

Dossier d'Enquête Publique :

Volume 3 – Etude de Dangers



Janvier 2023

C.E.P.E. Les Chesnuts

Dossier de demande d'Autorisation
Environnementale - Enquête Publique



La **CEPE CHESNOTS** est une société par actions simplifiée à associée unique ayant son siège social au 330, rue du Mourelet, Z.I. de Courtine, 84000 Avignon, enregistrée au Registre du Commerce et des Sociétés d'Avignon sous le numéro 838 048 650 (ci-après dénommée « **CEPE CHESNOTS** »). La **CEPE CHESNOTS** est une filiale de Q ENERGY France, anciennement dénommée RES SAS.

La société CEPE CHESNOTS, filiale de Q ENERGY France, anciennement dénommée RES S.A.S., s'appuiera naturellement sur les capacités techniques de sa société mère. Pour mémoire, Q ENERGY France, autrefois affiliée au Groupe RES, est désormais une entreprise de la holding européenne Q ENERGY Solutions, créée en 2021 par Hanwha Solutions dans l'objectif de conduire à la prochaine génération de production d'énergie verte et flexible en Europe. Basée à Berlin, Q ENERGY Solutions est une société sœur de Q CELLS, fabricant de modules photovoltaïques reconnu à travers le monde.

Au 1^{er} mars 2022, RES SAS change de nom et d'identité visuelle pour devenir Q ENERGY France. La structure Q ENERGY France ne change pas : il y a une continuité de l'existence juridique, financière et humaine de l'ancienne dénomination, RES SAS.

AVANT PROPOS

La CEPE CHESNOTS S.A.S. est une société à responsabilité limitée ayant son siège social au 330, rue du Mourelet, Z.I. de Courtine, 84000 Avignon, enregistrée au Registre du Commerce et des Sociétés d'Avignon sous le numéro 838 048 650 R.C.S. Avignon, représentée par Monsieur Matthieu GUERARD, co-gérant. La CEPE CHESNOTS SAS est une filiale de RES SAS qui en détient l'intégralité du capital social.

La CEPE CHESNOTS SAS a le plaisir de vous soumettre le dossier de demande d'autorisation environnementale relatif à la centrale éolienne des Chesnots sur la commune d'Éragny-sur-Epte qui se compose des pièces suivantes :

Volume 1 – Description de la demande et pièces administratives et réglementaires

Volume 2 – Étude d'Impact sur l'Environnement

Volume 3 – Etude de Dangers

Volume 4 – Expertises spécifiques

Volume 5 – Note de présentation non technique

Le présent volume 3/5 du dossier, constitue l'Étude de Dangers du projet éolien

SOMMAIRE

1.1	Objectifs de l'étude de dangers.....	5
1.2	Contexte législatif et réglementaire.....	5
1.3	Nomenclature des installations classées	6
1.4	Auteurs de l'étude.....	6
2.1	Renseignements administratifs.....	7
2.2	Localisation du site	7
2.3	Définition de l'aire d'étude.....	9
3.1	Environnement naturel.....	11
3.2	Environnement humain.....	20
3.3	Environnement matériel.....	23
3.4	Cartographie de synthèse.....	24
4.1	Caractéristiques de l'installation.....	27
4.2	Fonctionnement de l'Installation.....	31
4.3	Fonctionnement des réseaux de l'installation.....	34
5.1	Potentiels de dangers liés aux produits.....	36
5.2	Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation.....	36
5.3	Réduction des potentiels de dangers à la source.....	37
6.1	Inventaire des accidents et incidents à l'international.....	38
6.2	Inventaire des incidents et accidents en France.....	39
6.3	Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	39
6.4	Limites d'utilisation de l'accidentologie.....	40
7.1	Objectif de l'analyse préliminaire des risques	41
7.2	Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	41
7.3	Recensement des agressions externes potentielles	42
7.4	Analyse générique des risques liés aux agressions externes potentielles.....	43
7.5	Effets dominos.....	46

