré un guide présentant les méthodes et les outils nécessaires à la réalisation de l'étude de dangers d'une installation éolienne terrestre. Le guide identifie en particulier les étapes suivantes de la démarche mise en œuvre dans le cadre de l'étude de dangers :

- Informations générales concernant l'installation
- Description de l'environnement et du voisinage de l'installation ;
- Description du projet éolien
- Identification et caractérisation des potentiels de dangers ;
- Analyse du retour d'expérience (Accidents et incidents survenus : accidentologie)
- Évaluation préliminaire des risques ;
- Mesures de sécurité et de réduction des risques mises en place ;
- Étude détaillée des risques ;
- Conclusion ;
- Résumé non technique de l'étude de dangers.

Cette étude de dangers a été réalisée conformément au guide technique de l'INERIS (version de mai 2012).

1.2 Nomenclature des installations classées

Conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, les parcs éoliens terrestres sont soumis à la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées.

Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :

1 - Autorisation : comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.

2 - Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât 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 - Autorisation : supérieure ou égale à 20 MW

b - Déclaration : inférieure à 20 MW

Le parc éolien de Sucrierie comprendra 6 aérogénérateurs dont le mât a une hauteur de 125 m.

Cette installation est donc soumise à autorisation 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.

2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1 Renseignements administratifs

Le projet éolien de Sucrierie est développé depuis 2014 par ENERTRAG.

Afin de permettre l'identification et le développement du projet, ENERTRAG a créé une structure pétitionnaire de la demande de permis de construire et de l'autorisation d'exploiter : ENERTRAG SANTERRE V SCS.

La société ENERTRAG SANTERRE V SCS a été créée le 12/04/2017. Le premier bilan et compte de résultats ont donc été réalisés à la date du 31/03/2018. Ces documents ont été certifiés par les commissaires aux comptes en septembre 2018. Elle est détenue à 100% par ENERTRAG AG.

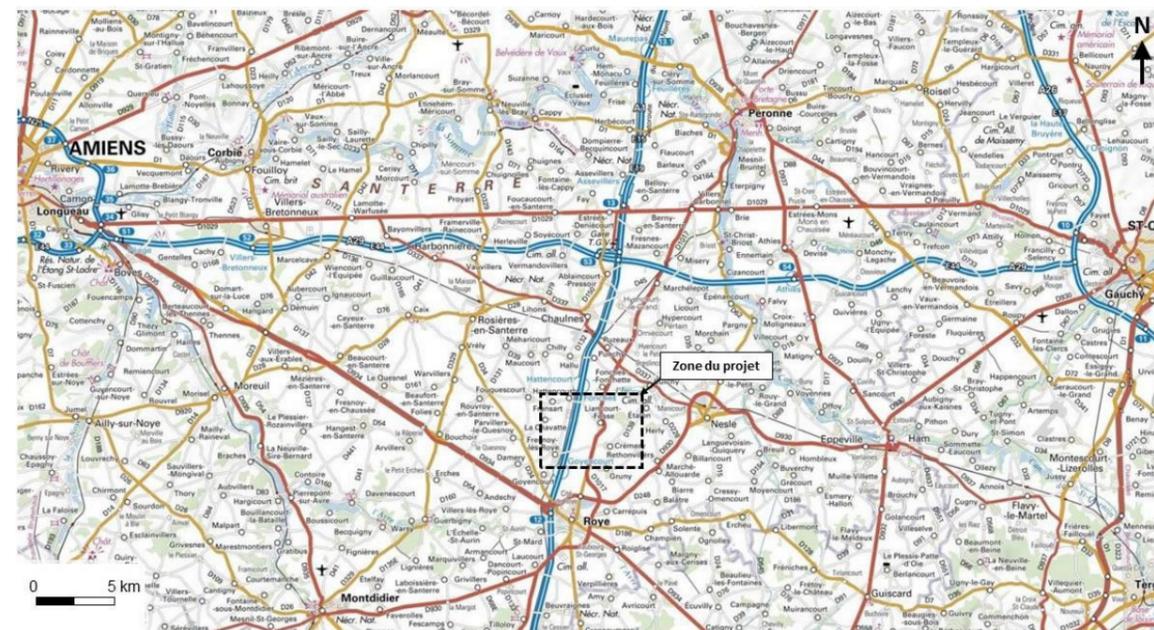
Les capacités techniques et financières du pétitionnaire sont présentées dans le Sous-Dossier n°4.

Cette étude de dangers a été réalisée par SUEZ Consulting (rédacteurs : Vincent WERQUIN, Gilles LABROUCHE).

2.2 Localisation du site

Le site du projet éolien de Sucrierie est situé au sein des grands espaces agricoles du Santerre sur les communes de Fresnoy-lès-Roye, Liancourt-Fosse et Gruny, à 4 km environ au nord de Roye, et au Sud-Est du département de la Somme. Les grandes villes les plus proches sont Amiens au Nord-Ouest et Saint-Quentin au Nord-Est, dont le projet est distant d'environ 35 km.

Figure 1 : Localisation générale de l'implantation du projet



Source : IGN, traitement SUEZ Consulting 2019

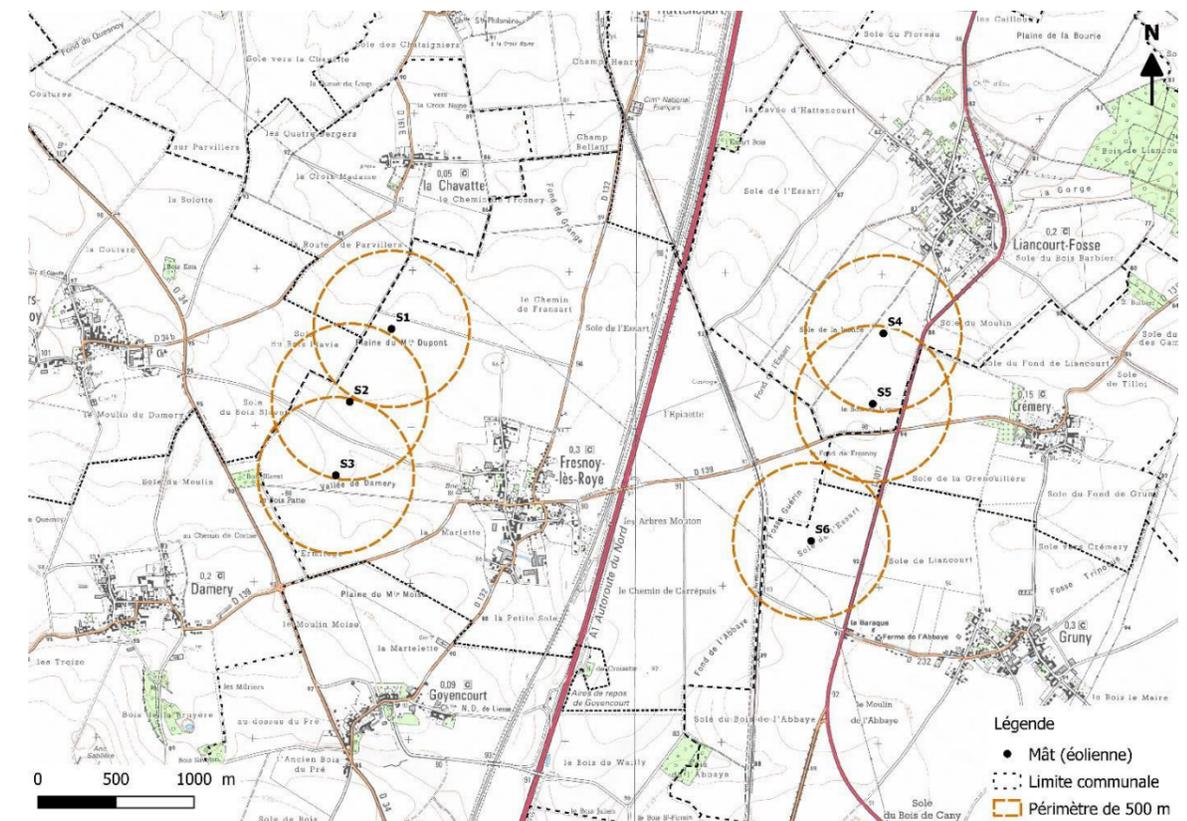
2.3 Définition de l'aire d'étude

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.

L'aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à la distance inférieure ou égale à 500 mètres de l'installation. Dans le cas du parc éolien de Sucrierie, la distance de 500 mètres est prise à partir du mât des 6 aérogénérateurs. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au chapitre 8.2.

L'installation ne dispose pas d'une intégration d'un poste de livraison à l'heure actuelle.

Figure 2 : Zone d'étude du projet



Source : IGN, traitement SUEZ Consulting 2019

3 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

3.1 Zones urbanisées

La Zone d'Implantation du Projet se situe sur les communes de Fresnoy-lès-Roye, Gruny et Liancourt-Fosse.

Le tableau suivant fournit les informations concernant le recensement de la population sur les communes d'implantation du projet ainsi que sur les territoires communaux limitrophes.

Tableau 1 : Synthèse des données relatives à la population locale et au logement

Commune	Population en 2015	Taux d'accroissement entre 2010 et 2015	Superficie (km ²)	Densité (habitants / km ²)	Logements en 2015	Dont part de résidence principale
Communes d'implantation						
Fresnoy-lès-Roye	296	-3,6 %	7,7	38,7	139	82,8 %
Gruny	328	0,9 %	7,0	46,8	138	88,4 %
Liancourt-Fosse	294	8,5 %	6,4	45,7	134	86,6 %
Communes dans un périmètre de 3 km						
Andechy	256	-3,4 %	7,8	32,9	119	84,8 %
Carrépuis	276	-4,2 %	5,5	50,2	115	93,0 %
La Chavatte	74	19,4 %	1,9	39,2	28	86,9 %
Crémery	104	-32,9 %	2,6	40,3	46	89,3 %
Damery	244	15,6 %	4,8	50,5	114	88,1 %
Étalon	136	-0,7 %	4,6	29,8	66	85,9 %
Fonches-Fonchette	162	8,0 %	5,0	32,3	72	81,2 %
Fouquescourt	171	5,6 %	5,5	31,4	81	84,7 %
Fransart	148	-1,3 %	3,0	49,3	62	83,9 %
Goyencourt	96	1,1 %	5,4	17,8	48	89,0 %
Hattencourt	288	16,1 %	3,6	79,8	130	80,3 %
Parvillers-le-Quesnoy	238	11,2 %	9,5	25,1	121	85,5 %
Rethonvillers	356	3,8 %	7,1	50,0	151	86,1 %
Rouvroy-en-Santerre	209	5,6 %	7,4	28,4	99	79,8 %
Roye	5972	-5,6 %	15,6	384,1	2917	87,9 %
Villers-lès-Roye	279	24,6 %	6,3	44,2	118	93,0 %
Médiane	188	+ 1,0 %	5,4	38,7	84	86,2 %

Source : INSEE – Recensement de la population 2015 – Limites territoriales au 1^{er} janvier 2015

Les populations légales 2015 entrent en vigueur le 1^{er} janvier 2018.

La **superficie communale** des communes interceptées varie peu autour d'une moyenne de 7 km². Elle est donc légèrement au-dessus de la superficie moyenne des communes environnantes, qui est de 5,8 km². La superficie cumulée des trois communes interceptées par le projet est de 21,1 km².

La **population totale** des communes incluses en tout ou en partie dans les 6 km autour du projet est de 16 687 habitants, dont 918 (5,5 %) occupent les communes directement interceptées par le projet.

La **densité de population** dans le périmètre de 6 km autour du projet est inférieure à la moyenne française (117 habitants/km²) avec une moyenne de 53,6 habitants/km². Cette moyenne masque de grandes disparités : les communes de Nesle et de Roye montrent par exemple une densité de plus de 300 habitants/km², tandis que la médiane des densités de population connues par l'ensemble des communes ci-dessous n'est qu'à 38,7 habitants/km².

La densité de population des trois communes interceptées par le projet correspond à cette médiane plus qu'à la moyenne, sans disparité marquée (43,7 habitants/km²).

Dans ce territoire, l'**accroissement moyen de la population** est d'un peu moins de +2 % au cours des 5 dernières années (2010-2015). Cette moyenne cache également des disparités puisque les communes réparties dans un rayon de 6km autour du projet présentent des taux d'accroissement variant entre -32,9 % à Crémery et +24,6 % à Villers-lès-Roye sur les 5 années considérées.

L'accroissement moyen est d'environ +1,9 % au droit des communes d'implantation du projet.

L'**habitat** se compose très majoritairement de résidences principales (86,5 % en moyenne), ce qui traduit la présence permanente de la majeure partie de la population locale tout au long de l'année. On compte 411 logements au droit des 3 communes d'implantation du projet ; ce qui donne un taux d'occupation moyen des logements de 2,23 habitants/logement ; ce qui correspond exactement à la moyenne nationale (en termes du nombre d'occupants par résidence principale, statistiques 2015).

Tableau 2 : Distance des éoliennes par rapport à la zone d'habitat la plus proche

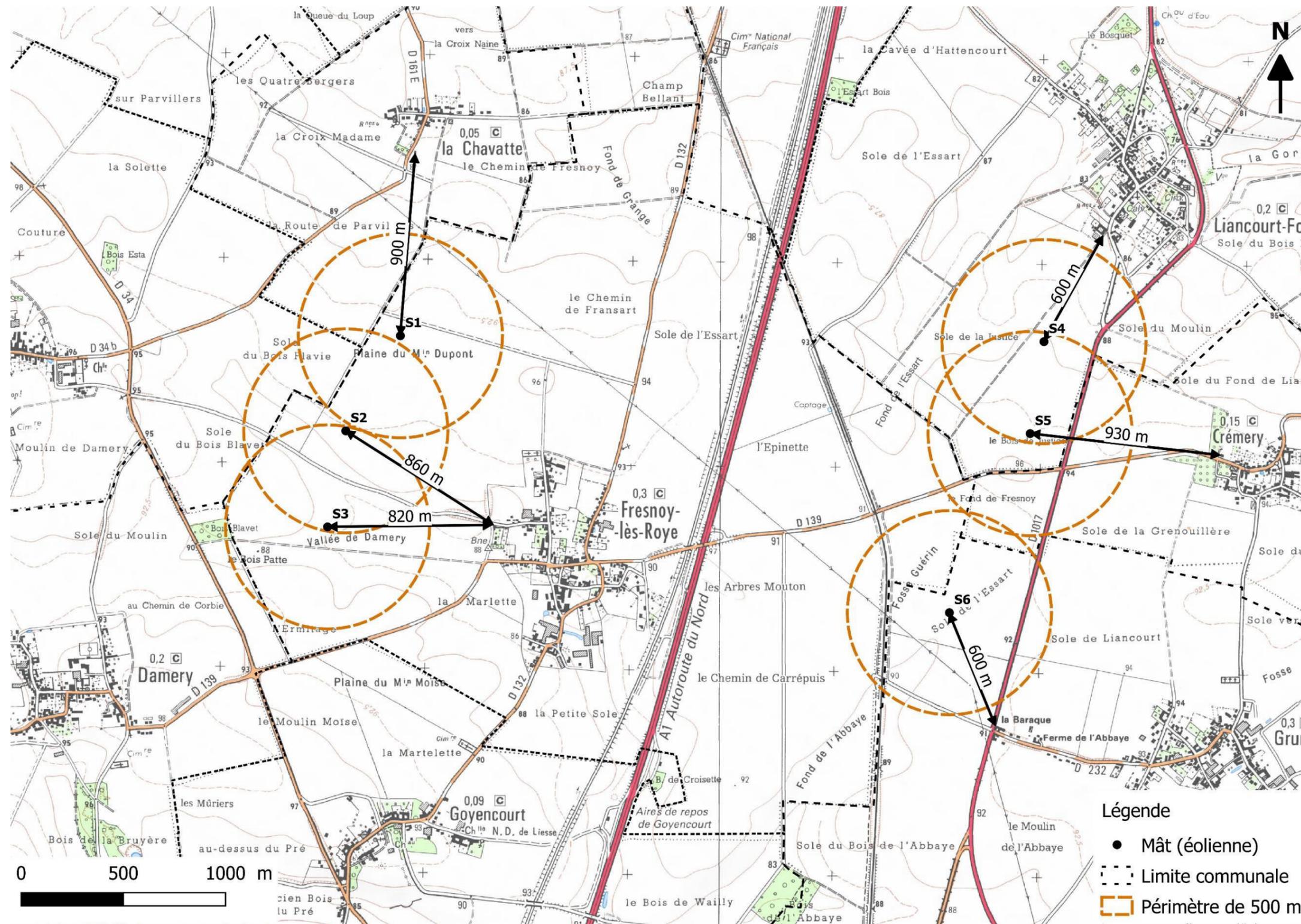
Éolienne projetée	Distance par rapport à la zone d'habitat la plus proche	Commune, lieu-dit
S1	900 m	La Chavatte, bourg
S2	860 m	Fresnoy-lès-Roye, bourg
S3	820 m	Fresnoy-lès-Roye, bourg
S4	600 m	Liancourt-Fosse, bourg
S5	930 m	Crémery, bourg
S6	600 m	Gruny, la Baraque

A la page suivante, est présentée la carte du projet et les distances des éoliennes vis-à-vis des habitations les plus proches.

L'essentiel de la présence humaine aux abords du site retenu pour le projet du parc éolien de Sucrierie est regroupé dans les bourgs des communes environnantes.

Toutes les habitations identifiées sont éloignées de plus de 500 mètres des zones d'implantation des éoliennes les plus proches. Les éoliennes les plus proches des lieux habités se trouvent à 600 mètres (S4 et S6).

Figure 3 : Situation du projet par rapport aux zones habitées les plus proches



Source : IGN, traitement SUEZ Consulting 2019

3.1.1 Établissements recevant du public

La plupart des bourgs ruraux du secteur accueille quelques **services de proximité** mais assez peu, voire pas de **commerces** notamment à Fresnoy-lès-Roye. Les commerces sont également localisés dans les bourgs structurant l'activité, situés hors de la zone du projet.

Les territoires des communes les plus proches du projet sont majoritairement constitués de surfaces agricoles

3.1.2 Installations classées pour, la protection de l'environnement et installations nucléaires de base

Une recherche a été effectuée dans la base de données Internet du site des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) pour les communes du projet et celles à proximité.

Aucune des communes de Fresnoy-lès-Roye, Gruny et Liancourt-Fosse n'est concernée par le risque industriel ni couverte par un Plan Particulier d'Intervention (PPI), relatif à un site industriel proche.

On notera cependant que par le passé, la commune de Liancourt-Fosse était dans le périmètre du PPI de l'usine Ajinomoto Foods Europe située à Mesnil-Saint-Nicaise, à environ 7 km au Nord-Est du bourg de Liancourt-Fosse. Ce périmètre, actualisé en 2015 ne compte plus Liancourt-Fosse en son sein.

On notera par ailleurs la présence de nombreux sites industriels, identifiés par le site de l'inspection des installations classées. Celles-ci sont données ci-contre.

Tous les sites recensés se situent à plus de 800 mètres des sites d'implantation des éoliennes, y compris le parc éolien du Bois Le Maire à Gruny (à 2,7 km Sud-Est de l'éolienne S6) et celui de Santerre II (la plus proche étant en bordure de Liancourt-Fosse au Nord-Est de S4, à 800 m environ).

Le tableau suivant dresse la liste des ICPE de la zone d'étude.

Tableau 3 : Inventaire des ICPE à proximité de la zone d'implantation du projet

Nom de l'établissement	Commune	Régime	Statut Seveso
EARL DELOBEL	DAMERY	Autorisation	Non Seveso
PARC EOLIEN FE ARGENTAN - INNOVENT	GOYENCOURT	Autorisation	Non Seveso
FERME EOLIENNE DU BOIS LEMAIRE	GRUNY	Autorisation	Non Seveso
PARC EOLIEN ENERTRAG SANTERRE II	LIANCOURT-FOSSE	Autorisation	Non Seveso
ARDAGH PRODUCTION ROYE	ROYE	Autorisation	Non Seveso
ARGAN	ROYE	Autorisation	Non Seveso
COISPLET DEBOFFLE SARL	ROYE	Autorisation	Non Seveso
DECEUNINCK SA	ROYE	Autorisation	Non Seveso
DOSSIN ex DARFEUILLE Logistics	ROYE	Enregistrement	Non Seveso
DOSSIN ex MAGENORD SA	ROYE	Enregistrement	Non Seveso
FSP SA	ROYE	Autorisation	Non Seveso
KUEHNE NAGEL Roye	ROYE	Autorisation	Non Seveso
NEOLOG ex SCCV Rue du Champ Macret NORD*	ROYE	Enregistrement	Non Seveso

Nom de l'établissement	Commune	Régime	Statut Seveso
NEOLOG ex SCCV Rue du Champ Macret OUEST	ROYE	Enregistrement	Non Seveso
ONDULYS	ROYE	Autorisation	Non Seveso
PARC EOLIEN BOIS GUILLAUME (ENERTRAG)	ROYE	Autorisation	Non Seveso
PARC EOLIEN DU CHEMIN BLANC (EUROWATT)	ROYE	Autorisation	Non Seveso
PARC EOLIEN Val de Grande (AKUO ENERGY)	ROYE	Autorisation	Non Seveso
SAINT LOUIS SUCRE SNC	ROYE	Autorisation	Non Seveso
SCI RPM (DOSSIN)*	ROYE	Autorisation	Non Seveso
SCICA ROYE DESHYDRATATION	ROYE	Autorisation	Non Seveso
PARC EOLIEN INNOVENT	VILLERS LES ROYE	Autorisation	Non Seveso
PARC EOLIEN STFRANCOIS-BORALEX (exINNOV)	VILLERS LES ROYE	Autorisation	Non Seveso
QUENTIN Thierry	VILLERS LES ROYE	Autorisation	Non Seveso

Source : <http://www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr> (avril 2019)

3.1.3 Autres activités

Les communes concernées par le projet sont des communes rurales consacrant l'essentiel de leur espace à l'agriculture. Notons que le site d'implantation du projet est actuellement voué à l'agriculture (parcelles agricoles cultivées).

Par ailleurs, il n'y a pas d'équipement touristique ni de sentier de randonnée sur la zone du projet proprement dite.

3.2 Environnement naturel

3.2.1 Contexte climatique

La zone d'étude est sous l'influence d'un régime climatique semi-océanique, caractérisé par des printemps assez secs et un maximum de précipitations en automne avec quelques averses orageuses en été.

3.2.1.1 Températures

La température moyenne annuelle est de 10,6 °C. Les moyennes mensuelles varient entre 3,5 °C en décembre et 18,3 °C en août. Le nombre de jours moyens dont la température minimale est inférieure à 0°C est de 51,3 jours/an.

L'amplitude statistique varie d'une température extrême basse de -17,5 °C (janvier 2009) à 39,1 °C (août 2003).

3.2.1.2 Précipitations

La hauteur moyenne annuelle de précipitations est de 636,3 mm/an. Les précipitations sont globalement bien réparties tout au long de l'année ; le mois le moins arrosé est février (43,5 mm) ; le plus arrosé est juillet (65,7 mm).

La quotidienne maximale de précipitations a été obtenue en juillet 2001 (100,8 mm en 24h).

Le nombre moyen de jours présentant une pluviométrie supérieure à 10 mm est de 14,4 jours/an.

3.2.1.3 Vents

La rose des vents et les données associées sont présentées ci-contre.

Les vents dominants, autant en termes de fréquence que d'intensité, sont ceux qui proviennent du Sud-Ouest (N180° à N240°) : ils représentent 31,8% des occurrences toutes intensités confondues.

Les vents forts, supérieurs à 8m/s, représentent 7,2% des occurrences.

Les mois d'hiver, de décembre à février, enregistrent les vents les plus forts. Le nombre moyen de jours avec rafales de plus de 16 m/s est de 52 jours/an.

3.2.1.4 Foudre

La densité d'arcs sur la commune de Fresnoy-lès-Roye, mesurée entre 2007 et 2016, est de 1,60 impacts/km²/an. Ce résultat est considéré comme un foudroiement modéré au regard de la moyenne nationale qui est 1,12 impacts/km²/an sur la même période de mesure.

Il existe donc un **risque modéré lié à la foudre** sur la zone du projet.

3.2.2 Risques naturels

3.2.2.1 Déclarations d'Etat de Catastrophe Naturelle

La morphologie de la zone d'implantation du projet a favorisé, lors d'évènements climatiques exceptionnels, l'apparition de désordres singuliers dont les conséquences ont nécessité la reconnaissance de catastrophes naturelles pour les communes de Fresnoy-lès-Roye, Liancourt-Fosse et Gruny. Elles sont listées dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Recensement des arrêtés de reconnaissance de l'Etat de Catastrophe Naturelle

Commune	Date de l'arrêté	Type d'évènement
Fresnoy-lès-Roye	29/12/1999	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain
	06/08/2001	Inondations et coulées de boue
Liancourt-Fosse	29/12/1999	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain
	15/11/2001	Inondations et coulées de boue
Gruny et les mouvements de terrains associés aux abords	29/12/1999	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain
	06/08/2001	Inondations et coulées de boue
	27/02/2002	Mouvements de terrain

Source : Géorisques

Concernant les inondations et les coulées de boue, les périmètres stricts d'implantation des éoliennes ne se trouvent pas en zone sensible : il s'agit de points hauts situés en plateaux, à distance des principaux talwegs.

3.2.2.2 Risques d'inondation et de remontée de nappe

Compte tenu de la position des éoliennes projetées en retrait des versants et des fonds des vallées, et de leur cote d'implantation de 89 à 95 m NGF, l'ensemble de la **zone du projet n'est pas soumise aux aléas d'inondation** par débordement de cours d'eau ou par ruissellement. On rappelle également qu'au droit des sites retenus pour l'implantation des éoliennes, **la nappe est enfouie en conditions de hautes eaux, entre 10 et 17 mètres de profondeur.**

3.2.2.3 Risques liés à l'érosion des terres

D'après l'INRA (GIS SOL – INRA – SoeS 2010), le secteur agricole auquel appartient Fresnoy-lès-Roye et les communes environnantes est soumis à un aléa d'érosion des sols « Fort ».

Toutefois la zone d'implantation est un plateau de très faible pente. S'il est possible que des figures d'érosion y soient constatées, la visite de terrain de juillet 2017 effectuée par la société SUEZ Consulting n'a pas relevé d'axes majeurs de ruissellement au droit de l'implantation de chaque éolienne.

De plus, la liste des communes concernées par des ruissellements d'eau et par des coulées de boue suite à des orages dans la Somme, présente dans le DDRM, ne comprend pas les communes d'implantation du parc de Sucrierie.

Le risque spécifique d'érosion au droit même des implantations d'éoliennes peut être qualifié de mineur.

3.2.2.4 Risques liés aux mouvements de terrain

La zone d'implantation du projet est concernée par la présence de quelques indices de mouvements de terrain. Les informations extraites sont synthétisées dans le tableau suivant et reportés à la figure suivante.

Ces indices sont localisés et épars ; ils ne révèlent pas de sensibilité géologique majeur à l'échelle de la zone d'implantation du projet.

L'étude de l'aléa relatif au retrait et au gonflement d'argile indique que les éoliennes projetées se situent au droit de la zone d'aléa faible. Ce critère n'implique pas de recommandations particulières dans le cas de la construction d'éoliennes.

Tableau 5 : Synthèse des informations relatives aux mouvements de terrain

Commune	Observations	Distance à l'éolienne la plus proche
Fresnoy-lès-Roye	23 effondrements	D=360 m (S1)
	Recensements anciens datant de 2002 et 2005	D>900 m (S2)
	Diamètre moyen : +/- 3.5 m	D>800 m (S3)
	Profondeur moyenne : +/- 1.5 m	D>700 m (S5)
Liancourt-Fosse	14 effondrements	D=340 m (S4)
	Recensements anciens datant de 2002 et 2005	D=420 m (S5)
	Diamètre moyen : +/- 3.5 m	
Gruny et les mouvements de terrains associés aux abords (La Chavatte et Cremery)	6 effondrements	D=200 m (S1)
	Recensements anciens datant de 2002 et 2005	D=470 m (S5)
	Diamètre moyen : +/- 4 m	D=330 m (S6)
	Profondeur moyenne : +/- 2 m	

Source : Géorisques

Tous les indices d'effondrements sont localisés à plus de 300 mètres des sites d'implantation des éoliennes, **ce qui exclut toute interférence physique directe.**

Un Plan de Prévention des Risques naturels liés aux mouvements de terrain sur l'arrondissement de Montdidier a été approuvé en juin 2008. Il concerne 43 communes dont les trois communes d'implantation du parc éolien de la Sucrierie : Fresnoy-lès-Roye, Liancourt-Fosse et Gruny.

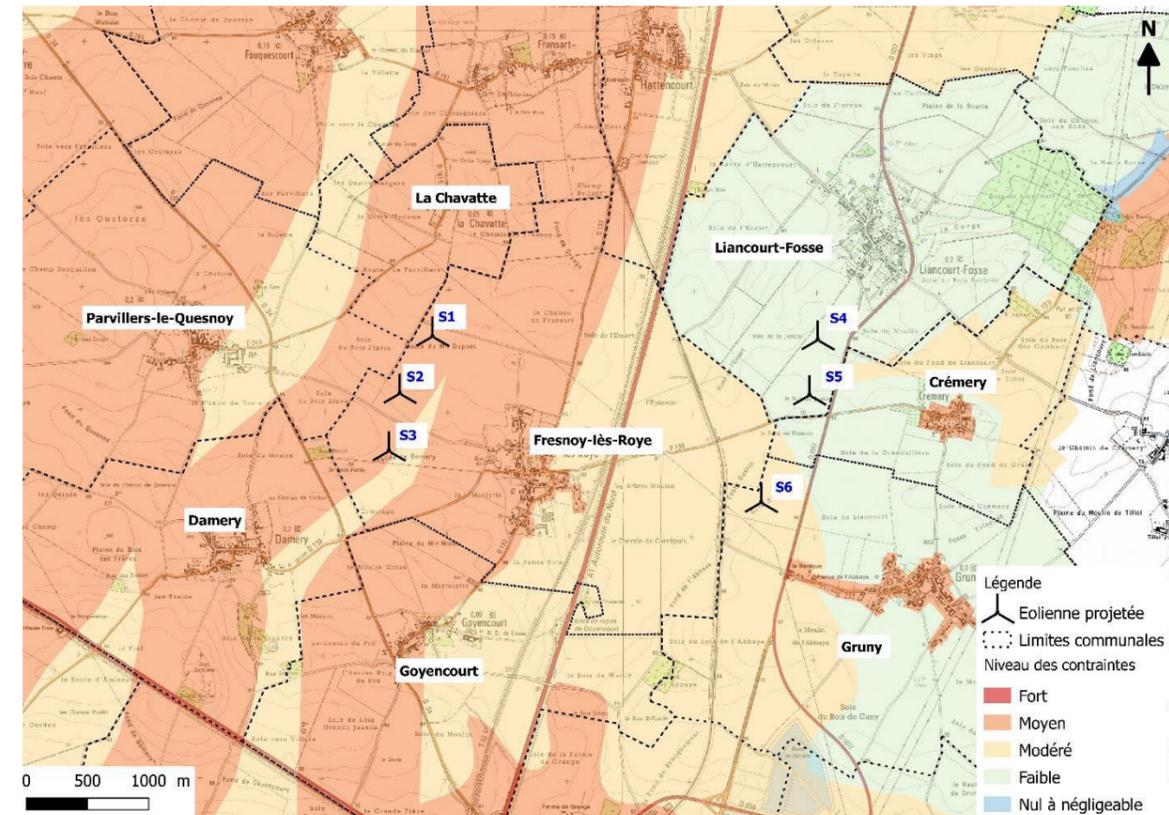
D'après le zonage réglementaire du PPRn, les éoliennes du parc de la Sucrierie sont situées :

- En zone de contraintes moyennes pour S1, S2 et S3 ;
- En zone de contraintes modérées pour S6 ;
- En zone de contraintes faibles pour S4 et S5.

3.2.2.5 Aléas sismiques

La géologie structurale du secteur d'étude ne présente pas de contrainte particulière pour le projet éolien. La zone d'étude est classée en zone 1 définie comme une « **zone de sismicité très faible** » pour laquelle aucune règle parasismique particulière ne s'applique.

Figure 4 : Niveaux de contraintes observés au droit et à proximité des éoliennes projetées issue du PPRn de Montdidier



Source : IGN, DDTM 80, traitement SUEZ Consulting, 2019

3.2.3 Environnement matériel

3.2.3.1 Transport routier

La zone d'implantation du projet se trouve à proximité voire englobe en partie des **axes routiers d'envergure nationale et régionale**. Il s'agit des axes suivants, situés dans un rayon de 5 km autour de la zone du projet :

- l'Autoroute A1 (Paris – Lille), qui traverse du Nord au Sud la zone d'implantation du projet et qui est située à environ 1,9 km à l'Est de l'éolienne S2 dont le TMJA de 2016 était de +/- 55 000 veh./j. à hauteur de Montdidier, dont environ un quart de poids lourds ;
- la RD 1017 (Cuvilly - Péronne) traverse l'Est de la zone d'implantation du projet. Elle est située à 200 mètres à l'Est de l'éolienne la plus orientale, S5. En 2017, au niveau de Liancourt-Fosse, le TJMA était de 4 372 véh./j. dont 21 % de poids lourds.
- la RD934 (Amiens – Roye) à environ 2,5 km au Sud des éoliennes S3 et S6. Au niveau de Le Quesnel, le TMJA en 2017 était de 12 059 véh./j. dont 12 % de poids-lourds.
- la RD 930 (Gournay-en-Bray – St-Quentin) à 3km Sud-Ouest de l'éolienne S6, dont le TMJA en 2017 était de 4 267 véh./j. au niveau de Herly, dont 11 % de poids lourds.

Ces axes majeurs supportant un trafic journalier de plus de 4 000 véh./j. composé pour environ 15 % de poids-lourds, drainent une grande partie des flux régionaux.

Plus localement, un réseau de voies départementales secondaires permet de relier les principales villes entre elles :

- la RD132 entre Goyencourt et Hattencourt, traversant la zone du projet puisqu'elle longe l'autoroute A1 à 500 m à l'Ouest de celle-ci. Le TMJA de 2017 y était de 734 véh./j. dont 9 % de poids-lourds ;
- la RD34 entre Roye et Vrély, à environ 500 m à l'Ouest de l'éolienne la plus occidentale S3. Le TMJA de 2017 y était de 1720 véh./j. dont 8 % de poids-lourds.

Enfin, la desserte locale est assurée par un réseau dense de voies départementales et communales qui relient les bourgs ruraux entre eux ; les plus proches de la zone du projet sont :

- La voie communale reliant Fresnoy-lès-Roye à Parvillers-le-Quesnoy, passe entre les éoliennes S2 et S3 ;
- La RD 139 dont le tronçon reliant Fresnoy-lès-Roye à Crémery traverse la partie Est du projet, séparant S4 et S5 au Nord de S6 au Sud.

Ce réseau de voies de desserte présente un trafic relativement modeste, en général inférieur à 2 000 véh./j.

On notera également que les plaines agricoles du secteur sont traversées de chemins d'exploitation agricole qui permettent d'accéder aux parcelles les plus isolées. Ce maillage est dense et les chemins sont la plupart du temps en très bon état.

4 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

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.

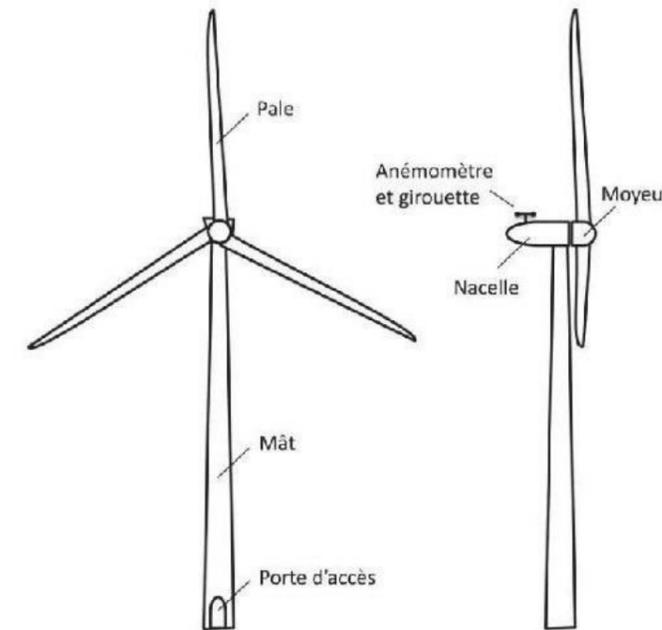
Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

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 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 surmontés 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 5 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

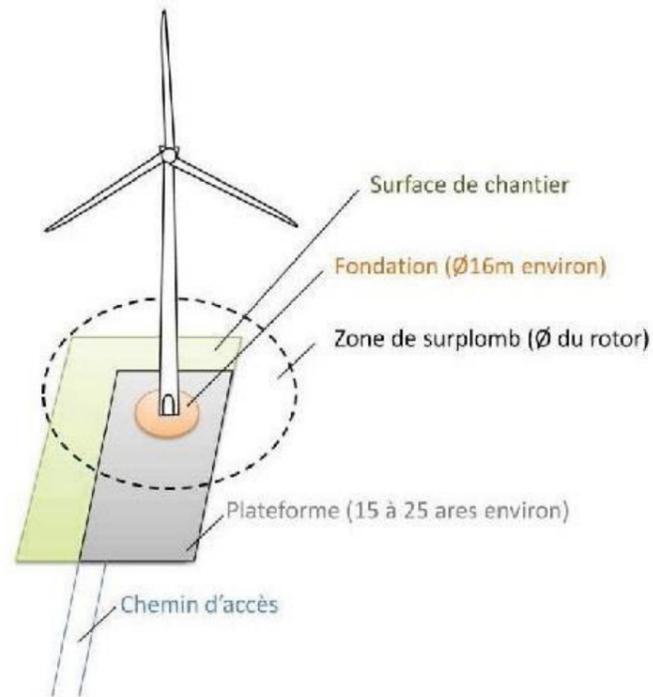


Emprise au sol

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

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

Figure 6 : Schéma d'illustration des emprises au sol d'une éolienne



Note : Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale. Le projet de Sucrierie aura des éoliennes VESTAS V150 d'une hauteur totale de 200 m (en bout de pale).

Chemins d'accès

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

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

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

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

4.1.2 Activité de l'installation

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

4.1.3 Composition de l'installation

Le parc éolien de Sucrierie sera composé de 6 aérogénérateurs, en retrait des zones habitées et des voiries. Aucun poste de livraison n'est prévu dans ce dossier de demande d'autorisation environnementale. En effet, ENERTRAG reste dans l'attente des possibilités techniques de raccordement du projet de Sucrierie :

- Les postes sources à proximité sont ceux de Pertain, Hangest en Santerre et Roye. Le schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables des Hauts de France prévoit des travaux et infrastructures qui sans certitude que des disponibilités subsisteront à l'heure de l'autorisation du projet éolien.
- Les postes privés.

Des projets de postes privés sont en développement sur les secteurs de développement éolien. ENERTRAG n'exclut pas cette option de raccordement au réseau. Dans ce cadre, aucun poste de livraison n'est nécessaire au sein du parc éolien.

Les éoliennes projetées sont localisées sur les communes de Fresnoy-lès-Roye (3 éoliennes), Gruny (1 éolienne) et de Liancourt-Fosse (2 éoliennes).

Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 125 mètres (soit une hauteur maximale de mât de 125 mètres au sens de la réglementation ICPE) et un diamètre de rotor de 150 mètres maximum, pour une hauteur totale en bout de pale maximale de 200 mètres.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs.

Tableau 6 : Coordonnées des éoliennes du parc de Sucrierie

N°	Lambert 93		Lambert Zone II étendue		WGS84 (d°mm'.s'')		Altitude (Base)	Altitude (Sommet)
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	Longitude	Latitude	m NGF	m NGF
S1	683041.029	6960978.560	630909.440	2527952.480	002°45'53.4" E	49°44'51.2" N	94.4	294.4
S2	682772.572	6960512.766	630644.764	2527484.180	002°45'40.1" E	49°44'36.1" N	92.2	292.2
S3	682683.198	6960042.264	630559.305	2527012.677	002°45'35.7" E	49°44'20.9" N	89.1	289.1
S4	686192.084	6960949.694	634062.399	2527950.144	002°48'30.7" E	49°44'50.5" N	90.1	290.1
S5	686124.231	6960499.223	633998.305	2527498.864	002°48'27.4" E	49°44'35.9" N	95.2	295.2
S6	685728.786	6959622.147	633610.041	2526617.993	002°48'07.8" E	49°44'07.5" N	91.3	291.3

Source : ENERTRAG, 2019

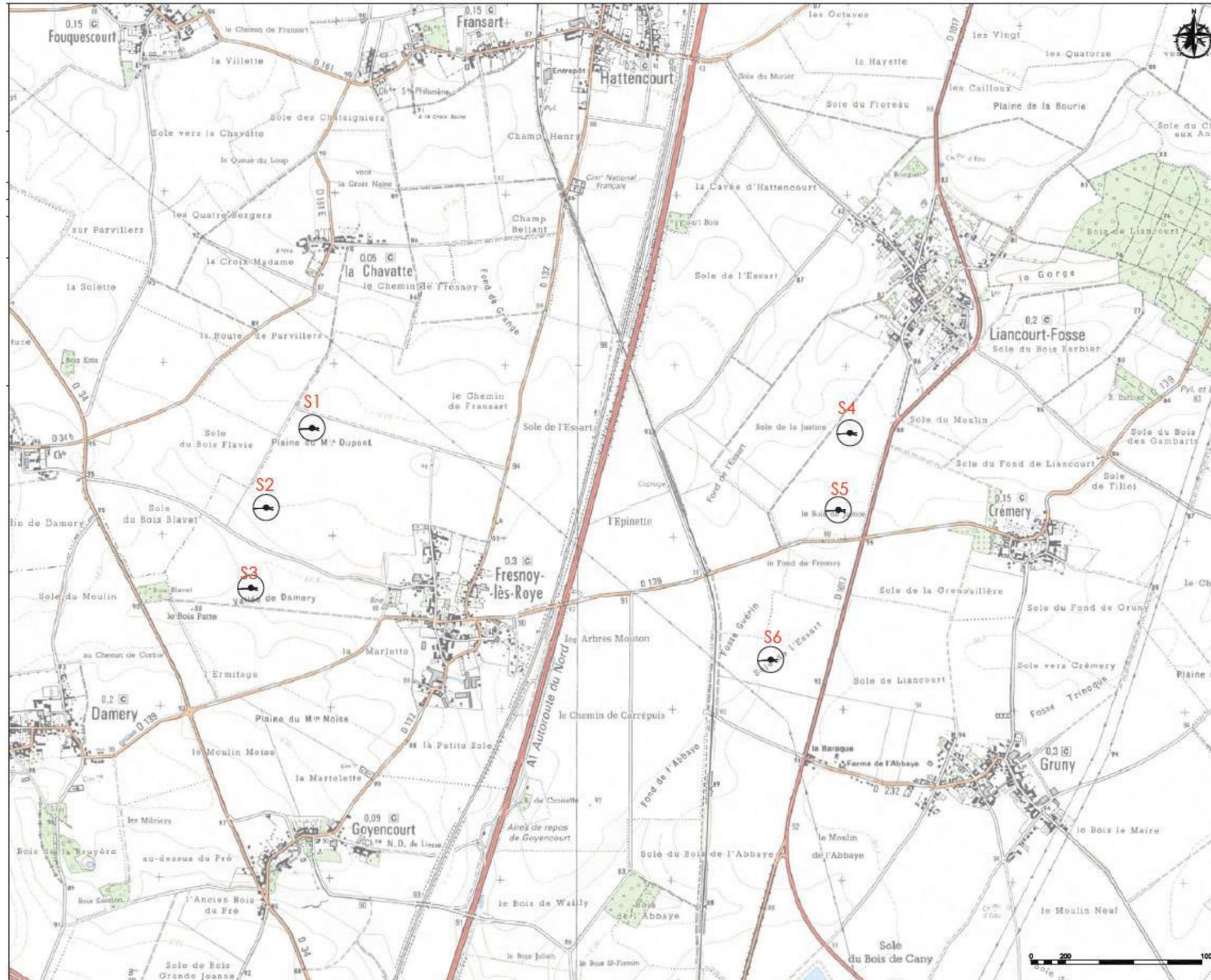
Les caractéristiques du parc de Sucrierie sont données dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Fiche technique du projet de Sucrierie

Programme arrêté pour le parc éolien de Sucrierie	<p>Implantation de 6 éoliennes en plaine agricole entre les bourgs de Fresnoy-lès-Roye, Liancourt-Fosse et Gruny</p> <p>Implantation sur des parcelles agricoles privées</p> <p>Constructeur : VESTAS</p> <p>Type de machine : modèle V150 4,0 MW</p> <p>Hauteur du mât : 123 m (125 avec moyeu) / hauteur totale : 200 m</p> <p>Diamètre du mât : 4,6 m à la base</p> <p>Diamètre du rotor : 150 m</p> <p>Éoliennes certifiées par un organisme indépendant</p>
Caractéristiques quantitatives	<p>Puissance unitaire d'une éolienne : 4,0 MW</p> <p>Puissance du parc : 24,0 MW</p> <p>Production brute annuelle : 104 759 MWh</p> <p>Production AEP : 97 496 MWh</p> <p>Production nette : 91 752 MWh</p> <p>Production nette par éolienne : 15 292 MWh</p> <p>Heures pleines de production : 3 823 h</p> <p>Facteur de charge : 43,64%</p>
Plateformes des éoliennes	<p>Une plateforme de montage permanente par éolienne d'une surface unitaire d'environ 1 650 m² à demeure</p> <p>Deux plateformes de stockage temporaire des éléments d'assemblage d'environ 680 m²</p> <p>Plateformes à demeure et chemins d'accès conservés en phase exploitation (permettant le changement éventuel d'éléments d'éoliennes)</p>
Postes de livraison – câblage	<p>Pas de poste de livraison prévu</p> <p>Les câbles de liaisons inter-éoliennes, éoliennes – source seront enterrés</p>
Chantier	<p>Chantier d'une durée estimée à 12 mois (jusqu'à la mise en service)</p> <p>Type de fondations : Béton armé et forme circulaire</p> <p>Diamètres de fondation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Partie basse : 27 m ○ Partie émergente : 6,6 m <p>Profondeur de la fouille : Environ 3 à 3,50 m</p>
Exploitation du parc	<p>Installations exploitées par du personnel ENERTRAG qui contrôlera les engagements contractuels (disponibilité des machines et maintenance)</p> <p>Fonctionnement optimal des éoliennes grâce aux automates en place dans chacune d'elles mais aussi au CCE (supervision 7j/7 H24)</p> <p>Opérations d'entretien et de maintenance assurées par une société sous-traitante habilitée et optimisées par les conducteurs et exploitants (la télésurveillance n'est présente que dans les postes, sur les machines, il s'agit de supervision)</p> <p>Vérification générale périodique des installations par un bureau de contrôle certifié pendant toute la phase d'exploitation</p>

La figure suivante présente l'emplacement des éoliennes prévues.