7.6	Mise en place des mesures de sécurité	46
7.7	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	50
8.1	Rappels des définitions	51
8.2	Caractérisation des scénarii retenus	55
8.3	Synthèse de l'étude détaillée des risques	66
8.4	Cartographie des risques	67
10.1	Annexe 1 – Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne	75
10.2	Annexe 2 – Tableau de l'accidentologie française	77
10.3	Annexe 3 – Scénarii génériques issus de l'analyse préliminaire des risques	87
10.4	Annexe 4 – Probabilité d'atteinte et Risque individuel	90
10.5	Annexe 5 –Glossaire	91
10.6	Annexe 6 – Bibliographie et références utilisées	93

1 PREAMBULE

1.1 Objectifs de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objectif de démontrer, dans le cadre d'un projet de parc éolien, la maîtrise du risque par l'exploitant du parc.

S'agissant du parc éolien des Chesnots, l'étude rendra compte de la prise en considération par la CEPE CHESNOTS SAS de l'examen effectué par Sinergia Sud pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc, 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.

L'étude de dangers est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc éolien des Chesnots.

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 à la complexité des installations et de leurs risques.

Ainsi, l'étude comporte une analyse des risques présentant les différents scénarii d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarii 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 ainsi que de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Enfin, elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien des Chesnots, qui réduisent le risque, à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes, à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

L'étude de dangers 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 d'optimiser la politique de prévention ;
- favoriser le dialogue technique avec les autorités d'inspection pour la prise en compte des parades techniques et organisationnelles dans l'arrêté d'autorisation ;
- informer le public dans la meilleure transparence possible en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques.

1.2 Contexte législatif et réglementaire

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

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation [10] fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarii 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.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article R. 512-9 du Code de l'environnement :

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

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

1.3 Nomenclature des installations classées

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

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

Le parc éolien des Chesnots comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (6 aérogénérateurs d'une hauteur de 180 m bout de pales maximum) : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

1.4 Auteurs de l'étude

Ce dossier a été élaboré par :

- **Sinergia Sud**
 - Nicolas YAKOVLEFF, chef de projets Territoire-Énergie-Environnement
 - Rudy TABART, responsable de projets Territoire-Énergie-Environnement
- **RES** qui a réalisé les études pour le compte de la CEPE CHESNOTS SAS, société porteuse du projet
 - Alain MEYER, Ingénieur Bureau d'Études ;
 - Thomas DE SORDI, Chargé d'Affaires Environnement.
 - Mathilde AUROUX, Géomaticienne

La CEPE CHESNOTS SAS, filiale à 100% de RES SAS (voir volume 1), s'est appuyée naturellement sur les capacités techniques de sa société mère pour la réalisation du présent dossier de demande d'autorisation. Elle s'appuiera également sur les compétences et capacités techniques de RES tant pour la construction du parc éolien que pour l'exploitation du parc.

L'ensemble des données concernant les installations, leurs modes de fonctionnement et les modes d'exploitation ont été fournies par RES, qui en assume la responsabilité et en assure l'authenticité.

2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1 Renseignements administratifs