Figure 7 : Plan général du parc éolien en phase d'exploitation



Source : ENERTRAG, 2019

4.2 Fonctionnement de l'installation

4.2.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

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

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

Les caractéristiques techniques développées ci-après sont représentatives des modèles d'éoliennes répondant aux exigences du cahier des charges de la société ENERTRAG SANTERRE V SCS.

4.2.1.1 Les fondations

Pour assurer un ancrage solide aux éoliennes, les sites d'implantation feront l'objet d'une excavation afin de pouvoir y couler un socle de fondation en béton. Le type et le dimensionnement exacts des fondations sont déterminés suite aux résultats de l'expertise géotechnique.

Dans le cas du projet les fondations auront les caractéristiques suivantes.

Le massif de fondation est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2.

Une fois la fouille réalisée, le sol est homogénéisé par une fine couche de GNT (0,10 m) qui sera compactée pour obtenir une résistance minimale de 80 Mpa.

Puis, un béton de propreté d'environ 0,10 m d'épaisseur est coulé dans le fond de la fouille. Il permettra d'obtenir un sol propre mais surtout parfaitement plan.

Le béton est naturellement résistant aux efforts de compression. En revanche, pour les efforts de cisaillement, le ferrailage lui permettra de répartir les contraintes infligées par une éolienne se dressant 200 m au-dessus de lui.

Vient alors la phase de coulage de la semelle, qui nécessite environ 350 m³ de béton pour créer une semelle de 27 m de diamètre pour une hauteur de 3 à 3,50 m. Celui-ci doit être vibré en permanence, afin d'éviter la formation de petites bulles d'air ou de ségrégation au sein même de la fondation.

La couronne, qui constitue la première partie du mât de l'éolienne, est également ferrillée puis coulée. Des aciers de la semelle laissés en attente permettront aux deux éléments (semelle et couronne) d'être liés ensemble.

Cette structure répond aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes :

- Le type d'éolienne ;
- La nature des sols ;
- Les conditions météorologiques extrêmes ;
- Les conditions de fatigue.

4.2.1.2 Le mât

Le mât des éoliennes (également appelée tour) est constitué de plusieurs sections tubulaires métalliques (en acier), de plusieurs dizaines de millimètres d'épaisseur et de forme tronconique, assemblées entre elles par brides. Fixée par une bride à l'insert disposé dans le massif de fondation, le mât est autoportant.

La hauteur du mât, ainsi que ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, les classes des vents la topologie du site et la puissance.

Le mât a avant tout une fonction de support de la nacelle mais il permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite :

- Une échelle d'accès à la nacelle ;
- Un élévateur de personnes ;
- Une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas) ;
- Les cellules de protection électriques.

Les éoliennes du projet de Sucrierie auront une hauteur de mât de 123 m (125 m au moyeu). Elles seront constituées de 5 sections tronconiques. Le diamètre au sol est d'environ 4,60 mètres.

Tableau 8 : Caractéristiques du mât

Description	Matériau	Hauteur	Diamètre section basse (DA)	Diamètre section haute (DB)	Poids
Tour	Acier	123 m	4,6 m	3,258 m	340 tonnes

Source : ENERTRAG, 2019

4.2.1.3 La nacelle

L'enveloppe de la nacelle est composée de fibre de verre. Le châssis de la nacelle est lui composé d'une structure métallique qui sert de support aux différents éléments principaux de la nacelle : arbre de transmission, génératrice, multiplicateur, transformateur, armoires de commandes. La trappe dans le plancher permet de hisser via le palan l'outillage nécessaire à la maintenance et l'évacuation du personnel. Une trappe vitrée d'accès au toit de la nacelle permet la maintenance des feux anticollision, des girouettes, des anémomètres, du parafoudre et du système de refroidissement.

Le toit est équipé de capteurs de vent. Le châssis de la nacelle est composé de deux parties : une partie avant en fonte et une structure en treillis à l'arrière. La partie avant de la nacelle sert de base au groupe motopropulseur en transmettant les forces dynamiques du rotor à l'arbre moteur. La partie arrière comporte les panneaux de commandes, la génératrice et le transformateur.

Tableau 9 : Caractéristiques des pales de l'éolienne

	Longueur	Largeur	Hauteur	Poids total
V150* – 4,0 MW	12,8 m	8,4 m	4 m	73,4 tonnes

Source : ENERTRAG, 2019

* : caractéristiques de la nacelle en prenant en compte le refroidisseur

4.2.1.4 Le rotor et les pales

Les éoliennes V150 4,0 MW sont équipées d'un rotor composé de trois pales et du moyeu. Les caractéristiques générales des pales sont les suivantes :

Tableau 10 : Caractéristiques des pales de l'éolienne

V150 – 4,0 MW	
Diamètre du rotor	150 m
Surface balayée par le rotor	17 671 m ²
Longueur d'une pale	73,65 m
Demi-rotor	75 m
Largeur maximale	4,238 m
Largeur de la pale à la base	2,595 m
Poids d'une pale	16,4 tonnes
Matériau des pales	Fibre de verre renforcée avec époxy et fibre de carbone

Source : ENERTRAG, 2019

Les pales sont relativement légères grâce à l'utilisation d'une gamme de nouveaux matériaux. Par exemple la fibre de carbone – un matériau résistant, rigide et très léger a été utilisée en remplacement de la fibre de verre pour l'élaboration de la structure supportant la charge des pales. Grâce à la résistance de cette fibre, il est devenu possible de réduire la quantité de matériau employée pour la réalisation des pales et donc de diminuer appréciablement le poids total ainsi que les charges.

De plus, les profils aérodynamiques des pales font partie d'une nouvelle génération permettant d'augmenter la production d'énergie, de réduire l'impact de la rugosité sur le bord d'attaque de la pale, et de maintenir une bonne continuité géométrique entre un profil aérodynamique et le suivant. La géométrie de ces nouvelles pales a été définie en optimisant la relation entre l'impact général de la charge sur l'éolienne et sa production annuelle d'énergie. Le profil aérodynamique a été développé en collaboration avec le Laboratoire National de Risø, au Danemark. La conception innovante de la pale améliore la performance de l'éolienne et permet d'augmenter son rendement, tout en réduisant les charges transférées à la machine.

4.2.1.5 Le transformateur

Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante).

Le générateur, de type asynchrone, convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Il délivre deux niveaux de tension différents (690 V et 480 V en courant alternatif) qui sont dirigés vers le transformateur élévateur de tension.

Un dispositif de contrôle permet de réguler le fonctionnement du générateur (contrôle de la puissance injectée dans le générateur et de celle injectée dans le réseau en fonction des régimes de marche, basculement régime étoile-triangle, contrôle de la qualité du courant produit...). Le refroidissement du générateur est effectué par un système de circulation forcée d'air.

En sortie de générateur, les deux niveaux de tension (480 et 690 V) sont élevés jusqu'à 20 000 V par un transformateur sec. Le courant de sortie est régulé par des dispositifs électroniques de façon à pouvoir être compatible avec le réseau public.

Le transformateur est situé dans une pièce séparée et verrouillée dans la nacelle avec les parafoudres montés sur le côté haute tension du transformateur. Le transformateur constitue l'élément électrique qui va élever la tension issue du générateur pour permettre le raccordement au réseau de distribution. Dans le cas des éoliennes VESTAS V150 – 4,0 MW, il s'agit d'un transformateur triphasé de type sec.

Un câble relie ensuite la nacelle et les cellules de protection du réseau, disposées dans une armoire en partie basse du mât. Il s'agit de cellules à isolation gazeuse qui permettent une séparation électrique de l'éolienne par rapport aux autres machines du champ éolien en cas d'anomalie (court-circuit, surtension, défaut d'isolement...).

Tableau 11 : Caractéristiques du transformateur

V150 – 4,0 MW	
Type	Transformateur triphasé de type sec
Tension primaire	19,1-36 kV
Puissance apparente	4 700 kVA
Tension secondaire	3 x 720 kV
Pertes de charge (à puissance nominale, 120°C)	29 kV
Fréquence	50 Hz

Source ENERTRAG, 2019

4.2.2 Sécurité de l'installation

Les éoliennes sont équipées de dispositifs de sécurité afin de détecter tout début de dysfonctionnement et de limiter les risques liés à ceux-ci.

Ci-dessous sont présentés succinctement les dispositifs de sécurité et de surveillance à mettre en place, ceux-ci étant repris plus en détail au chapitre 9.

- Arrêt d'urgence ;
- Dispositif de freinage (frein aérodynamique principal et frein mécanique auxiliaire) ;
- Protection de survitesse ;
- Protection contre la foudre ;
- Mise à la terre ;
- Surveillance des dysfonctionnements électriques ;
- Balisage aéronautique ;
- Détecteur de formation de glace ;
- Surveillance des vibrations et turbulences ;
- Surveillance des échauffements et températures ;
- Surveillance de pression et de niveau (+ système passif de rétention dans la nacelle) ;
- Détection incendie ;
- Détection anti-intrusion ;
- Extincteurs ;
- Surveillance d'autres paramètres, inspections, opérations de maintenance.

4.2.3 Exploitation du parc

La maintenance des éoliennes sera effectuée par les équipes locales du fournisseur de machines via un contrat de maintenance avec le Maître d'Ouvrage. La maintenance pratiquée est de deux types :

- La maintenance préventive, qui correspond aux opérations d'entretien et de remplacement de pièces d'usures, préétablies par le fabricant ;

- La maintenance curative qui concerne des interventions en cas d'incident.

Les modalités d'exploitation appliquées par ENERTRAG sont détaillées au chapitre 9.2 page 44.

4.2.4 Stockage de produits dangereux et flux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun produit dangereux ne sera stocké dans les éoliennes du parc de Sucrierie.

Il est à noter que les produits présents en phase d'exploitation (huile hydraulique, huile de lubrification des transformateurs, graisses, eau glycolée, hexafluorure de soufre) ne sont pas considérés comme du stockage dans la mesure où ils sont intégrés à la machine et sont nécessaires à son bon fonctionnement. La synthèse des produits présents dans les installations est donnée dans le Tableau 14.

Aucun produit n'est stocké dans les machines :

- Ni les produits d'entretien / de nettoyage de tout ou partie de la machine elle-même ou des outils nécessaires à la maintenance ;
- Ni les produits employés pour les maintenances ;
- Ni les déchets issus de la maintenance (même dans le cas où une maintenance dure plusieurs jours).

Quelle que soit la situation, l'ensemble des produits employés pour la maintenance ainsi que les éventuels déchets dangereux générés par le travail effectué sont remontés par les équipes intervenantes et ne sont jamais laissés en machine.

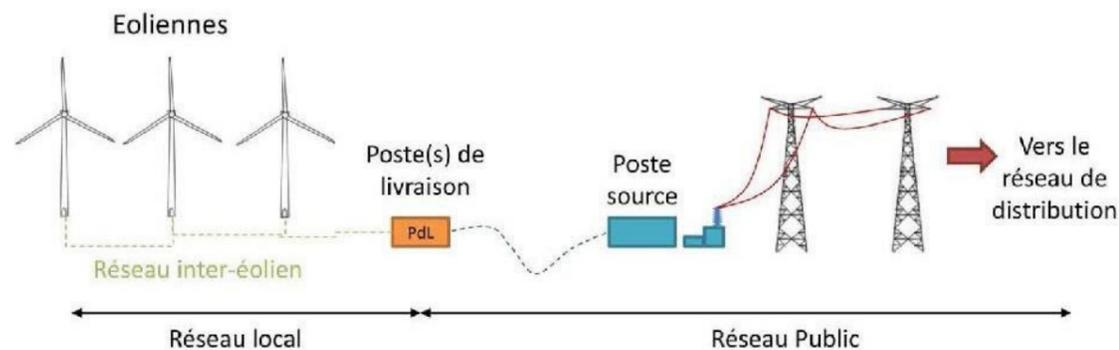
Les substances ou produits chimiques mis en œuvre dans l'installation sont limités.

4.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

4.3.1 Raccordement électrique

La figure suivante illustre le principe du raccordement électrique d'un parc éolien.

Figure 8 : Principe du raccordement électrique des installations



4.3.2 Postes de livraison électrique

Le poste de livraison électrique matérialise le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public d'électricité.

Un poste de livraison électrique est composé de 2 ensembles :

- Une partie « électrique de puissance » où l'électricité produite par l'ensemble des éoliennes est livrée au réseau public d'électricité avec les qualités attendues (Tension, Fréquence, Phase) et où des dispositifs de sécurité du réseau permettent à son gestionnaire (ERDF ou RTE) de déconnecter instantanément le parc en cas d'instabilité du réseau ;

- Une partie « supervision » où l'ensemble des paramètres de contrôle des éoliennes sont collectés dans une base de données, elle-même consultable par l'exploitant du parc.

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).

Concernant le parc éolien de Sucrierie, aucun poste de livraison n'est prévu dans ce dossier de demande d'autorisation environnementale (cf. paragraphe 4.3.4).

4.3.3 Réseau inter-éoliennes

Le réseau électrique inter-éolien (ou réseau électrique interne) permet d'acheminer l'électricité produite en sortie d'éolienne vers le poste de livraison électrique en 20 000 V.

Ce réseau sera constitué d'un jeu de câbles triphasés HTA en aluminium isolés par des gaines. Il comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. La télégestion du parc éolien sera ainsi assurée par le biais des fibres optiques.

Le réseau est constitué de 3 câbles normalisés (un par phase) d'une tension de 20 000 Volts.

Tableau 12 : Détail technique des conducteurs souterrains

Type de câble	HTA : NFC 33226
Nature de l'âme des conducteurs	Aluminium
Nombre, disposition et section des conducteurs	3 x 300 mm ² 3 x 240 mm ² 3 x 95 mm ²
Nature des couches isolantes	Isolant Polyéthylène réticulé et Gaine Polyéthylène
Caractéristiques du câble	Caractéristiques NA2XS2Y
Profondeur de pose du câble	
Sous parcelle privées	1,10 m
Sous accotements chemin	1,10 m
Tranchées	Tranchées de 20 à 30 cm
Protection	Grillage avertisseur rouge à 30 cm au-dessus des câbles
Caniveau pour câble unipolaire	Néant

Les tranchées réservées au câblage seront créées le long des voies d'accès et sur les parcelles cultivées. Tous les câbles liés à la communication et au système de surveillance emprunteront ces tranchées. Celles-ci seront recouvertes des matériaux préalablement enlevés pour les créer.

Le réseau interne est réalisé :

- entre S1 et S2 au droit de parcelles agricoles privées ;
- entre S2 et S3 au droit de parcelles agricoles puis sous l'accotement du chemin rural existant jusqu'au poste de livraison
- entre S4 et S5 au droit de deux parcelles agricoles privées et son accotement du chemin rural existant à renforcer dans le cadre du projet ;
- entre S5 et la RD139 au droit de parcelles agricoles privées puis en accotement du RD139 jusqu'au poste de livraison

- entre S6 et le RD139 au droit de parcelles agricoles privées, en accotement d'un chemin rural existant, puis en accotement du RD139 jusqu'au poste de livraison.

L'emplacement des réseaux électriques internes est reporté sur les plans réglementaires figurant au Sous-Dossier n°7.

Les parcelles cadastrales traversées par le réseau interne seront les suivantes.

Tableau 13 : Parcelles cadastrales concernées par le réseau électrique interne

	Parcelles
Commune de Fresnoy-lès-Roy	ZI18, ZH4, ZH5, ZH6
Commune de Laincourt-Foose	ZC3, ZH16
Commune de Gruny	ZD4

4.3.4 Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie le poste de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Il est lui aussi entièrement enterré.

Le réseau externe est réalisé sous maîtrise d'ouvrage du gestionnaire de réseau de transport d'électricité.

La définition du poste, du mode et du tracé du raccordement au réseau public, ainsi que sa réalisation même, sont de la compétence du gestionnaire dudit réseau (généralement ENEDIS). L'installation sera raccordée à un poste source.

Aucun poste de livraison n'est prévu dans ce dossier de demande d'autorisation environnementale. En effet, ENERTRAG reste dans l'attente des possibilités techniques de raccordement du projet de Sucrierie :

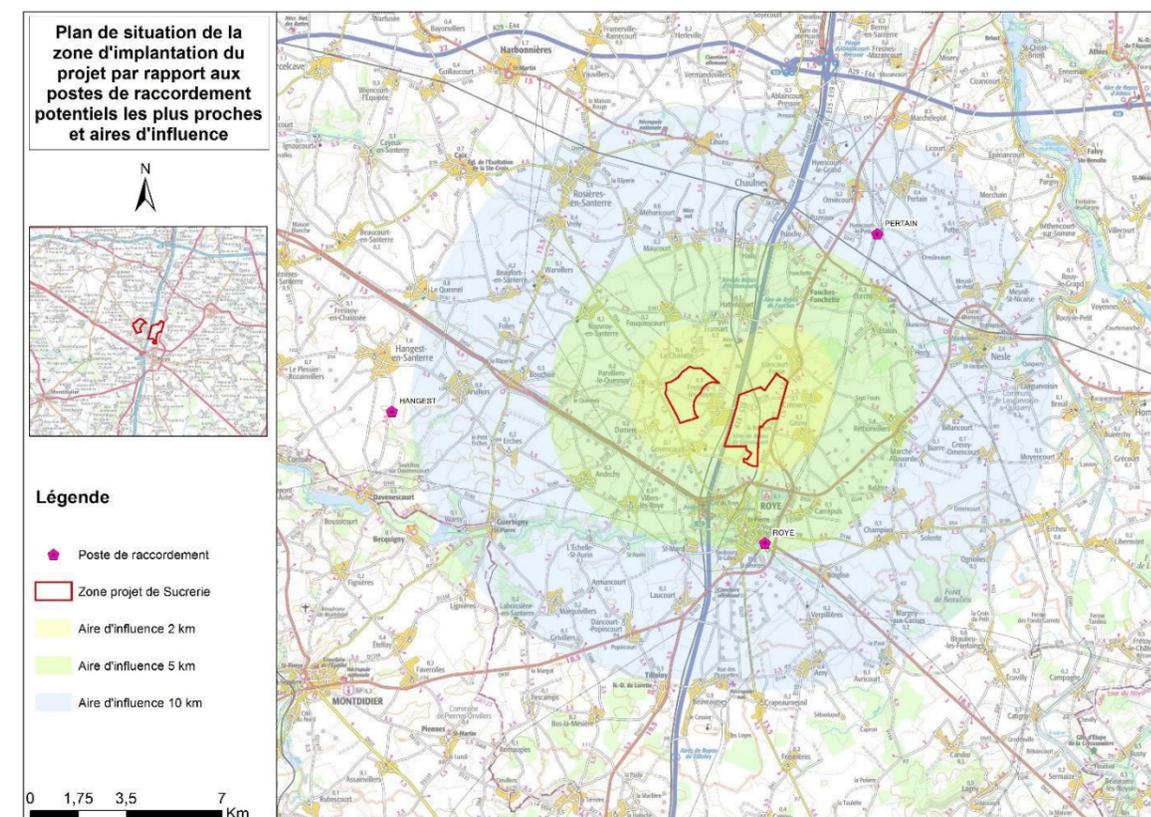
- Les postes sources à proximité sont ceux de Pertain, Hangest en Santerre et Roye. Ils sont reportés sur la figure suivante. Le schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables des Hauts de France prévoit des travaux et infrastructures qui sans certitude que des disponibilités subsisteront à l'heure de l'autorisation du projet éolien. La carte suivante précise la situation de ces postes sources aux abords du site du projet.
- Les postes privés.

Des projets de postes privés sont en développement sur les secteurs de développement éolien. ENERTRAG n'exclut pas cette option de raccordement au réseau. Dans ce cadre, aucun poste de livraison n'est nécessaire au sein du parc éolien.

Règles de définition des conditions de raccordement.

Les conditions de raccordement aux réseaux publics de transport et de distribution d'électricité sont fixées par la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) d'après l'article L. 134-1 du Code de l'énergie, modifié par l'article 13 de la loi n°2017-1839 du 30 décembre 2017.

Figure 9 : Situation des postes sources les plus proches



Source : ENERTRAG, 2019

4.3.5 Autres réseaux

Les zones retenues pour l'implantation des éoliennes proprement-dites du parc de Sucrierie ne comportent aucun réseau d'alimentation en eau potable (AEP) ni aucun réseau d'assainissement.

5 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS

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 projet de parc éolien de Sucrierie sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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

5.1.1 Les produits entrants

Les seuls produits présents en phase d'exploitation sont recensés dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Potentiels de dangers liés aux produits

Produit présent sur le site	Propriété physique	Catégorie de risque	Toxicité	Potentiels de dangers
Huiles	Huiles pour graissage nécessaire au fonctionnement des multiplicateurs : lubrifiants de synthèse avec additifs. Liquide de couleur ambre Densité = 0,86 Point d'ébullition > 316°C Point éclair = 205°C Tension de vapeur < 0,013 kPa à 20°C	-	Ce produit n'est pas classé dangereux au sens des directives 1999/45/CE ou 67/548/CEE. Toutefois, une exposition excessive peut conduire à une irritation des voies respiratoires, des yeux ou de la peau.	Produits liquides non inflammables. Produits combustibles qui sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense peuvent développer et entretenir un incendie. En cas de déversement, peut générer un risque de pollution des sols ou des eaux.

Produit présent sur le site	Propriété physique	Catégorie de risque	Toxicité	Potentiels de dangers
Graisses	Graisses servant à la lubrification des différents engrenages : graisses synthétiques multiservice avec lubrifiants et additifs. Densité = entre 0,8 et 0,9 Viscosité à 40°C = 460 mm ² /s Viscosité à 100°C = 42 mm ² /s	-	Ce produit n'est pas classé dangereux au sens des directives 1999/45/CE ou 67/548/CEE.	Les graisses sont des produits non inflammables. Néanmoins, ce sont des produits combustibles qui sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense peuvent développer et entretenir un incendie. En cas de déversement, peut générer un risque de pollution des sols ou des eaux.
Eau glycolée	Mélange d'eau et d'éthylène glycol utilisé comme liquide de refroidissement. Liquide visqueux incolore, sans odeur, avec un goût sucré. Point d'ébullition = 198°C Point éclair = 111°C Pression de vapeur saturante = 7 Pa	Xn = nocif R22 : nocif en cas d'ingestion	Nocif en cas d'ingestion	Peu inflammable à l'état liquide. L'éthylène glycol peut se montrer explosif à l'état gazeux.
Hexafluorure de soufre SF6	Le SF6 est un gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique. Gaz incolore, inodore, plus lourd que l'air et pratiquement insoluble dans l'eau. D = 5,11 Tension de vapeur = 2308 kPa à 21°C	-	Vis à vis de l'environnement, le SF6 possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important. Risque d'asphyxie à haute concentration	Produit ininflammable et inexplosible.

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

5.1.2 Les produits sortants

Les produits sortants correspondent à l'ensemble des produits utilisés et évacués lors des opérations de maintenance sur l'éolienne. Par conséquent, ce sont les mêmes produits que les produits entrants, mais sous formes d'excédents ou de déchets (huiles usagées...).

De ce fait, les potentiels de dangers liés aux produits sortants sont les mêmes que ceux des produits entrants, notamment le caractère combustible des huiles et graisses contenues dans l'éolienne, qui peuvent être impliqués dans les incendies d'éoliennes.

En remarque, pour quelque opération de maintenance que ce soit :

- Les excédents sont systématiquement remportés par les équipes en fin de journée (que la maintenance soit terminée ou non) afin d'être stockés dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation ;

- Les pièces défectueuses remplacées sont également remportées par les équipes afin d'être stockées dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation ;
- Les déchets dangereux (chiffons souillés, contenants vides...) générés lors des maintenances sont systématiquement remportés par les équipes en fin de journée afin d'être stockés dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation.

Par ailleurs, un nettoyage minutieux de la machine est opéré après chaque maintenance afin de s'assurer qu'aucun produit/déchet ne reste dans la machine lors du départ des équipes.

Il est à noter que l'huile, notamment celle du multiplicateur, est remplacée régulièrement (tous les 3/4 ans ou après une analyse d'huile). L'huile usagée est récupérée par un véhicule de pompage spécialisé directement dans le multiplicateur. L'huile neuve est injectée de la même manière.

L'huile récupérée est ensuite transportée :

- Soit directement en centre de traitement de filtrage / retraitement / élimination agréés au regard de la réglementation applicable ;
- Soit directement dans le centre de maintenance en vue de sa prise en charge et de son filtrage / retraitement / élimination selon des filières agréées au regard de la réglementation applicable.

5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien du Moulin des Sables 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 ;
- Échauffement de pièces mécaniques ;
- Courts-circuits électriques (aérogénérateur ou poste de livraison).

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Tableau 15 : Potentiels de dangers liés aux installations

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'énergie mécanique	Survitesse	Échauffement des pièces mécaniques et flux thermique
Pale	Prise au vent	Bris de pale ou chute de pale	Énergie cinétique d'éléments de pales
		Projection ou chute de glace	Énergie cinétique du morceau de glace
Aérogénérateur	Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne	Effondrement	Énergie 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	Énergie cinétique de projection
	Protection des équipements destinés à la Production électrique	Chute de nacelle	Énergie cinétique de chute
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Énergie cinétique des objets

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 au cours de la conception du projet pour réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Choix de l'emplacement

Le projet concerne la création d'un parc éolien avec 6 aérogénérateurs. Il se trouve sur des parcelles agricoles situées sur les communes de Fresnoy-lès-Roye, Gruny et Liancourt-Fosse, dans un paysage de plateau agricole ouvert. Les parcelles sont de grandes tailles, de type openfield dans leur grande majorité.

Le choix de cet emplacement a été réalisé sur la base de différentes contraintes liées à l'exploitation du site :

- Éloignement par rapport aux habitations, infrastructures et ressources naturelles ;
- Servitudes techniques ;
- Études écologiques et paysagères.

Les différentes étapes du choix du site ainsi que les variantes étudiées sont détaillées dans l'étude d'impact placée dans le Sous-Dossier n°5.

Les 6 éoliennes seront raccordées à un poste de livraison à l'extérieur du parc ; ils seront raccordés au réseau électrique public existant.

Choix des caractéristiques des éoliennes

Compte tenu des caractéristiques du site (potentiel éolien, résultats des simulations d'impact acoustique...) et parmi les modèles proposés par les constructeurs de machines existants, les machines qui seront mise en place seront de type V150-4.0 de marque VESTAS, de puissance unitaire égale à 4,0 MW.

5.3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles – directive IED

La directive 2010/75/UE du 24 novembre 2012 relative aux émissions industrielles, dite directive IED, correspond à une évolution de la directive relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution (IPPC). La date de transposition a été fixée au 7 janvier 2013, date à partir de laquelle ses dispositions rentrent en application.

Les dispositions générales de la directive ont été transposées dans le droit français, et en particulier dans le code de l'environnement, section 8, à travers le décret n°2013-374 du 2 mai 2013.

Ainsi, les installations IED qui établissent une demande d'autorisation d'exploiter doivent apporter des compléments dans l'étude d'impact portant sur les Meilleures Techniques Disponibles (MTD), et en particulier :

- Une comparaison du fonctionnement (et en particulier le positionnement des niveaux de rejets) de l'installation avec les MTD décrites dans les conclusions sur les MTD lorsqu'elles sont disponibles ;
- Une évaluation technico-économique (coût / bénéfice pour l'environnement) relative à une éventuelle demande de dérogation aux respects des Valeurs Limites d'Émission associées aux MTD ;
- Un rapport de base lorsque l'activité implique l'utilisation, la production ou le rejet de substances ou de mélanges dangereux pertinents classés CLP.

Les installations éoliennes, ne consomment pas de matières premières et ne sont pas à l'origine d'émissions dans l'air ou dans l'eau. Elles ne relèvent pas d'une des rubriques de 3000 à 3710, elles ne sont donc pas soumises à la directive IED.

6 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans le Chapitre 0 pour l'analyse détaillée des risques.

6.1 Inventaires des accidents et incidents en France

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter l'implantation du parc éolien de Sucrierie. 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.

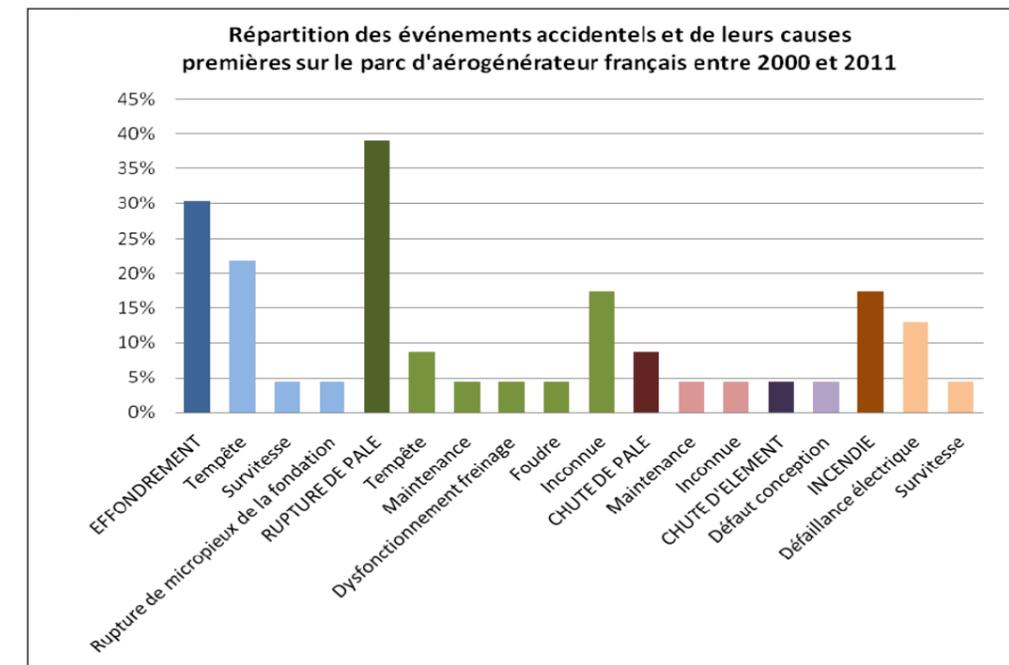
Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble 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 1). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

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

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

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

Figure 10 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes



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.

Depuis le dernier recensement donné dans le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens (INERIS-Syndicat des énergies renouvelables-France Energie Eolienne – mai 2012), 52 accidents sont survenus sur un parc éolien en France (interrogation du BARPI sur la période janvier 2012-mai 2019) portant le total d'accident en France de 37 à 89. Ces accidents sont en majorité des chutes d'éléments (28 cas : pale, aérofrein, rotor) ou des incendies (12 cas). À noter que lors des accidents, il n'y a eu aucun mort mais 10 blessés dont 2 graves. Ces deux cas font suite à une maintenance dans une nacelle en février 2012 dans le département de l'Aisne.

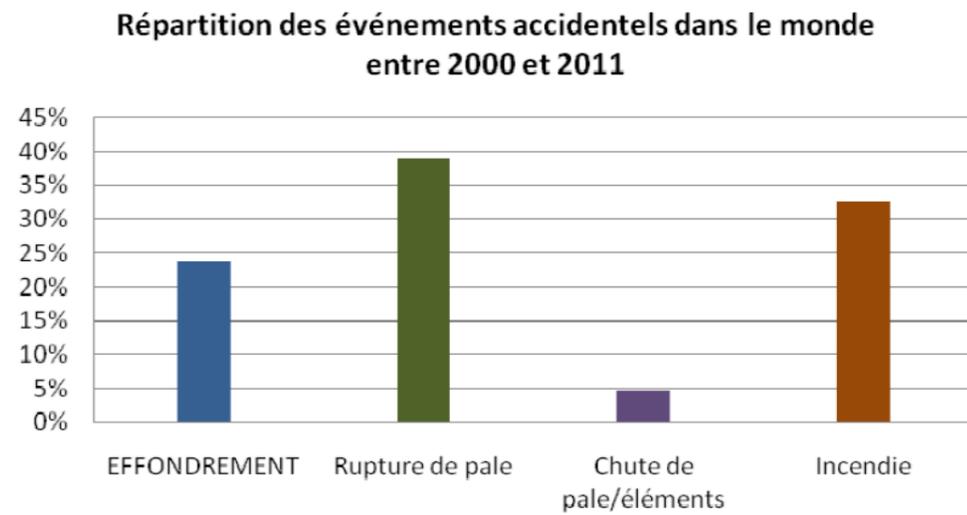
6.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international

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 11 : Répartition des évènements accidentels et de leurs causes



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

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

Figure 12 : Répartition des causes premières d'effondrement

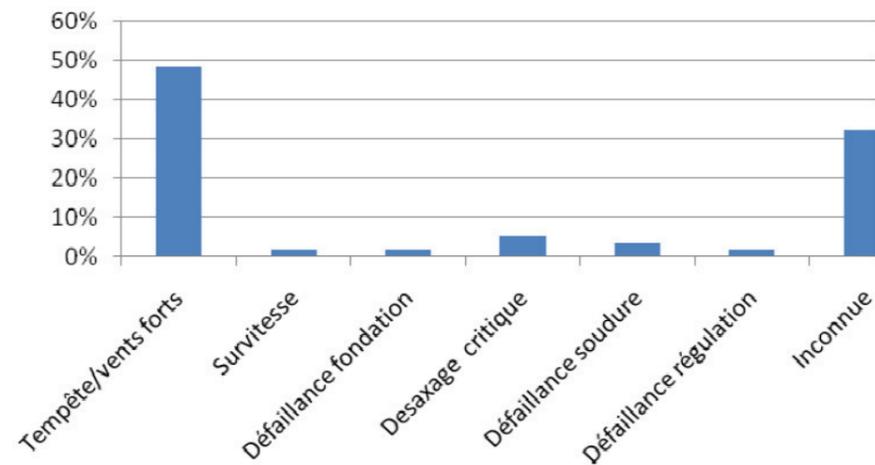


Figure 13 : Répartition des causes premières de rupture de pale

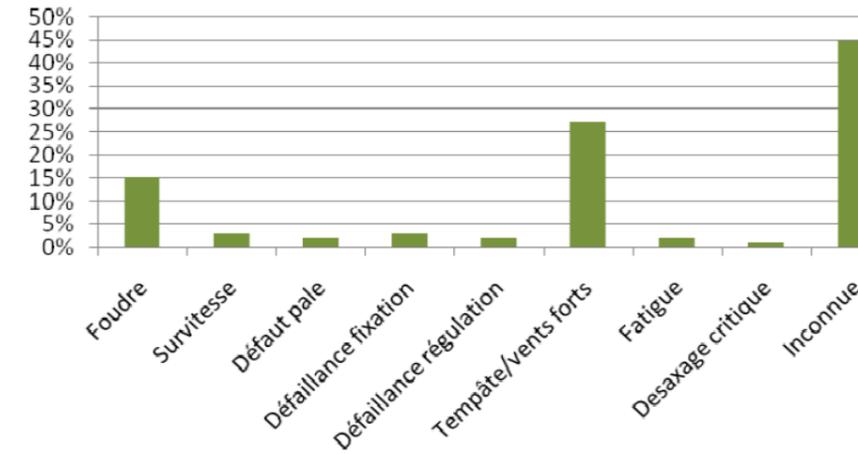
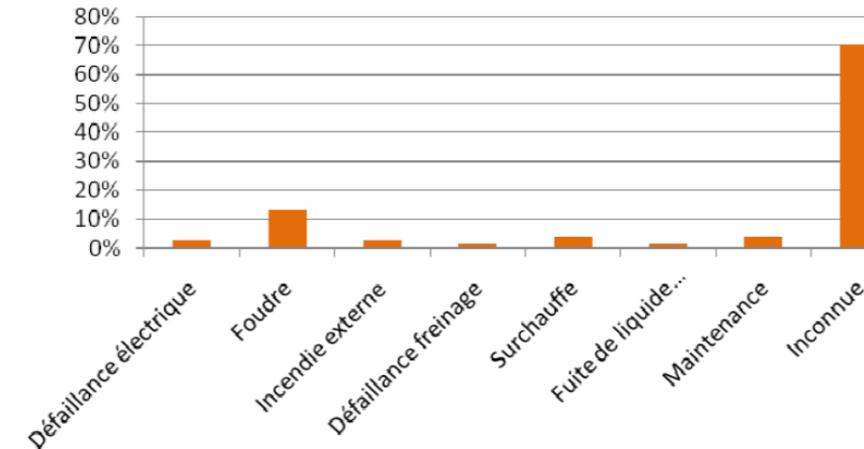
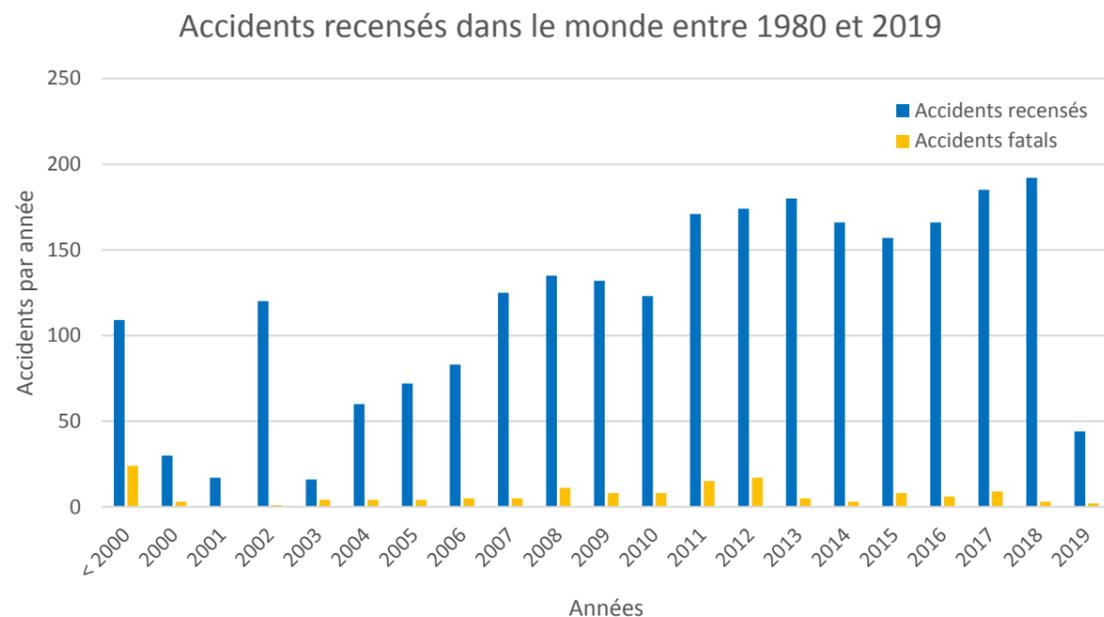


Figure 14 : Répartition des causes premières d'incendie



Cette base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum compte, au 31 mars 2019, 2457 accidents, soit 1463 de plus que lors de l'élaboration du guide. Le graphique suivant présente le nombre total d'accidents par année :

Figure 15 : Accidents recensés dans la base de données CWIF entre 1999 et 2019



On note une tendance à l'augmentation des accidents jusqu'à la période 2010-2011 puis une stabilisation de ceux-ci, et ce, en dépit du nombre d'éoliennes installées de plus en plus important chaque année. De plus, le nombre d'accidents causant la mort de personnes a diminué au cours du temps. En moyenne, 6% des accidents rapportés dans cette base de données engendrent la mort d'une ou plusieurs personnes au niveau mondial. On rappelle cependant que les accidents sur le territoire français n'ont pas engendré de décès.

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

L'inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant est à réaliser uniquement en cas d'extension d'une installation existante ou de révision de l'étude de dangers.

Sur les 40 accidents recensés en France, aucun incident sur les installations similaires exploitées par la société ENERTRAG en France n'est à constater.

En Allemagne, à Storkow, dans le Sud de l'Uckermark, un incident est survenu le 28 Septembre 2015 sur une éolienne exploitée par ENERTRAG. Lors d'un contrôle de maintenance le monte-charge a chuté, ce qui a eu pour conséquence la mort tragique d'un salarié et la blessure grave d'un second.

Après cet incident, des mesures préventives ont été mises en œuvre sur tous les parcs exploités par ENERTRAG en Europe. À titre d'exemple, les monte-charges de la marque ont été interdits pendant plus d'un an.