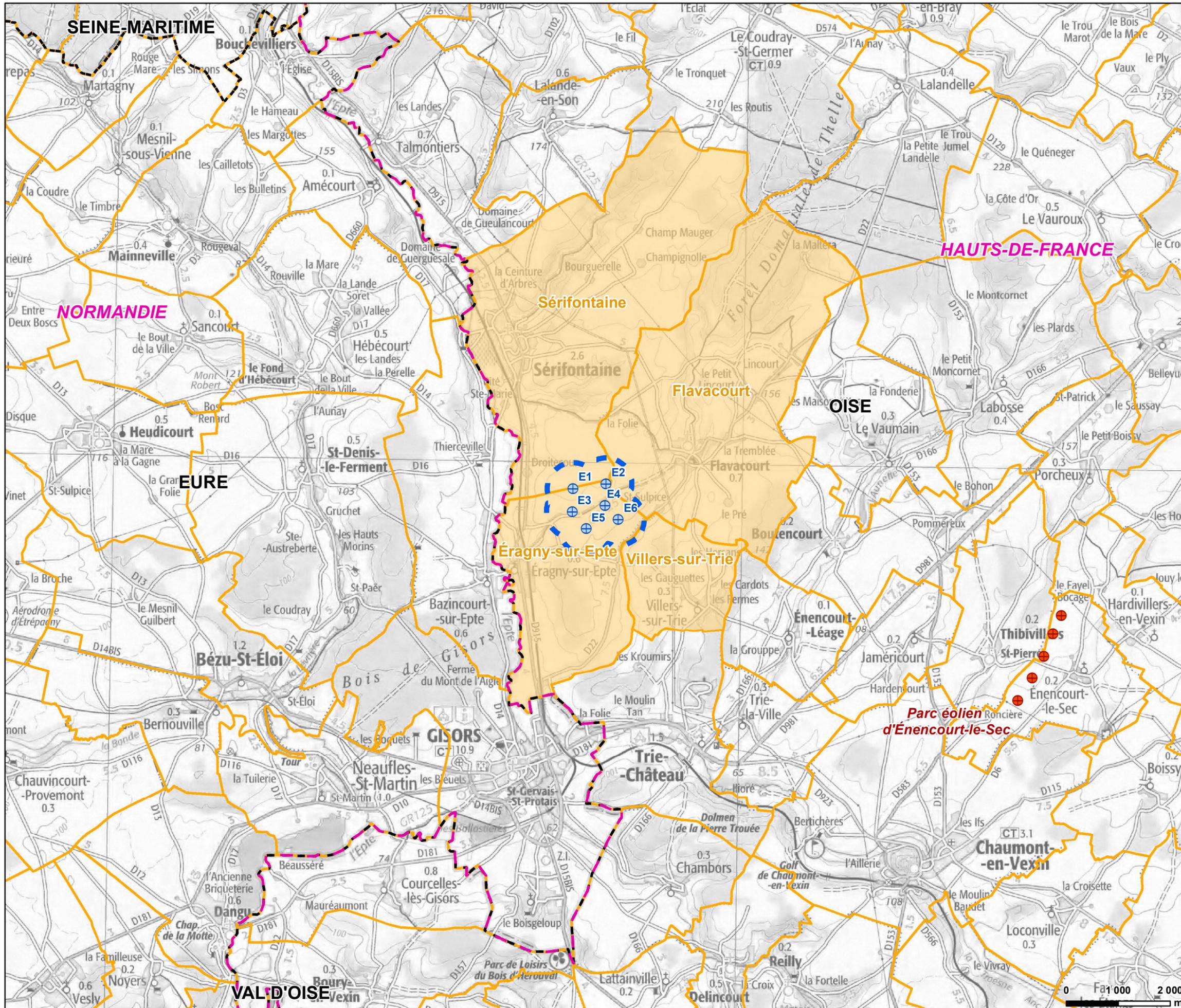
L'identité du porteur de projet et de l'exploitant de l'installation projetée est la même. Elle est précisée ci-après :

Dénomination	C.E.P.E. CHESNOTS
Raison sociale	SAS
Numéro d'immatriculation au RCS	R.C.S. Avignon 838 048 650
Représentant de la personne morale Qualité	M. MATTHIEU GUERARD Co-Gérant
Adresse	ZI de Courtine 330 rue du Mourelet 84000 AVIGNON
Téléphone	04.32.76.03.00

2.2 Localisation du site

Le parc éolien des Chesnots est composé de 6 aérogénérateurs et de 2 postes de livraison. Il est situé sur la commune d'Éragny-sur-Epte, dans le département de l'Oise (60), en région Hauts-de-France.

Une carte de localisation du site est présentée à la page suivante.



Projet

- ⊕ Éolienne
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Contexte éolien

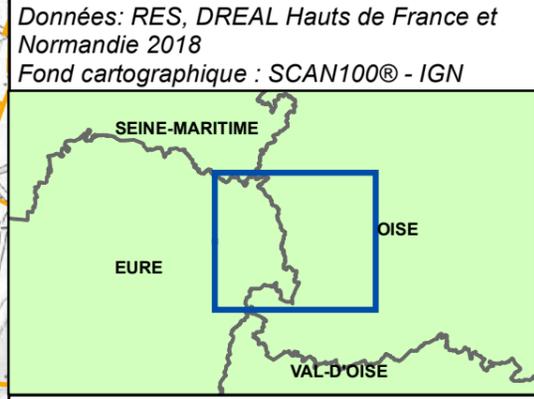
État d'avancement

- Refusé

Limites administratives

- Commune concernée par l'aire d'étude de dangers
- ▭ Limite communale
- ▭ Limite départementale
- ▭ Limite régionale