6.4 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issue du retour d'expérience

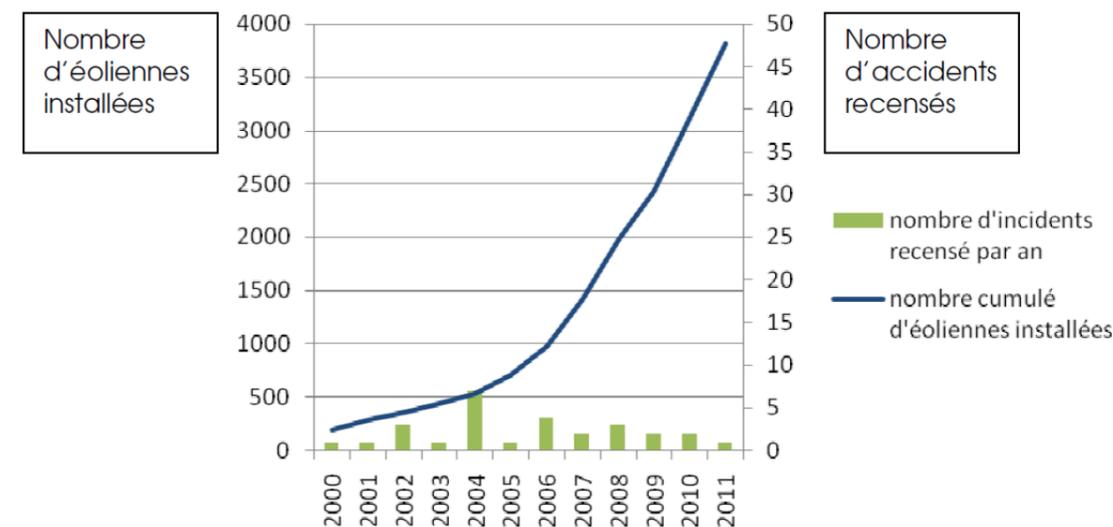
6.4.1 Analyse de l'évolution des accidents en France

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

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

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

Figure 16 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées



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.

Les conséquences de tels sinistres sont diverses :

- Émissions de fumées provoquant de légères intoxications/gênes (cas d'un incendie de nacelle) ;
- Arrêt de la circulation routière dans le voisinage ;
- Dégâts matériels importants ;
- Blessures ou brûlures corporelles.

6.4.3 Enseignements tirés

Les mesures de réduction du risque, des sinistres issus de l'accidentologie sur des parcs éoliens, à mettre en place sont présentées de manière synthétique dans le tableau suivant.

Tableau 16 : Mesures compensatoires

Événements	Mesures pour réduire le risque sur l'unité
Survitesse de la turbine	Capteur de vitesse de vent alarmé avec arrêt par le système de conduite pour des vents supérieurs à 25 m/s (mise en drapeau de la turbine) Arrêt sur survitesse du rotor par le système de sécurité (VOG)
Effondrement	Étude préalable de sol Calcul des fondations selon les normes en vigueur Contrôle des calculs et des travaux
Incendie	Capteurs de température avec alarmes et mise à l'arrêt du rotor Alarme des niveaux et pressions sur les circuits hydrauliques Vérification périodique des organes de sécurité DéTECTEURS de fumées dans la nacelle et au pied de la tour à proximité des armoires électriques Protection foudre DéTECTEUR d'arc électrique dans les armoires électriques avec mise hors tension des machines.
Rupture de pale	Choix des matériaux adaptés aux contraintes Essais de résistance et de fatigue sur séries prototypes avec validation par une société de contrôle - Contrôles lors de la fabrication Protection foudre DéTECTEUR de vent fort
Formation de glace	Système de monitoring avec code spécifique d'arrêt de l'installation en cas de corrélation de plusieurs facteurs susceptibles d'être à l'origine de la formation de glace (détecteur de température, de balourd et instruments météorologiques.
Collision	Luminaire d'aviation sur chaque turbine
Événements	Mesures pour réduire le risque sur l'unité
Survitesse de la turbine	Capteur de vitesse de vent alarmé avec arrêt par le système de conduite pour des vents supérieurs à 25 m/s (mise en drapeau de la turbine) Arrêt sur survitesse du rotor par le système de sécurité (VOG)
Effondrement	Étude préalable de sol Calcul des fondations selon les normes en vigueur Contrôle des calculs et des travaux
Incendie	Capteurs de température avec alarmes et mise à l'arrêt du rotor Alarme des niveaux et pressions sur les circuits hydrauliques Vérification périodique des organes de sécurité DéTECTEURS de fumées dans la nacelle et au pied de la tour à proximité des armoires électriques Protection foudre DéTECTEUR d'arc électrique dans les armoires électriques avec mise hors tension des machines.
Rupture de pale	Choix des matériaux adaptés aux contraintes Essais de résistance et de fatigue sur séries prototypes avec validation par une société de contrôle - Contrôles lors de la fabrication Protection foudre DéTECTEUR de vent fort
Formation de glace	Système de monitoring avec code spécifique d'arrêt de l'installation en cas de corrélation de plusieurs facteurs susceptibles d'être à l'origine de la formation de glace (détecteur de température, de balourd et instruments météorologiques.
Collision	Luminaire d'aviation sur chaque turbine

7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

7.1 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 peuvent être exclus de l'analyse des risques :

- Chute de météorite ;
- Chute d'avion, la zone du projet se situant à plus de 2000 m de distance d'un aéroport ou aérodrome ;
- 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 de ce même code ;
- Événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- Crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- Séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées ;
- 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 suraccident 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.

7.2 Recensement des agressions externes potentielles

7.2.1 Agressions liées aux activités humaines

Le tableau ci-contre synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines et leur éloignement par rapport aux éoliennes. Il est à noter que les activités humaines recensées en dehors du périmètre mentionné dans le tableau ne sont plus considérées comme étant un agresseur potentiel.

Tableau 17 : Synthèse des principales agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
RD 1017 RD 139	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Énergie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	= 190 m = 180 m
Voie ferrée Paris / Lille (TGV)	Transport ferroviaire	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs wagons	Énergie cinétique des wagons et flux thermiques	200 m	> 1,2 km
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Énergie cinétique de l'aéronef, flux thermiques	2 000 m	> 15 km
Ligne HT, autres (aériennes)	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtension	200 m	> 200 m
Canalisation gaz	Transport de gaz	Rupture de canalisation	Effets dominos phénomènes de surpression et flux thermiques	400 m	> ou =400 m
Installations ICPE (hors parcs éoliens traités ci-dessous)	Activité industrielle	Accident générant des zones d'effet à l'extérieur du site	Effets dominos	200 m	> 1,3 km
Parc éolien existant (exploité, PC en instruction...)	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Énergie cinétique des éléments projetés	500 m	> 800 m

Au regard de la synthèse réalisée et des distances d'éloignement, un seul événement redouté est susceptible de toucher les éoliennes projetées. Il s'agit d'un accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules.

7.2.2 Agressions liées aux phénomènes naturels

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

Tableau 18 : Synthèse des principales agressions externes liées aux phénomènes naturels

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	La zone prévue pour l'implantation des éoliennes est moyennement ventée (4,5 à 7 m/s en moyenne, mesurées à 50 m d'altitude) ; les vents d'une intensité supérieurs à 8 m/s ne représentent qu'une part réduite des vents mesurés dans le secteur. L'emplacement des éoliennes de Sucrierie ne se situe pas dans une zone affectée par des cyclones tropicaux.
Foudre	Les aérogénérateurs respecteront les dispositions de la norme IEC 61 400-24.
Glissement de sols / affaissement minier	L'emplacement des éoliennes de Sucrierie intercepte le PPRn de Montdidier où, pour l'aléa « effondrement et affaissement », les éoliennes S4 et S5 se situent en contraintes faibles, S6 en contraintes modérés et S1, S2 et S3 en contraintes moyennes. Des indices de mouvements de terrains se situent à plus de 200 mètres des emplacements des éoliennes.
Séisme	Le secteur d'étude est situé en zone 1 définie comme une « zone de sismicité très faible ».
Inondation/remontée de nappe	La zone prévue pour le projet n'est pas considérée comme une zone sensible aux inondations. Le secteur d'étude n'est pas concerné par le risque de remontée de nappe.
Incendies de forêt	Le voisinage proche des éoliennes est constitué de terrains agricoles, il n'y a donc pas de forêts proches.

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.

7.3 Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

7.3.1 Méthodologie

L'analyse préliminaire des risques (APR) est une analyse exhaustive de l'installation, découpée en sous-ensembles de fonctionnement. Elle est présentée sous la forme d'un tableau 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.

Tableau 19 : Entrée tableau APR

N°	Évènement initiateur	Évènement redouté central	Phénomène dangereux	I (Intensité)	Mesures de prévention / de protection
----	----------------------	---------------------------	---------------------	---------------	---------------------------------------

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.

7.3.2 Tableaux de résultats

L'analyse préliminaire a été réalisée en fonction du découpage fonctionnel défini précédemment :

- Les fondations ;
- Le mât ;
- Le rotor et les pales ;
- La nacelle (contenant la chaîne cinématique et la génératrice) ;
- Le poste de transformation (ou système de couplage vers le réseau électrique comprenant le transformateur ainsi que les cellules de protection).

Tableau 20 : Analyse préliminaire des risques

N°	Événement initiateur	Événement redouté	Phénomène dangereux	I	Mesures de prévention et de protection
Fondation					
1	Erreurs humaines Défaut de conception Erreur de calcul des fondations Effets dominos d'autres installations	Instabilité / fragilisation des fondations	Effondrement de l'éolienne	2	Fonction de sécurité n°9 Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation)
2	Phénomènes naturels Vents forts Tempête	Instabilité / fragilisation des fondations	Effondrement de l'éolienne	2	Fonction de sécurité n°9 Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation) Fonction de sécurité n° 11 Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort
3	Phénomènes naturels Présence de cavités souterraines Mouvement de terrain Séisme Glissement de sol	Instabilité / fragilisation des fondations Instabilité du terrain	Effondrement de l'éolienne	2	Fonction de sécurité n°9 Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation)
Mât					
4	Défaillances matérielles Défaut de conception Usure Pièce défectueuse Désaxage critique du rotor Fatigue du mât Survitesse Effondrement engins de levage travaux	Instabilité / Fragilisation du mât / Impact pale-mât	Effondrement de tout ou partie de l'éolienne	2	Fonction de sécurité n°4 Prévenir la survitesse Fonction de sécurité n°9 Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation)
5	Phénomènes naturels Vents forts Tempête	Instabilité / fragilisation du mât	Effondrement de tout ou partie de l'éolienne	2	Fonction de sécurité n°11 Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort
Pales/Rotor					
6	Phénomènes naturels Vents forts	Casse de certaines pièces	Chute de tout ou partie de pales	1	Fonction de sécurité n°4 Prévenir la survitesse
7	Tempête	Survitesse Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie de pales	2	Fonction de sécurité n°11 Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort
8	Phénomènes naturels Foudre	Fragilisation des pales	Chute de tout ou partie de pales	1	Fonction de sécurité n°6 Prévenir les effets de la foudre
9			Projection de tout ou partie de pales	2	
10	Défaillances matérielles Défaut de conception	Rupture / casse des pales	Chute de tout ou partie de pales	1	Fonction de sécurité n°9

11	Fatigue, usure, corrosion Pièce défectueuse Erreurs humaines Erreur de maintenance/desserrage Serrage inapproprié		Projection de tout ou partie de pales	2	Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation) Fonction de sécurité n°10 Prévenir les erreurs de maintenance
12	Phénomènes naturels Neige, Givre, Glace Éolienne à l'arrêt	Formation/accumulation de neige ou de glace sur les pales	Chute de neige ou de glace au pied de la machine	1	Fonction de sécurité n°1 Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace
13	Phénomènes naturels Neige, Givre, Glace Éolienne en fonctionnement	Formation de glace sur les pales	Projection de glace	2	Fonction de sécurité n°2 Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace
Nacelle					
14	Défaillances matérielles Défaut de conception Défaut fixation nacelle/pivot central/mât Défaillance fixation anémomètre Usure pièce Corrosion Erreurs humaines Erreur de maintenance/défaut de fixation Serrage inapproprié	Casse et/ou détachement de certaines pièces	Chute d'élément de l'éolienne (trappe, anémomètre, nacelle entière...)	1	Fonction de sécurité n°9 Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation) Fonction de sécurité n°10 Prévenir les erreurs de maintenance
15	Phénomènes naturels Vents forts Tempête	Casse de certaines pièces	Chute d'élément de l'éolienne (trappe, anémomètre, nacelle entière...)	1	Fonction de sécurité n°11 Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort
16		Départ de feu suite à une survitesse	Incendie de tout ou partie de la nacelle Chute/projection d'éléments enflammés	1	Fonction de sécurité n°4 Prévenir la survitesse Fonction de sécurité n°7 Protection et intervention incendie
17	Phénomènes naturels Fortes pluies, humidité Foudre, Gel Rongeurs Défaillances matérielles Dysfonctionnement électrique	Départ de feu suite à un court-circuit	Incendie de tout ou partie de la nacelle Chute/projection d'éléments enflammés	1	Fonction de sécurité n°5 Prévenir les courts-circuits Fonction de sécurité n°7 Protection et intervention incendie
18	Défaillances matérielles Défaut de conception Défaut de maintenance Désaxage de la génératrice Survitesse Défaillance du multiplicateur	Départ de feu suite à échauffement des parties mécaniques	Incendie de tout ou partie de la nacelle Chute/projection d'éléments enflammés	1	Fonction de sécurité n°4 Prévenir la survitesse Fonction de sécurité n°3 Prévenir l'échauffement significatif de pièces mécaniques

	Usure, corrosion Pièce défectueuse Défaut de lubrification.				Fonction de sécurité n°7 Protection et intervention incendie Fonction de sécurité n°10 Prévenir les erreurs de maintenance
19	Défaillances matérielles Défaillance d'un joint Pièce défectueuse Défaut de conception Erreurs humaines Renversement de fluides lors d'opération de maintenance	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Épandage d'huile dans la nacelle et/ou hors de la nacelle Pollution environnement : infiltration d'huile dans le sol	1	Fonction de sécurité n°8 Prévention et rétention des fuites Système de rétention passif dans la nacelle
20	Défaillances matérielles Défaillance d'un joint Pièce défectueuse Défaut de conception Erreurs humaines Renversement de fluides lors d'opération de maintenance + <u>Présence d'une source d'ignition</u> : échauffement mécanique, apport d'une source d'inflammation	Incendie de tout ou partie de l'installation	Incendie dans la nacelle Chute/projection d'éléments enflammés	1	Fonction de sécurité n°5 Prévenir les courts-circuits Fonction de sécurité n°7 Protection et intervention incendie Fonction de sécurité n°8 Prévention et rétention des fuites
Poste de transformation					
21	Défaillance matérielle Dysfonctionnement électrique	Départ de feu suite à un court-circuit	Incendie au poste de transformation	1	Fonction de sécurité n°5 Prévenir les courts-circuits Fonction de sécurité n°7 Protection et intervention incendie

7.4 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 génériques présentés dans les pages précédentes.

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 l'étude 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 de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens propose de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres.

Dans le cadre du projet, aucune autre installation ICPE n'est recensée dans un rayon de 100 mètres autour du projet, les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude ne sont donc pas étudiées.

À noter qu'une canalisation de gaz haute pression de diamètre 800 mm passe dans la zone d'implantation du projet. GRT Gaz, dans son courrier de 2018, a confirmé l'existence de celle-ci et également précisé la largeur de bande des effets dominos associée à cette canalisation. Celle-ci est de 250 mètres de part et d'autre de la canalisation de gaz pour un phénomène dangereux de référence majorant. GRT Gaz fixe la distance minimale à respecter entre ses ouvrages et une éolienne à 2 fois la hauteur en bout de pale de l'éolienne, soit 400 m (2 x 200m). Cette distance est respectée dans le cas du projet. L'éolienne la plus proche est l'éolienne S3 à 400 mètres du tracé de la canalisation.

7.5 Mise en place des mesures de sécurité

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

- Fonction de sécurité : Description de l'objectif de la ou des mesures de sécurité (empêcher, détecter, contrôler ou limiter) en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse préliminaire des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité ;
- Numéro de la fonction de sécurité ;
- Mesures de sécurité : Identification des mesures assurant la fonction de sécurité concernée. Dans le cas de système instrumenté de sécurité (SIS), tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action) ;
- Description : Description de la mesure de maîtrise des risques ;
- Indépendance : Niveau d'indépendance de la mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité (condition remplie ou non) ;
- Temps de réponse : Temps requis entre la sollicitation de la mesure de maîtrise des risques et l'exécution de la fonction de sécurité ;
- Efficacité : Capacité de la mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation (0 ou 100%) ;
- Testabilité : Tests réalisés sur les mesures de maîtrise des risques ;

- Maintenance : Périodicité des contrôles permettant de vérifier la performance de la mesure maîtrise des risques dans le temps.

Conformément à l'article 15 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 des essais permettant le fonctionnement correct des équipements de sécurité seront réalisés. Ces essais sont les suivants :

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

Une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt cité ci-dessus sera réalisée au moins une fois par an.

Tableau 21 : Mesures de maîtrise des risques

N°1		Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace
Mesures de sécurité		Système de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.
Description		Système de monitoring avec code spécifique d'arrêt de l'installation en cas de corrélation de plusieurs facteurs susceptibles d'être à l'origine de la formation de glace (détecteur de température, de balourd et instruments météorologiques). 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.
Temps de réponse		Quelques minutes (< 60 min), conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011.
Efficacité		100%.
Testabilité		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 curative en cas de dysfonctionnement de l'équipement.
N°2		Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace
Mesures de sécurité		Panneautage en pied de machine. Éloignement 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		Non concerné.
Efficacité		100%. Il est considéré que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.
Testabilité		Non concerné.
Maintenance		Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.

N°3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques
<i>Mesures de sécurité</i>	Capteurs de température des pièces mécaniques. Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarme. Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement.
<i>Description</i>	-
<i>Indépendance</i>	Oui.
<i>Temps de réponse</i>	Non concerné.
<i>Efficacité</i>	100%.
<i>Testabilité</i>	/
<i>Maintenance</i>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance curative en cas de dysfonctionnement de l'équipement.
N°4	Prévenir la survitesse
<i>Mesures de sécurité</i>	Détection de survitesse.
<i>Description</i>	Système à sécurité positive auto-surveillé implanté sous le multiplicateur. Mise à l'arrêt de l'éolienne en cas de trop grande rotation (pales mises en position dite « drapeau »).
<i>Indépendance</i>	Oui.
<i>Temps de réponse</i>	Temps de détection < 1 min.
<i>Efficacité</i>	100%.
<i>Testabilité</i>	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.
<i>Maintenance</i>	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 curative en cas de dysfonctionnement de l'équipement.
N°5	Prévenir les courts-circuits
<i>Mesures de sécurité</i>	Coupage de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.
<i>Description</i>	Les organes et armoires électriques de l'éolienne seront équipés d'organes de coupure 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.
<i>Indépendance</i>	Oui.
<i>Temps de réponse</i>	Temps de détection (de l'ordre de la seconde).
<i>Efficacité</i>	100%.
<i>Testabilité</i>	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.

<i>Maintenance</i>	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 curative en cas de dysfonctionnement de l'équipement.
N°6	Prévenir les effets de la foudre
<i>Mesures de sécurité</i>	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.
<i>Description</i>	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010). Dispositif de capture + mise à la terre. Parasurtenseurs sur les circuits électriques.
<i>Indépendance</i>	Oui.
<i>Temps de réponse</i>	Immédiat dispositif passif.
<i>Efficacité</i>	100 %.
<i>Testabilité</i>	/
<i>Maintenance</i>	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.
N°7	Protection et intervention incendie
<i>Mesures de sécurité</i>	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. Extincteurs. Intervention des services de secours.
<i>Description</i>	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. Les détecteurs de fumées seront placés dans la nacelle et au pied de la tour à proximité des armoires électriques. L'éolienne sera également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).
<i>Indépendance</i>	Oui.
<i>Temps de réponse</i>	< 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.
<i>Efficacité</i>	100 %.
<i>Testabilité</i>	/
<i>Maintenance</i>	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) sera contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.

N°8	Prévention et rétention des fuites
<i>Mesures de sécurité</i>	Détecteurs de niveau et de pression d'huile. Procédure d'urgence. Kit antipollution.
<i>Description</i>	Déclenchement d'une alarme et mise à l'arrêt du rotor sur détection d'une anomalie du niveau ou de pression d'huile. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : – de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; – d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; – de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.
<i>Indépendance</i>	Oui.
<i>Temps de réponse</i>	Dépendant du débit de fuite.
<i>Efficacité</i>	100 %.
<i>Testabilité</i>	/
<i>Maintenance</i>	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an.
N°9	Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation)
<i>Mesures de sécurité</i>	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.). Procédures qualités. Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
<i>Description</i>	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondront au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.
<i>Indépendance</i>	Oui.
<i>Temps de réponse</i>	NA.
<i>Efficacité</i>	100 %.
<i>Testabilité</i>	NA.
<i>Maintenance</i>	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre

	lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.
N°10	Prévenir les erreurs de maintenance
<i>Mesures de sécurité</i>	Procédure maintenance.
<i>Description</i>	Préconisations du manuel de maintenance. Formation du personnel.
<i>Indépendance</i>	Oui.
<i>Temps de réponse</i>	NA.
<i>Efficacité</i>	100 %.
<i>Testabilité</i>	NA.
<i>Maintenance</i>	Mise à jour des procédures de maintenance. Rappel des formations du personnel.
N°11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort
<i>Mesures de sécurité</i>	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes. Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite.
<i>Description</i>	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue. Deux capteurs seront implantés sur le toit de la nacelle (1 capteur actif et 1 capteur de secours).
<i>Indépendance</i>	Oui.
<i>Temps de réponse</i>	< 1 min.
<i>Efficacité</i>	100 %..
<i>Testabilité</i>	/
<i>Maintenance</i>	Contrôle des capteurs de vent tous les 6 mois. Au bout de 3 mois, vérification du bon fonctionnement des dispositifs de sécurité (arrêts d'urgence, frein à disque, arrêt de survitesse du générateur, arrêt de survitesse du rotor...).

7.6 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, trois catégories de scénarios peuvent être exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité.

Phénomène dangereux	Justification
<i>Incendie de l'éolienne (nacelle)</i>	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.
<i>Incendie du transformateur</i>	La réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200). Le poste de livraison n'est pas pris en compte dans cette étude.
<i>Infiltration d'huile dans le sol</i>	En cas de fuite d'huile, les volumes de substances libérés restent mineurs. Ce scénario n'est pas détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques.

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

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

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

8 ÉTUDE 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 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 national relatif à l'étude de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

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

8.1.1 Cinétique

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

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

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

8.1.2 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).

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

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des

effets de surpression, toxiques ou thermiques). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

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

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

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

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

Tableau 22 : Échelle d'intensité des phénomènes dangereux

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.

Tableau 23 : Échelle de gravité

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 - 5	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
Catastrophique - 4	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
Important - 3	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux - 2	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
Modéré - 1	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement		Présence humaine < 1 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 :

Tableau 24 : Échelle de probabilité

Echelle quantitative (Probabilité annuelle)	Échelle qualitative	Niveau
$P > 10^{-2}$	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	A
$10^{-3} < P < 10^{-2}$	Probable S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations	B
$10^{-4} < P < 10^{-3}$	Improbable Évènement 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	C
$10^{-5} < P < 10^{-4}$	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité du scénario	D
$P \leq 10^{-5}$	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial, n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles	E

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

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

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

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

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

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

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

Porientation = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

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

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

Pprésence = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

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

8.2 Caractérisation des scénarios retenus

8.2.1 Données d'entrée

Le type d'éolienne qui sera installé sur le parc de Sucrierie correspond au modèle V150 – 4,0 MW de la société VESTAS.

Compte tenu du type de modèle existant envisagé, chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de maximum 125 m (soit une hauteur maximale de mât de 125 m au sens de la réglementation ICPE) et un diamètre de rotor de 150 m maximum, pour une hauteur totale en bout de pale maximale de 200 m.

Les calculs de zones d'effet et d'intensité relatives à chaque scénario retenu sont donnés pour ce type d'éolienne.

Tableau 25 : Données d'entrée retenues pour l'étude de dangers

	R (m) = Longueur des pales	H (m) = Hauteur du mât avec moyeu	L (m) = Largeur du mât à la base	LB (m) = Largeur de la base de la pale
Gabarit retenu	73,65	125	4,60	2,595

8.2.2 Effondrement de l'éolienne

8.2.2.1 Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 200 mètres maximum dans le cas des éoliennes du parc de Sucrierie.

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.

Tableau 26 : Zone d'effet liée à l'effondrement d'une éolienne

Effondrement de l'éolienne	
Distance d'effet	Rayon inférieur ou égale à la hauteur totale de l'éolienne
	198,65 m

Les zones d'effet liées à l'effondrement d'une éolienne sont représentées sur les cartes jointes en Annexe 2.

8.2.2.2 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 non balayée par le rotor, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part.

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

Tableau 27 : Détermination de l'intensité liée à l'effondrement d'une éolienne

Effondrement de l'éolienne			
Zi (m²) = Zone d'impact	Ze (m²) = Zone d'effet du phénomène	D (%) = degré d'exposition du phénomène	Intensité
$Zi = H*L+3*R*LB/2$	$Ze = \pi*(H+R)^2$	$d = Zi/Ze$	
862	123 973	0,70	Modérée

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

8.2.2.3 Gravité

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

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.

La zone d'effet du phénomène touche une zone composée de :

- De « terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) » ; conformément à la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 1 personne par tranche de 100 ha ;
- La RD 1017 (Cuvilly – Péronne) traversant l'est de la Zone d'Implantation du Projet. La fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 préconise pour un axe non fréquemment susceptible de connaître des embouteillages de « compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour ». En considérant une TMJA journalière de 4 372 véh./j. (Carte des trafics routiers sur le réseau départemental 2017, DDTM de la Somme), on comptera donc 17,49 personnes par kilomètre intercepté sur l'ensemble de cette RD 1017 ;
- La RD 139 notamment le tronçon reliant Fresnoy-lès-Roye à Crémercy traversant l'est de la Zone d'Implantation du Projet. Comme pour la RD 1017, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai préconise de compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de véhicules/jour. La TMJA n'étant pas chiffrée sur cette départementale mais toutefois toujours considérer comme étant inférieure à 2 000 véhicules par jour, on considérera une approche maximaliste et donc utiliser une fréquentation de 2 000 véhicules par jour. On comptera donc 8 personnes permanentes par kilomètre intercepté sur l'ensemble de la RD 139.

Tableau 28 : Détermination de la gravité de l'effondrement d'une éolienne

Effondrement de l'éolienne			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
S1	123 973 m²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,12 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S2	123 973 m²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,12 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S3	123 973 m²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,12 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S4	123 973 m²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,12 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S5	123 973 m² 120 m (RD 1017) 190 m (RD 139)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,12 personnes RD 1017 : 2,1 personnes RD 139 : 1,52 personnes =>soit moins de 10 personnes susceptibles d'être impactées	Sérieuse
S6	123 973 m²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,12 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée

8.2.2.4 Probabilité

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

Tableau 29 : Probabilité de l'effondrement d'une éolienne

Effondrement de l'éolienne		
Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbines ¹ (Guide pour le calcul des distances d'effet des éoliennes)	4,5 x 10 ⁻⁴	Retour d'expérience
Spécification of minimum distances ² (Distances minimales requises).	1,8 x 10 ⁻⁴ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ».

En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience³ ; soit une probabilité de 4,47 x 10⁻⁴ par éolienne et par an.

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

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

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

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

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

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

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

¹ Guide for risk based zoning of wind turbines

² Specification of minimum distances, Dr-ing. Venker ingenieuresgesellschaft, 2004

8.2.3 Chute d'élément de l'éolienne

8.2.3.1 Zone d'effet

La chute d'éléments comprend la chute de tous les équipements situés en hauteur : trappes, boulons, morceaux de pales ou pales entières. Le cas majorant est ici le cas de la chute de pale. Il est retenu dans l'étude détaillé des risques pour représenter toutes les chutes d'éléments.

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales.

Chute d'élément de l'éolienne	
Distance d'effet	Rayon inférieur ou égale à un demi-diamètre de rotor autour du mât, soit la longueur d'une pale (m)
	73,65 m

Les zones d'effet liées à la chute d'un élément de l'éolienne sont représentées sur les cartes jointes en Annexe 2.

8.2.3.2 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-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Sucrierie.

Tableau 30 : Détermination de l'intensité de la chute d'élément d'une éolienne

Chute d'élément de l'éolienne			
Zi (m ²) = Zone d'impact	Ze (m ²) = Zone d'effet du phénomène	D (%) = degré d'exposition du phénomène	Intensité
Zi = R*LB/2	Ze = π*R ²	d = Zi/Ze	
96	17 041	0,561	Modérée

8.2.3.3 Gravité

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

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

La zone d'effet du phénomène touche une zone composée de « terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) » ; conformément à la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 1 personne par tranche de 100 ha.

³ 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

Tableau 31 : Détermination de la gravité de chute d'élément de l'éolienne

Chute d'élément de l'éolienne			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
S1	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S2	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S3	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S4	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S5	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S6	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée

8.2.3.4 Probabilité

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

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit $4,47 \times 10^{-4}$ événement par éolienne et par an).

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

8.2.4 Chute de glace

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 (Wind energy production in cold climate – Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institut, Helsinki, 2000), une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concerné par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

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

8.2.4.1 Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales. Pour le parc éolien de Sucrierie, la zone d'effet a donc un rayon de 73,65 m. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

Tableau 32 : Zone d'effet liée à la chute de glace

Chute de glace	
Distance d'effet	Rayon inférieur ou égale à un demi-diamètre de rotor autour du mât, soit la longueur d'une pale (m)
	73,65 m

Les zones d'effet liées à la chute de glace sont représentées sur les cartes jointes en Annexe 2.

8.2.4.2 Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien de Sucrierie.

Tableau 33 : Détermination de l'intensité liée à la chute de glace

Chute de glace			
Zi (m ²) = Zone d'impact	Ze (m ²) = Zone d'effet du phénomène	D (%) = degré d'exposition du phénomène	Intensité
Zi = SG*	Ze = $\pi \cdot R^2$	d = Zi/Ze	
1	17 041	0,01	Modérée

* SG : Surface du morceau de glace = 1 m² (données du guide technique : Élaboration d'une étude de dangers dans le cadre de parc éolien).

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

8.2.4.3 Gravité

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

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.

La zone d'effet du phénomène touche une zone composée de « terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) » ; conformément à la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 1 personne par tranche de 100 ha.

Tableau 34 : Détermination de la gravité d'une chute de glace

Chute de glace			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
S1	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S2	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S3	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S4	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S5	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S6	17 041 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,02 personnes =>soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée	Modérée

8.2.4.4 Probabilité

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

8.2.5 Projection de pales ou de fragments de pales

8.2.5.1 Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe 1, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 m par rapport au mât de l'éolienne. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent des distances d'effet inférieures.

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

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 m, en particulier les études Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines (Energy research centre of the Netherlands, H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005) et Specification of minimum distances (Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004).

Sur la base de ces éléments et de façon conservatrice, une distance d'effet de 500 m 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.

Tableau 35 : Zone d'effet liée à la projection de pales ou de fragments de pales

Projection de pales ou de fragments de pales	
Distance d'effet	Distance considérée au regard du retour d'expérience des accidents de ce type. Rayon de projection (Rp)
	500 m

Les zones d'effet liées à la projection de pales ou de fragments de pales sont représentées sur les cartes jointes en Annexe 2.

8.2.5.2 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 projection d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Sucrierie.

Tableau 36 : Détermination de l'intensité liée à la projection de pales ou de fragments de pales

Projection de pales ou de fragments de pales			
Zi (m ²) = Zone d'impact	Ze (m ²) = Zone d'effet du phénomène	D (%) = degré d'exposition du phénomène	Intensité
Zi = R*LB/2	Ze = π*(Rp) ²	d = Zi/Ze	
96	785 398	0,01	Modérée

8.2.5.3 Gravité

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

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 :

La zone d'effet du phénomène touche une zone composée de :

- De « terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) » ; conformément à la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 1 personne par tranche de 100 ha ;
- La RD 1017 (Cuvilly – Péronne) traversant l'est de la Zone d'Implantation du Projet. La fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 préconise pour un axe non fréquemment susceptible de connaître des embouteillages de « compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour ». En considérant une TMJA journalière de 4 372 véh./j. (Carte des trafics routiers sur le réseau départemental 2017, DDTM de la Somme), on comptera donc 17,49 personnes par kilomètre intercepté sur l'ensemble de cette RD 1017 ;
- La RD 139 notamment le tronçon reliant Fresnoy-lès-Roye à Crémercy traversant l'est de la Zone d'Implantation du Projet. Comme pour la RD 1017, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai préconise de compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de véhicules/jour. La TMJA n'étant pas chiffrée sur cette départementale mais toutefois toujours considérer comme étant inférieure à 2 000 véhicules par jour, on considérera une approche maximaliste et donc utiliser une fréquentation de 2 000 véhicules par jour. On comptera donc 8 personnes permanentes par kilomètre intercepté sur l'ensemble de la RD 139.

Tableau 37 : Détermination de la gravité de la projection de pales ou de fragments de pales

Projection de pales ou de fragments de pales			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
S1	785 398 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,79 personnes =>soit moins de 1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S2	785 398 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,79 personnes =>soit moins de 1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S3	785 398 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,79 personnes =>soit moins de 1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S4	785 398 m ² 1 090 m (RD 1017)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,79 personnes RD 1017 : 19,06 personnes =>soit moins de 100 personnes susceptibles d'être impactées	Importante

Projection de pales ou de fragments de pales			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
S5	785 398 m ² 920 m (RD 1017) 920 m (RD 139)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,79 personnes RD 1017 : 16,09 personnes RD 139 : 7,36 personnes =>soit moins de 100 personnes susceptibles d'être impactées	Importante
S6	785 398 m ² 715 m (RD 1017)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,79 personnes RD 1017 : 12,50 personnes =>soit moins de 100 personnes susceptibles d'être impactées	Importante

8.2.5.4 Probabilité

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

Tableau 38 : Probabilité de la projection de pale ou de fragments de glace

Projection de pales ou de fragments de pales		
Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project	1 x 10 ⁻⁶	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines	1,1 x 10 ⁻³	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances	6,1 x 10 ⁻³	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

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

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

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

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

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

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

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

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 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 ».

8.2.6 Projection de glace

8.2.6.1 Zone d'effet

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

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence [15]⁴ 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.

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

Tableau 39 : Zone d'effet liée à la projection de glace

Projection de glace	
Distance d'effet	Rayon de projection de glace $R_{pg}=1,5*(H+2R)$ autour de l'éolienne
	408,45 m

Les zones d'effet liées à la projection de glace sont représentées sur les cartes jointes en Annexe 2.

8.2.6.2 Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Sucrierie.

Tableau 40 : Détermination de l'intensité liée à la projection de glace

Projection de glace				
Z_i (m ²) = Zone d'impact	R _{pg} (m) = Rayon de projection de glace	Z_e (m ²) = Zone d'effet du phénomène	D (%) = degré d'exposition du phénomène	Intensité
$Z_i = SG^*$	$R_{pg}=1,5*(H+2R)$	$Z_e = \pi*R_{pg}^2$	$d = Z_i/Z_e$	
1	408,45	524 116	<<1	Modérée

* SG : Surface du morceau de glace = 1 m² (données du guide technique : Élaboration d'une étude de dangers dans le cadre de parc éolien).

8.2.6.3 Gravité

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

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

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

La zone d'effet du phénomène touche une zone composée de :

- De « terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) » ; conformément à la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 1 personne par tranche de 100 ha ;
- De routes départementales fréquentées par un trafic routier régulier de véhicules et de 4 372 véh./jour sur la RD1017 et inférieure à 2000 véh./jour sur la RD 139. Selon le Guide technique de l'INERIS relatif à l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de mai 2012, il a été observé dans la littérature disponible qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

Tableau 41 : Détermination de la gravité de la projection de glace

Projection de glace			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
S1	524 116 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,52 personnes =>soit moins de 1 personne susceptible d'être impactée	Modérée

⁴ Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. –Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000

Projection de glace			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
S2	524 116 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,52 personnes =>soit moins de 1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S3	524 116 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,52 personnes =>soit moins de 1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S4	524 116 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,52 personnes =>soit moins de 1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S5	524 116 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,52 personnes =>soit moins de 1 personne susceptible d'être impactée	Modérée
S6	524 116 m ²	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : 0,52 personnes =>soit moins de 1 personne susceptible d'être impactée	Modérée

8.2.6.4 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 proposée pour cet événement.

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.

Tableau 42 : Synthèse de l'étude détaillée des risques

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Éoliennes	Intensité	Nombre de personnes permanentes exposées	Gravité
1-Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale : 198,65 m	Rapide	D	S1, S2, S3, S4 et S6	Exposition modérée	< 1 pers./ha	Modérée
				S5		< 10 pers./ha	Sérieuse
2-Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol : 73,65 m	Rapide	C	Toutes (S1 à S6)	Exposition modérée	< 1 pers./ha	Modérée
3-Chute de glace	Zone de survol : 73,65 m	Rapide	A	Toutes (S1 à S6)	Exposition modérée	< 1 pers./ha	Modérée
4-Projection de pales	500 m autour de chaque éolienne	Rapide	D	S1, S2 et S3	Exposition modérée	< 1 pers./ha	Modérée
				S4, S5 et S6		<100 pers./ha	Importante
5-Projection de glace	1,5 x (H + 2R) : 408,45 m	Rapide	B	Toutes (S1 à S6)	Exposition modérée	< 1 pers./ha	Modérée

8.3.2 Acceptabilité des risques

Enfin, la dernière étape de l'étude détaillée des risques consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés.

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus sera utilisée.

Tableau 43 : Matrice d'acceptabilité du risque

Conséquence	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Scénario 4 (S4, S5 et S6)			
Sérieux		Scénario 1 (S5)			
Modéré		Scénario 1 (S1, S2, S3, S4 et S6) Scénario 4 (S1, S2 et S3)	Scénario 2	Scénario 5	Scénario 3

Légende de la matrice

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

Rappel des scénarios : 1-Effondrement de l'éolienne / 2-Chute d'élément de l'éolienne / 3-Chute de glace / 4-Projection de pales / 5-Projection de glace

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice (risque important).
- Certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées au chapitre 7.5 sont mises en place.

Le risque engendré par le parc éolien de Sucrierie est acceptable.

8.3.3 Cartographie des risques

Les cartographies des zones d'effet pour chaque scénario, avec mention de la classe de Gravité, sont jointes en Annexe 2 ; il y a 5 cartes au total :

- Carte 1 - Effondrement de l'éolienne
- Carte 2 - Chute d'élément de l'éolienne
- Carte 3 - Chute de glace
- Carte 4 - Projection de pales
- Carte 5 - Projection de glace

Les cartographies de synthèse des risques sont jointes en annexe 3 :

- Carte 6 : synthèse des risques / classe de gravité pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
- Carte 7 : synthèse des risques / degré d'exposition (intensité) et nombre de personnes permanentes exposées pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios

9 DESCRIPTION DES MESURES ET DES MOYENS DE PREVENTION ET DE PROTECTION

9.1 Formation du personnel

Le personnel intervenant sur les installations est formé et encadré.

Cette formation porte sur :

- L'éolienne et les risques associés ;
- Les règles de sécurité et les consignes à respecter ;
- L'utilisation des équipements de protection individuelle ;
- Sauveteur secouriste du travail ;
- Le travail en hauteur ;
- L'évacuation d'urgence d'une éolienne ;
- La lutte contre le feu ;
- L'habilitation électrique ;
- Le risque routier est également pris en compte.

9.2 Maintenance

L'inspection et l'entretien sont réalisés par du personnel formé selon des procédures précises. Des check-lists sont établies pour assurer la traçabilité des opérations effectuées et un rapport est généré à chaque intervention.

Toute intervention est consignée dans un « logbook » présent dans chaque éolienne.

Une fois les éoliennes montées (en quelques jours) les opérations de raccordements électriques et de réglage débutent et prennent plusieurs semaines.

Des opérations de maintenance sont ensuite régulièrement réalisées.

Au bout de 3 mois de fonctionnement, sont vérifiés :

- Les couples de serrage de chaque bride présente dans l'éolienne ;
- L'état des dispositifs de continuité électrique (pales – nacelle), inspection visuelle des câbles, des balais du rotor, vérification des serrages sur les jeux de barre, contrôle du dispositif de mise à la terre ;
- L'état des pales et du dispositif de captage de foudre ;
- Les niveaux d'huile du multiplicateur, de la centrale hydraulique, des motoréducteurs, le niveau du fluide de refroidissement, l'absence de fuite ;
- L'état des équipements de sécurité ;
- Le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité (arrêts d'urgence, frein à disque, capteur de vibration, arrêt sur survitesse du générateur, arrêt sur survitesse du rotor) ;
- L'état des batteries du système de contrôle ;
- L'état du transformateur.

Tous les 6 mois ces opérations sont refaites en partie et d'autres sont réalisées :

- Le contrôle des batteries en pied de tour ;
- Le contrôle de bruit et de vibration des roulements ;
- Les opérations de graissage et de lubrification ;

- Le contrôle de la qualité des huiles ;
- Le contrôle de la pression des circuits hydrauliques et hydropneumatiques ;
- Le contrôle des capteurs de vents ;
- Le contrôle de l'élévateur de personnes.

Annuellement, le bon fonctionnement du pitch system est vérifié. Ainsi que :

- Le remplacement de certains filtres ;
- Le contrôle de l'usure du frein ;
- Le contrôle de pression du circuit de freinage d'urgence, le contrôle des onduleurs ;
- Le contrôle des extincteurs ;
- Le contrôle du palan, de l'échelle et du système antichute associé ;
- Les visites d'inspections périodiques électriques.

D'autres opérations sont faites tous les 4 ans (contrôle de serrage, contrôle de pression du circuit d'huile du multiplicateur, changement des huiles).

A l'occasion des contrôles les pièces défectueuses ou usées sont remplacées. Certaines pièces sont automatiquement remplacées au bout d'une période donnée (5 ou 7 ans en fonction des pièces).

En plus de ces opérations spécifiques aux éoliennes, des contrôles réglementaires périodiques sont réalisés par des organismes agréés conformément au code du travail (installations électriques, appareils de levage, matériel incendie).

Les interventions sont encadrées par le plan de prévention des risques, qui détaille les risques induit par le travail dans les éoliennes, et spécifie les consignes et procédures à suivre en cas de danger.

9.3 Mesure de sécurité

Une synthèse des détecteurs qui seront mis en place, de leur fonctionnalité et des actions associées est donnée dans le tableau suivant.

Tableau 44 : Synthèse des détecteurs

Détecteurs	Caractéristiques et localisation	Fonction	Actions associées
Détecteur incendie	Implanté dans la nacelle et au pied de la tour à proximité des armoires électriques	Détecter un départ de feu	Déclenchement alarme et mise à l'arrêt de la machine « emergency stop » et isolement électrique
Capteur de vibration	Système CMS installé sur la chaîne cinématique	Détection des usures anormales des gros composants (boîte de vitesse, roulement...)	Déclenchement d'une information et vérification de l'usure de l'élément
Détecteur de vent fort	2 capteurs implantés sur le toit de la nacelle. 1 seul capteur est activé (raccordé au système de contrôle), le 2ème est en secours.	Mesurer la vitesse du vent	Mise à l'arrêt de l'éolienne en cas de vents trop fort
Détecteur de survitesse	Système à sécurité positive auto-surveillé implanté dans la nacelle	Détecter les vitesses de rotation du générateur et de l'arbre	Mise à l'arrêt de l'éolienne en cas de trop grande rotation (pales mises en position dite « drapeau »)
Détecteur de balourd (shock sensor)	Implanté sous le multiplicateur	Détecter toutes anomalies de la chaîne cinématique	Mise à l'arrêt de la machine de type « emergency stop »
Détecteur de glace	Sonde vibratoire disposée sur la nacelle	Détection de formation de glace sur les pales	Mise à l'arrêt de l'éolienne
Détecteur de température et d'échauffement	1 capteur est implanté sous la nacelle pour mesurer la température extérieure. De plus certains équipements sont également équipés (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur, circuit d'huile, circuit d'eau...)	Contrôle des températures ambiantes	Si dépassement des seuils, déclenchement alarme et mise à l'arrêt du rotor
Détecteur de pression et de niveau	Implanté dans le bloc hydraulique de chaque pale	Contrôle des niveaux et des pressions des circuits hydrauliques	Si dépassement des seuils, déclenchement alarme et mise à l'arrêt du rotor
Détecteur d'arc	Implanté dans les armoires électriques disposées dans la nacelle.	Détecter toute formation d'un arc électrique	Mise hors tension de la machine

10 CONCLUSION

La technologie éolienne n'est pas une source de dangers très importante comparativement à d'autres activités classées au titre des ICPE. Elle bénéficie d'un **large retour d'expérience et d'une amélioration continue**, depuis la conception des installations à leur fonctionnement.