Données: RES, DREAL Hauts de France et Normandie 2018
Fond cartographique : SCAN100® - IGN



Projet éolien des Chesnots

Localisation générale du site

FORMAT	A3
ECHELLE	1:70 000
COORDS	L93
DATE	050618

SCAN100® - Copyright IGN
Reproduction interdite.



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, le périmètre sur lequel porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

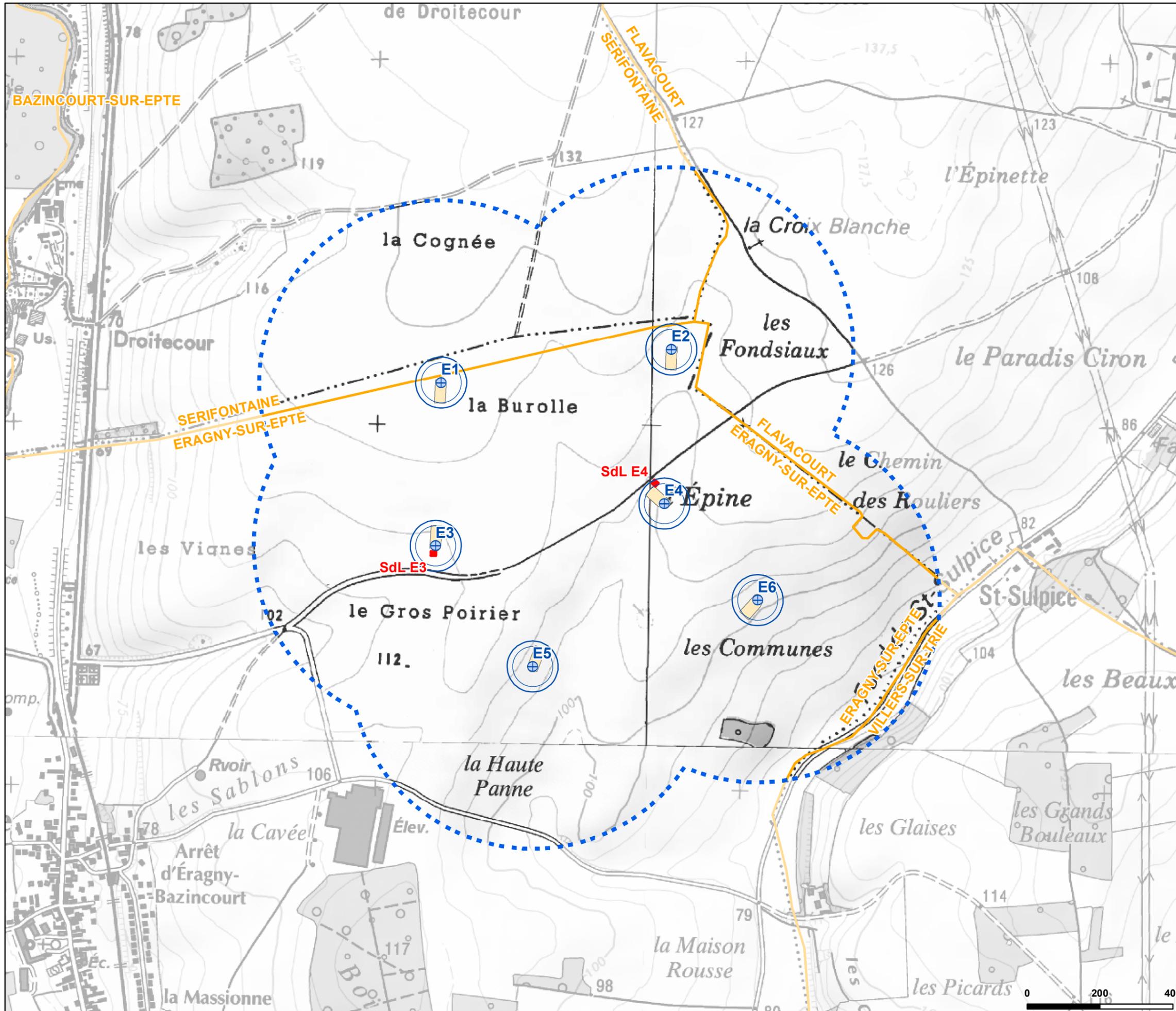
Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 9.2.4.