Le projet d'implantation du parc éolien de Sucrierie bénéficie d'un **ensemble de mesures de prévention et de protection** qui concourent à réduire au maximum tant la probabilité d'occurrence des événements que leurs effets associés.

La **localisation du projet, en milieu rural, loin des zones d'habitation**, limite les risques sur les populations.

11 ANNEXES

- Annexe 1 : Accidentologie - Extrait du guide technique – « Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens
- Annexe 2 : Cartographies des zones d'effet des phénomènes dangereux étudiés
 - Carte 1 - Effondrement de l'éolienne
 - Carte 2 - Chute d'élément de l'éolienne
 - Carte 3 - Chute de glace
 - Carte 4 - Projection de pales
 - Carte 5 - Projection de glace
- Annexe 3 : Cartographies de synthèse
 - Carte 6 : Synthèse des risques / classe de gravité pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
 - Carte 7 : Synthèse des risques / degré d'exposition (intensité) et nombre de personnes permanentes exposées pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios

ANNEXE 1

Accidentologie - Extrait du guide technique – « Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens »

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information
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
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent du Bocage
Maintenance	01/07/2002	Port-la-Nouvelle Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM
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	Sallèle-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)
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèle-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)
Effondrement	01/01/2004	Le Portel / Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)
Effondrement	20/03/2004	Loon-plage / Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber - Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber - Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)
Rupture de pale	2004	Escales - Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales	-	Site Vent de Colère
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
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
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)
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

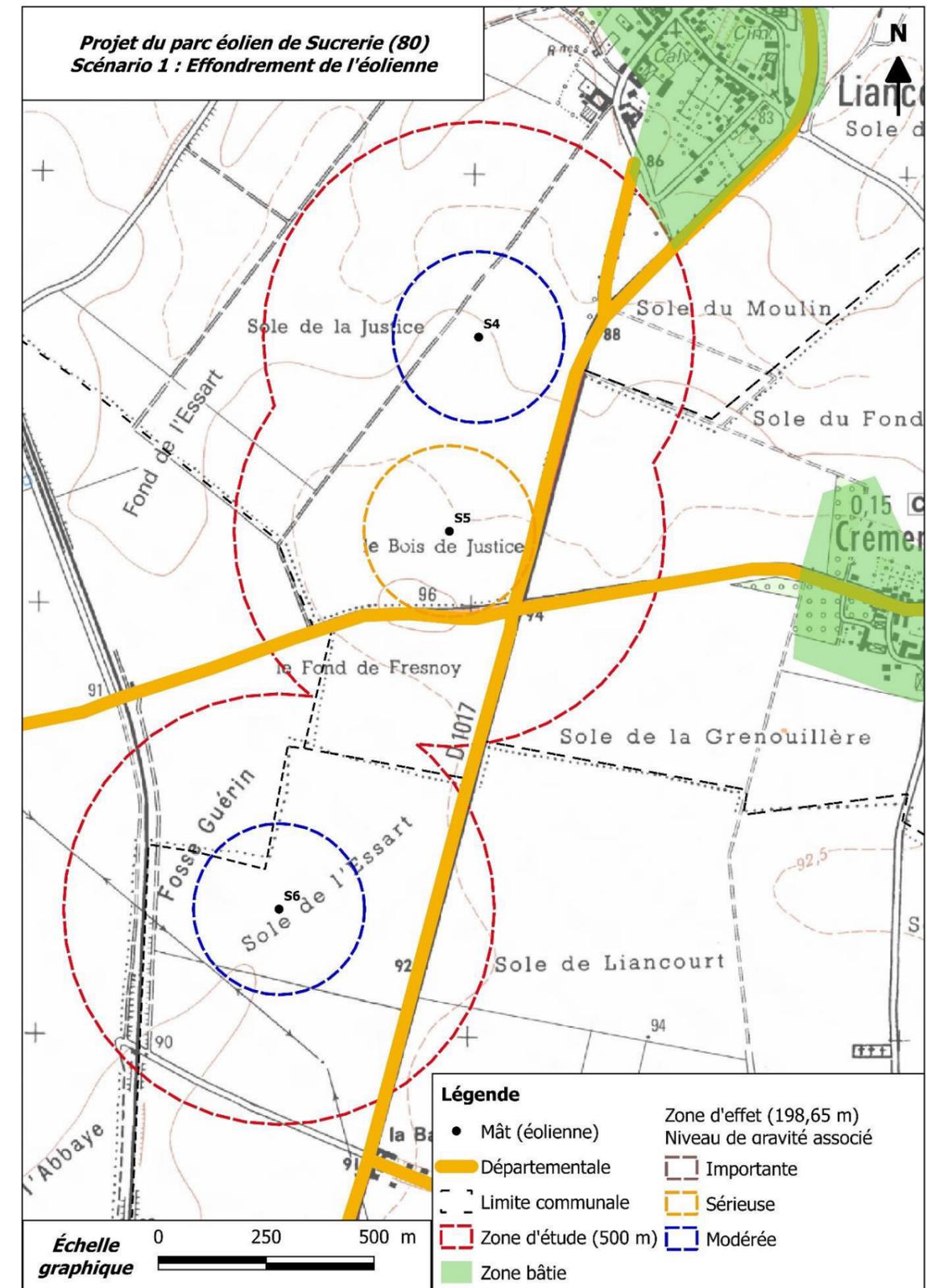
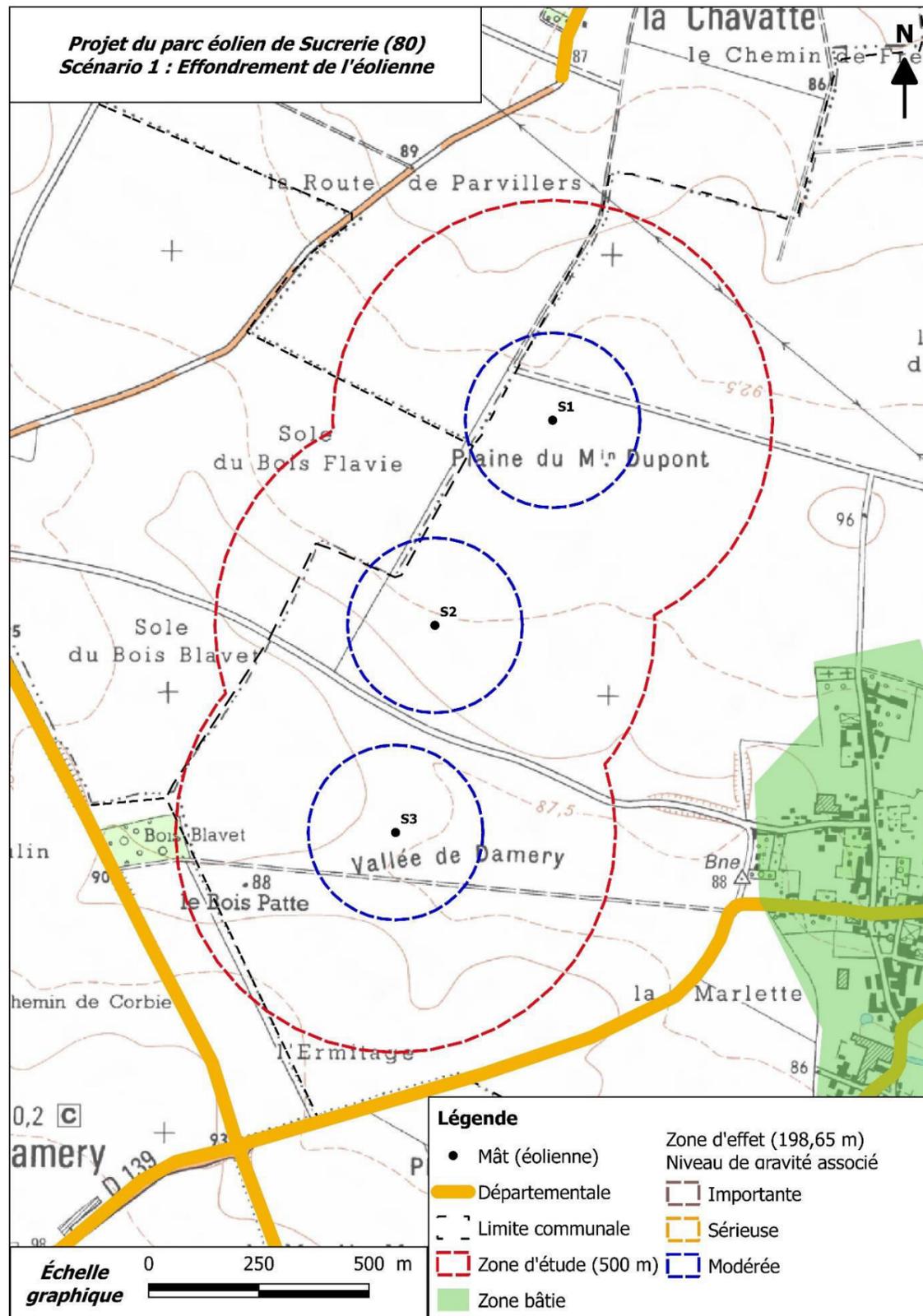
Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur 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 1000 m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)
Rupture de pale	19/07/2008	Eriez-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	Vavillers	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
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
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)
Effondrement	30/05/2010	Port-la-Nouvelle Sigean	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-Coteaux	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
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saon-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)
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
Incendie	03/01/2012	Non Communiqué	Non Communiqué	2,3	2006	Non	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
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas de Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant
Maintenance	06/02/2012	Lehaucourt	Aisne	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Au cours d'une opération de maintenance dans la nacelle d'une éolienne de 100 m de hauteur, un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un gravement (brûlures aux mains et au visage) et l'autre légèrement (brûlures aux mains). Les victimes portaient leurs EPI lors des faits. Un accident similaire s'était produit en 2009 (ARIA 35814)	Non communiqué	ARIA
Projection d'éléments	11/04/2012	Sigean	Aude	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Une éolienne se met en arrêt automatique suite à l'apparition d'un défaut à 10 h. Des agents de maintenance la réarment à 12h14. Un défaut de vibration apparaît 11 minutes plus tard. Sur place, les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m	Foudre	ARIA
Chute de pale	05/2012	Chemin d'Ablis	Eure-et-Loir	52	2008	Oui	Chute d'une pale au pied d'une éolienne en plein champ	Cause en cours d'éclaircissement	Interne / Exploitant
Effondrement	30/05/2012	Port-la-Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut. Construit en 1991, l'aérogénérateur de 200 kW faisait partie des premières installations de ce type en France. Il était à l'arrêt pour réparations au moment des faits. Le site, ouvert au public, est sécurisé	Non communiqué	ARIA
Projection d'élément	01/11/2012	Vieillepesse	Cantal	2,5	2011	Non communiqué	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât, à l'intérieur de la parcelle clôturée du parc de 4 aérogénérateurs de 2,5 MW mis en service en 2011.	Non communiqué	ARIA

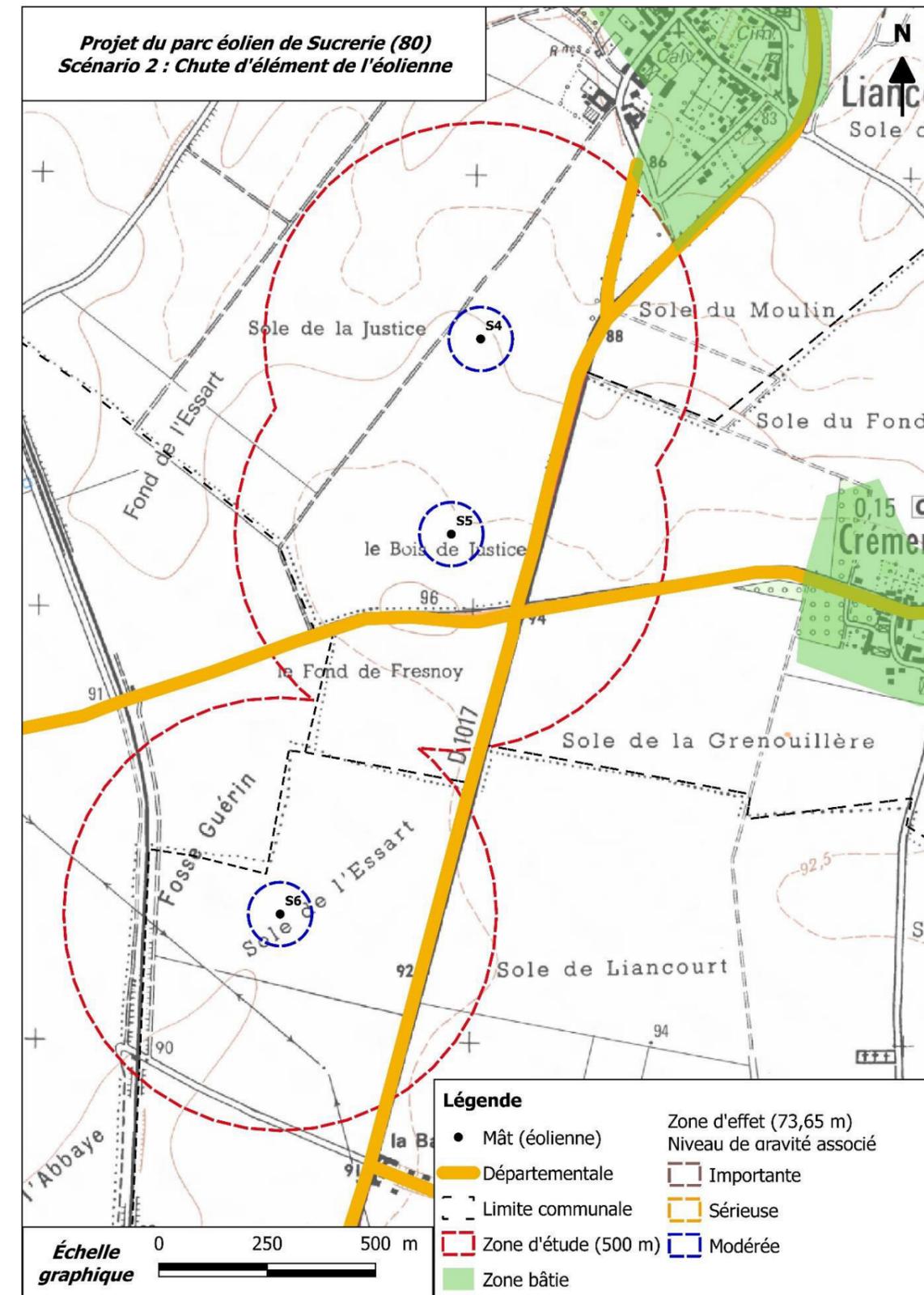
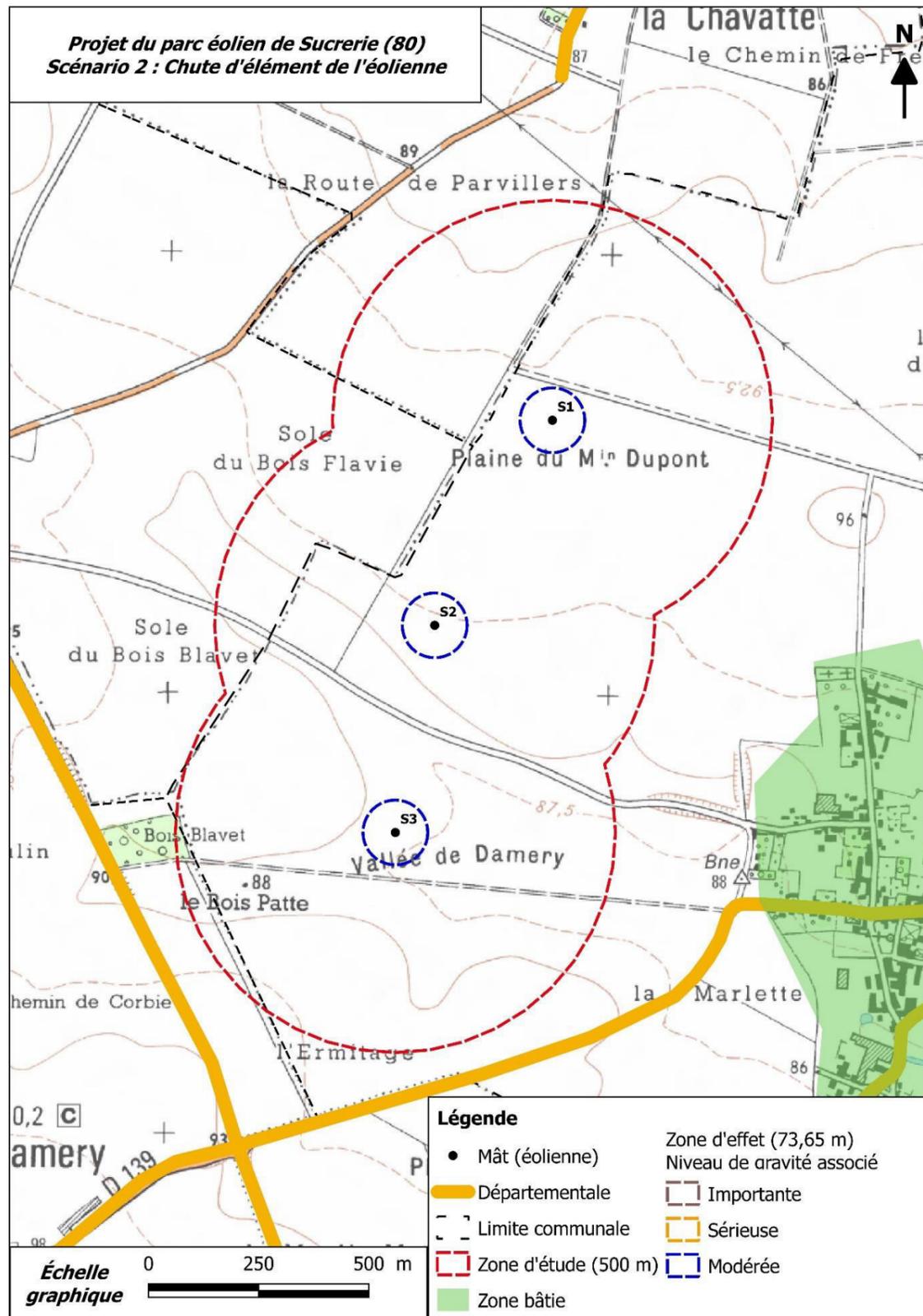
Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information
Incendie	05/11/2012	Sigean	Aude	0,66	Non communiqué	Non communiqué	Le feu s'est déclaré dans l'armoire électrique en pied d'éolienne. Un dysfonctionnement de disjoncteur situé sur l'éolienne a entraîné la propagation de courants de court circuit faisant fondre les câbles et entraînant un départ d'incendie dans la nacelle. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied pourrait avoir agi comme circonstance aggravante.	Non communiqué	ARIA
Chute de pale	06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	A la suite d'un défaut de vibration détecté à 19h05, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain à 9 h, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât. L'éolienne est mise en sécurité (2 pales restantes mises en drapeau, blocage du rotor, inspection du moyeu). Un périmètre de sécurité de 30 m est établi au pied de l'éolienne et la municipalité interdit l'accès à la zone. L'accident est déclaré à l'inspection des installations classées 48 h plus tard. L'une des pales de cette éolienne avait déjà connu un problème de fixation en novembre 2011. Les fixations de cette pale au moyeu avaient été remplacées et le serrage des vis des 2 autres avait été contrôlé en avril 2012. La veille du défaut de vibration, la machine s'était arrêtée après la détection d'un échauffement du frein et d'une vitesse de rotation excessive de la génératrice. Un technicien l'avait remise en service le matin même de l'accident sans avoir constaté de défaut.	Non communiqué	ARIA
Incendie	17/03/2013	Euvy	Marne	Non communiqué	2011	Non communiqué	Des usagers de la N4 signalent vers 15h30 un feu dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant arrête 7 des 18 aérogénérateurs du parc. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. Des pompiers spécialisés dans l'intervention en milieux périlleux éteignent le feu en 1 h. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols. Le parc, mis en service en 2011, avait déjà connu un incendie quelques mois plus tôt selon la presse.	Défaillance électrique	ARIA
Déchirure de pale	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Un impact de foudre endommage vers 15h30 une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées.	Foudre	ARIA
Maintenance	01/07/2013	Cambon-et-Salvergues	Hérault	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient. L'intervention porte sur l'appoint en azote d'un accumulateur sous pression. Suite à cet accident l'exploitant modifie ses procédures de maintenance et renforce la formation des techniciens sur les aspects risques. Pour l'heure, il suspend les opérations de remplissage des accumulateurs dans les hubs d'éolienne et fait réaliser cette opération en atelier. Une modification des accumulateurs est également envisagée pour utiliser des modèles avec vanne intégrée.	Défaillances organisationnelles	ARIA
Perte d'huile	03/08/2014	Moréac	Morbihan	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique. Le produit pollue le sol sur 80 m². 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.	Incident de maintenance	ARIA
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	2,5	Non communiqué	Non communiqué	Incendie de la nacelle (rotor intact)	Incident électrique	ARIA
Chute de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Arrêt automatique à la suite d'un défaut « vibration ». Chute d'une pale de 20 m au pied du mât	Non communiqué	ARIA

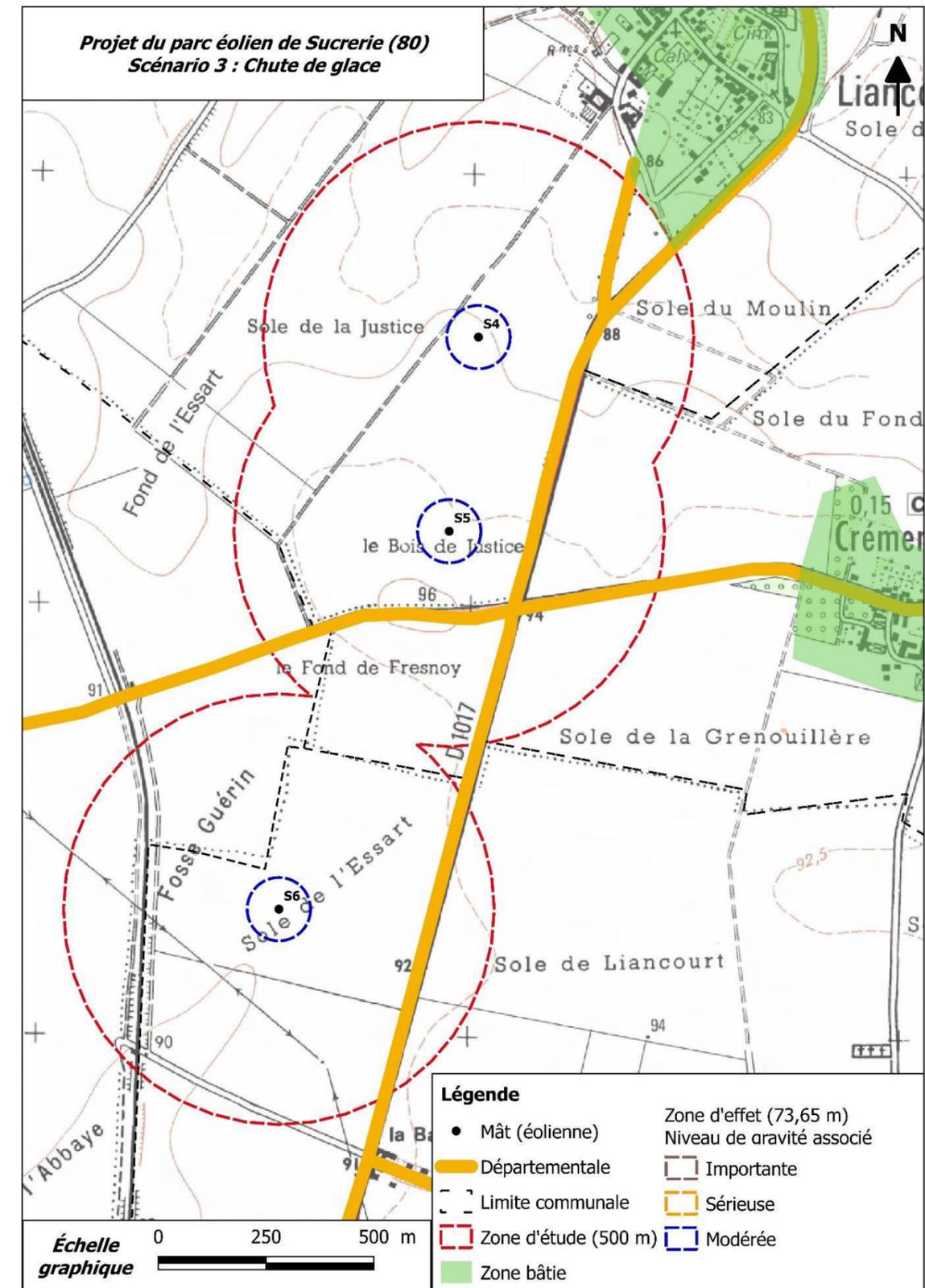
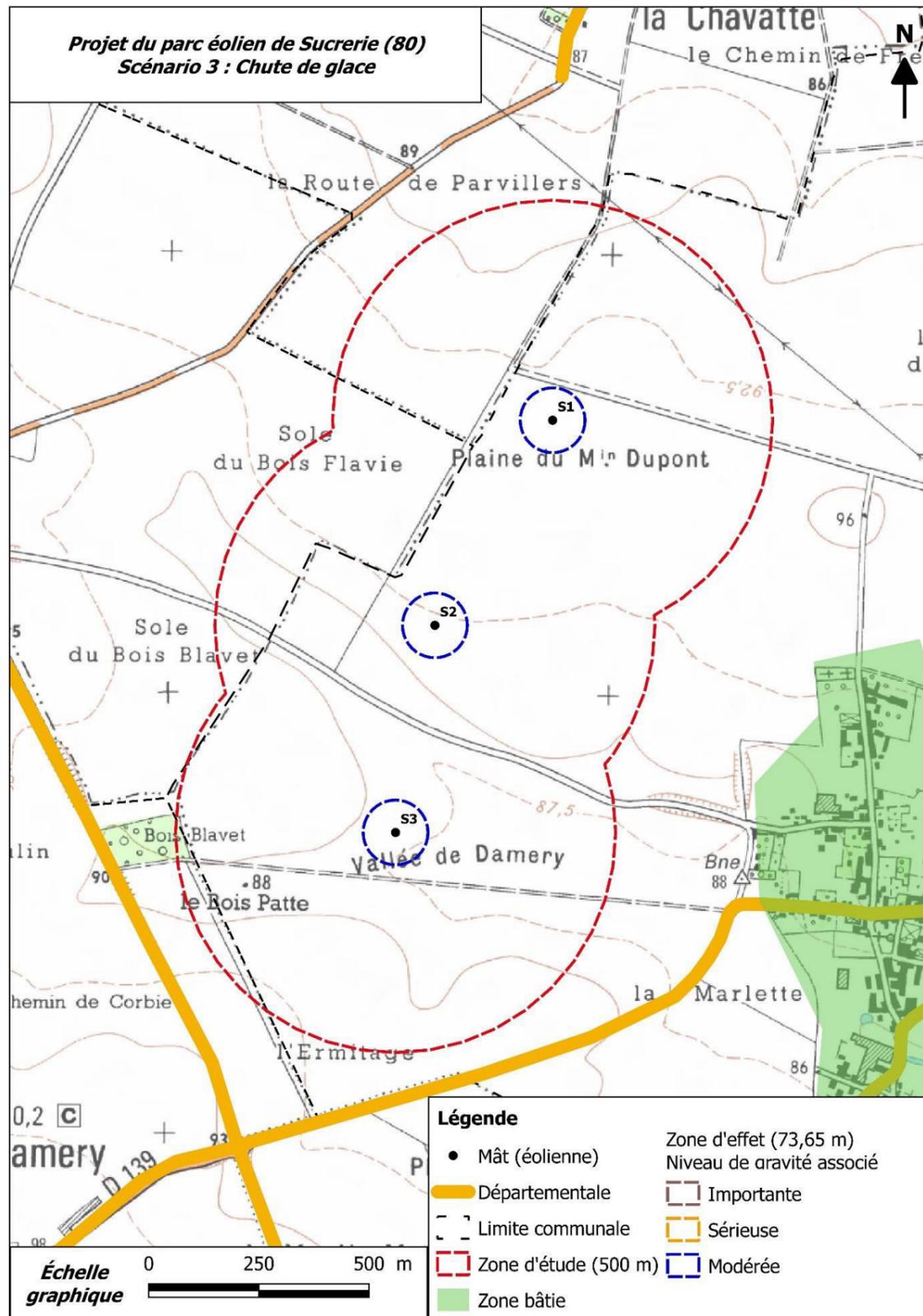
ANNEXE 2

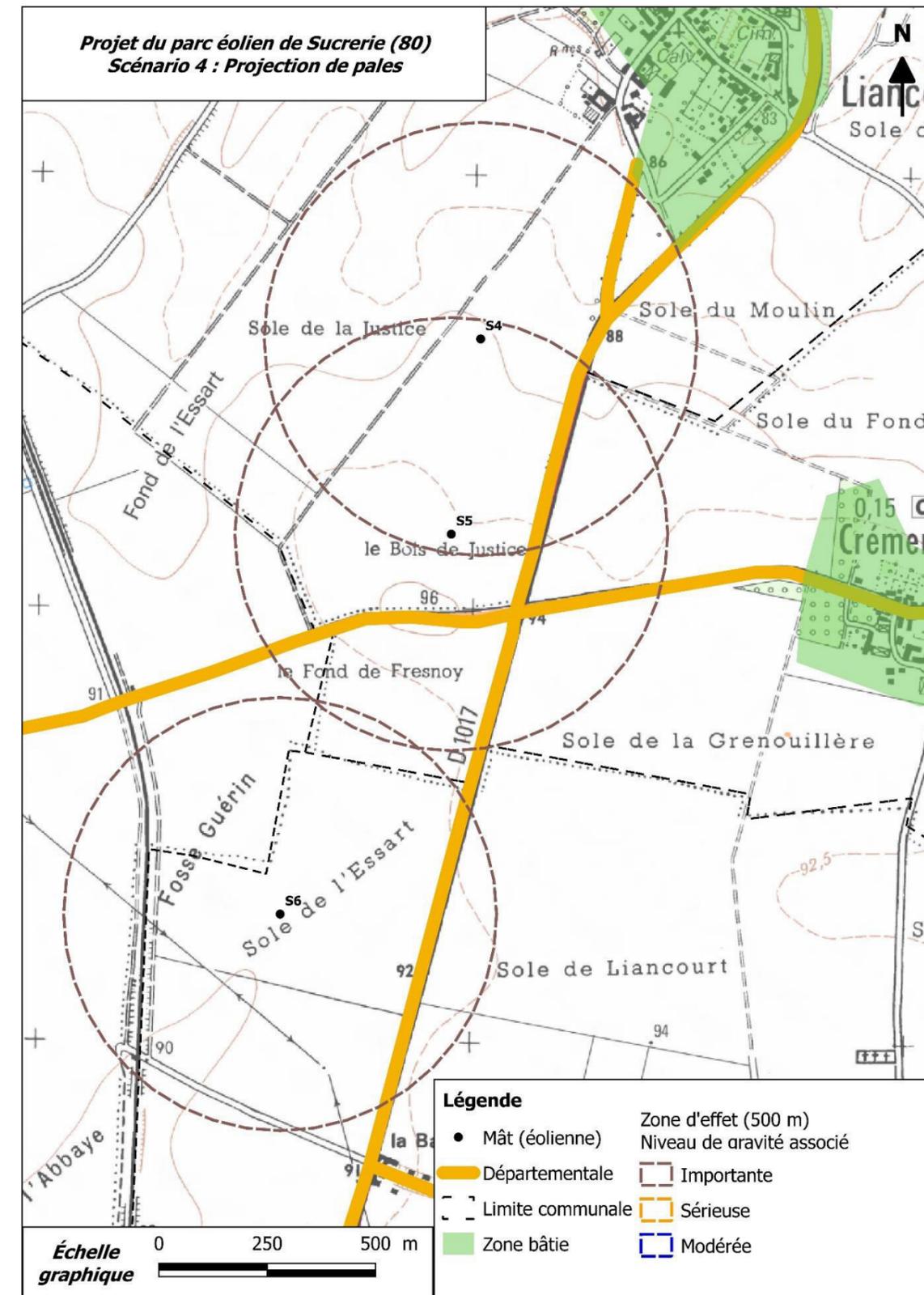
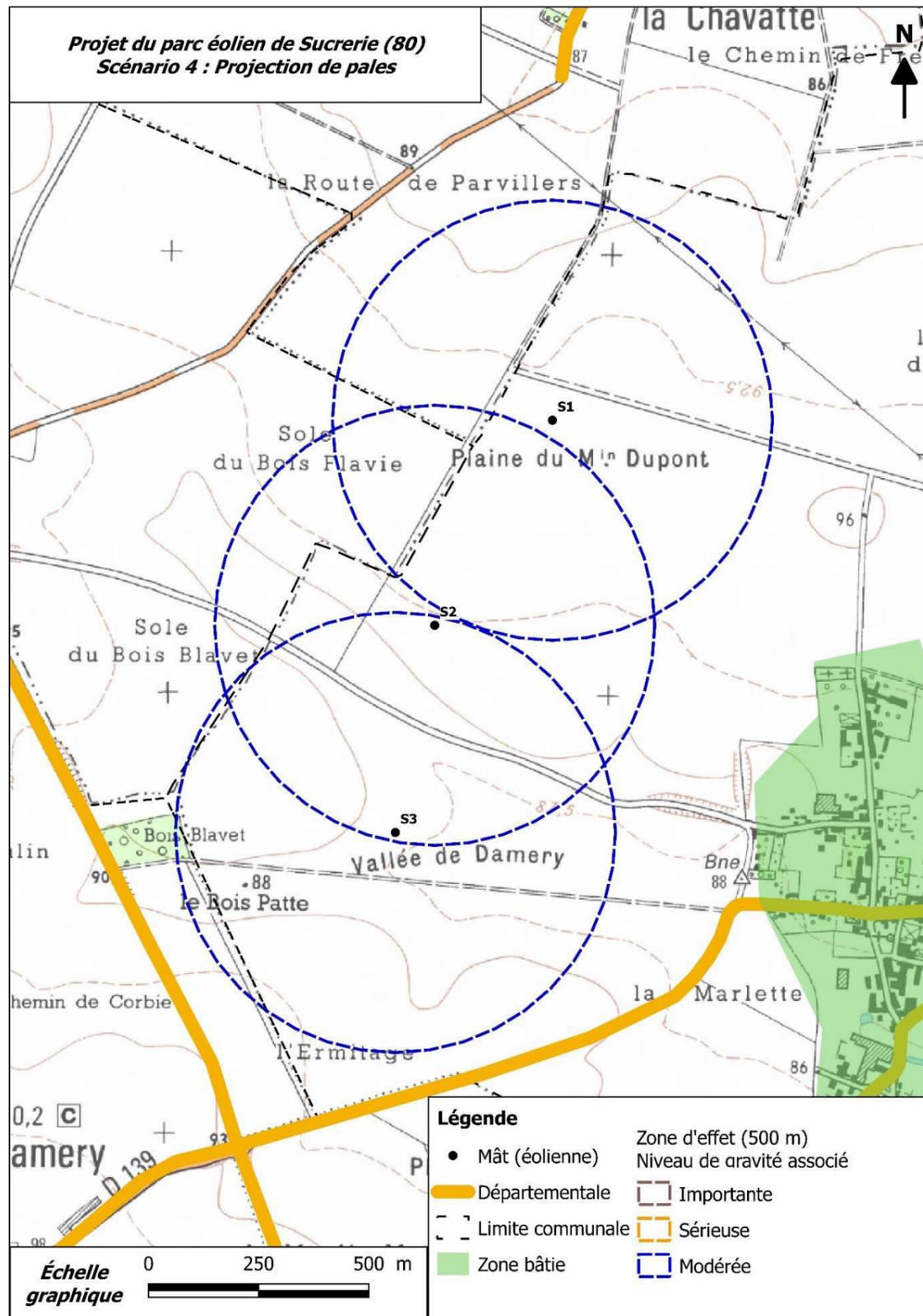
Cartographies des zones d'effet des phénomènes dangereux étudiés

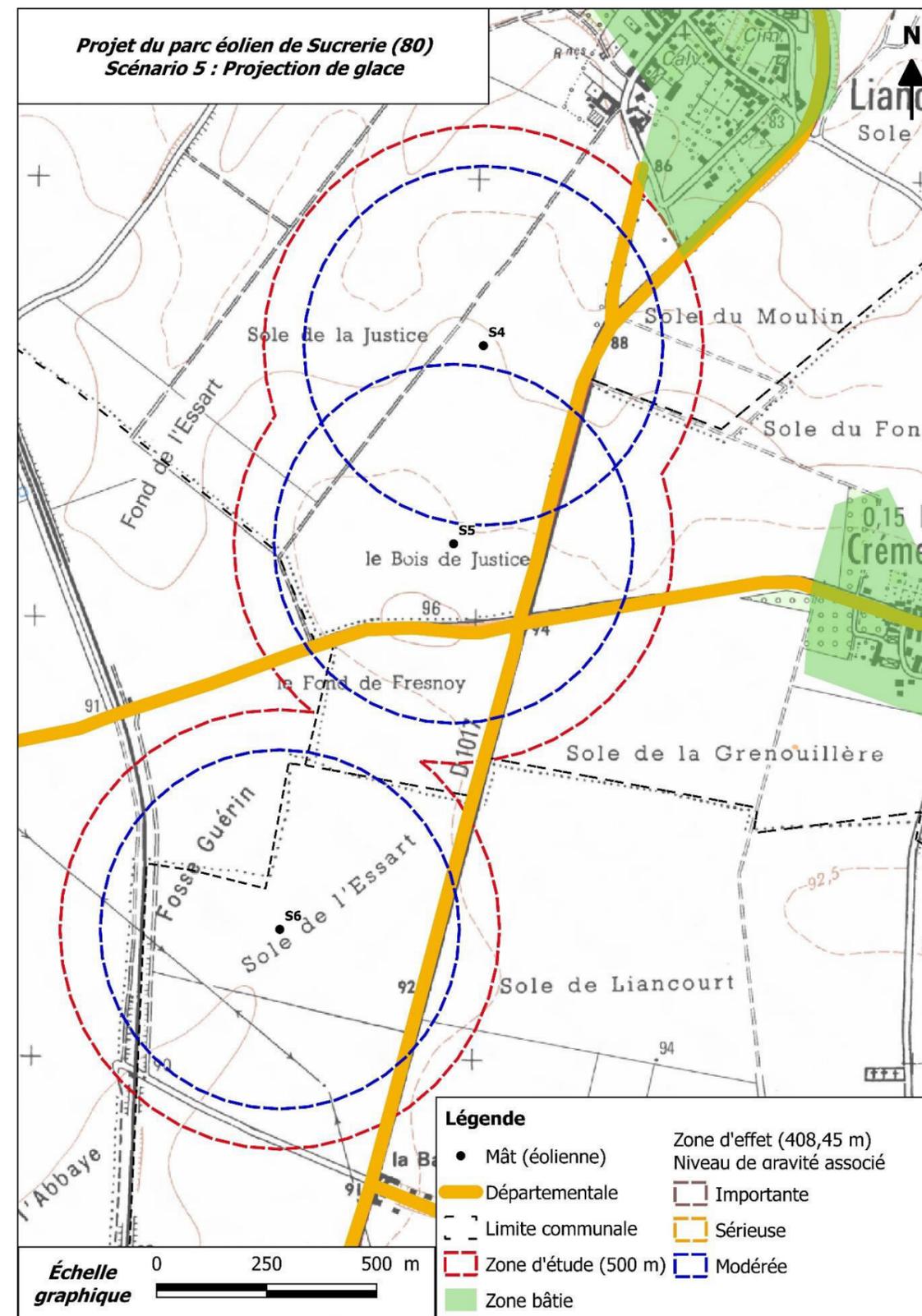
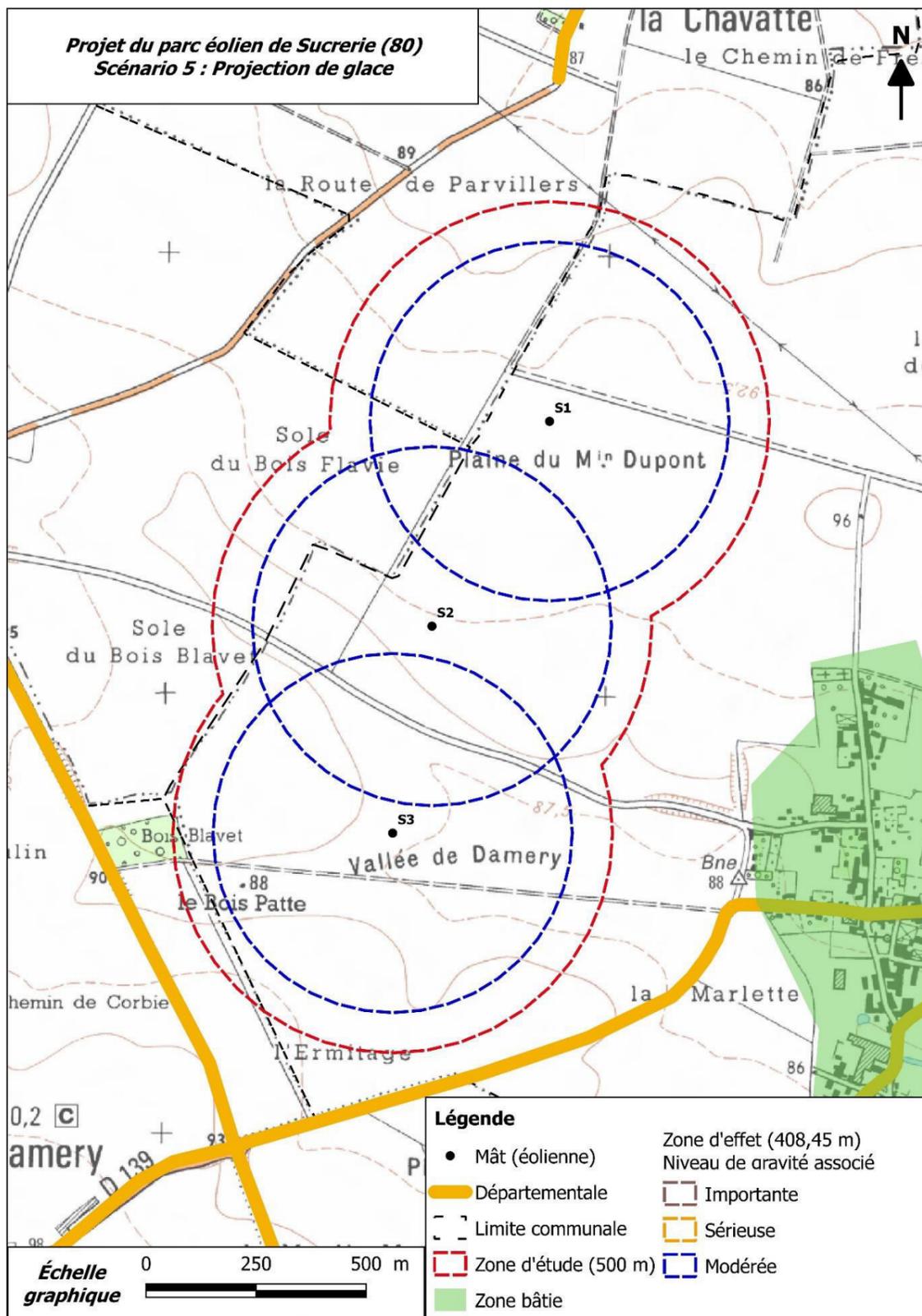
- Carte 1 - Effondrement de l'éolienne
- Carte 2 - Chute d'élément de l'éolienne
- Carte 3 - Chute de glace
- Carte 4 - Projection de pales
- Carte 5 - Projection de glace











ANNEXE 3

Cartographies de synthèse

- Carte 6 : Synthèse des risques / classe de gravité pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
- Carte 7 : Synthèse des risques / degré d'exposition (intensité) et nombre de personnes permanentes exposées pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios