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

L'aire d'étude globale des dangers regroupe le territoire de 4 communes :

- Éragny-sur-Epte ;
- Sérifontaine ;
- Flavacourt ;
- Villers-sur-Trie.

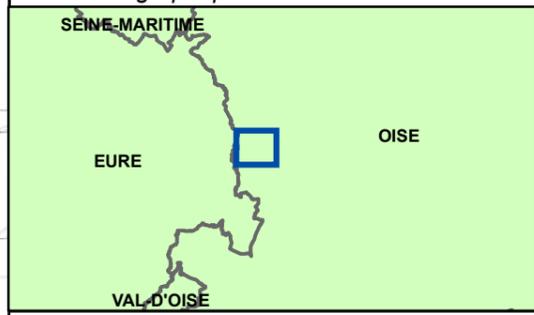
Une carte de situation de l'installation est présentée à la page suivante.



- Projet**
- Éolienne
 - Périmètre de l'aire d'étude de dangers
 - Surplomb de 55 m min et 70 max
 - Structure de livraison (SdL)
 - Plateforme
- Limite communale**
- Limite communale



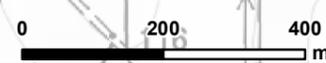
Données: RES
Fond cartographique : SCAN25® - IGN



Projet éolien des Chesnots

Définition de l'aire d'étude de dangers

FORMAT	A3
ECHELLE	1:10 000
COORDS	L93
DATE	050618



SCAN25® - Copyright IGN
Reproduction interdite.

3 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de décrire l'environnement dans l'aire d'étude de l'installation, afin d'identifier les principaux intérêts à protéger (enjeux) et les facteurs de risque que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels). En conclusion de ce chapitre, une cartographie de synthèse permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans l'aire d'étude (nombre de personnes exposées par secteur (champs, routes, habitations...) et localisation des biens, infrastructures et autres établissements).

3.1 Environnement naturel¹

3.1.1 Contexte climatique

De par la proximité de la Manche à l'Ouest, le département de l'Oise bénéficie d'un climat océanique tempéré (également qualifié de dégradé) caractérisé par des variations de températures relativement modérées assurant des hivers doux, des étés chauds mais sans excès, et des saisons intermédiaires longues.

Les données présentées ci-dessous proviennent de la station météorologique la plus proche du site étudié et disposant de conditions climatiques similaires, celle de la ville Beauvais-Tillé (60) située à environ 25 km au nord-est de l'aire d'étude immédiate (AEI) à une altitude de 89 m.

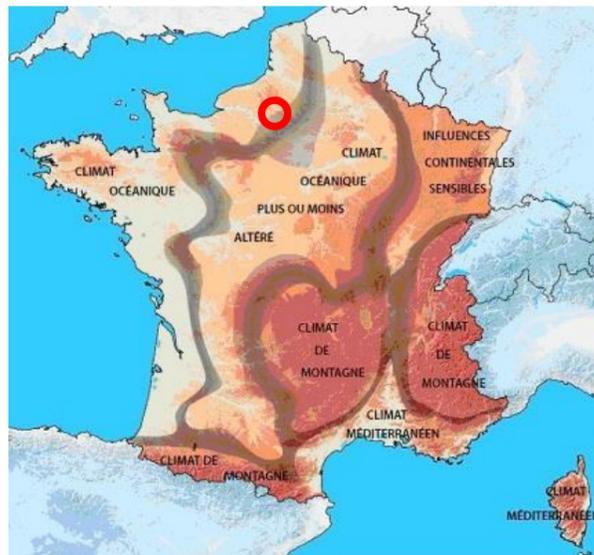


Figure 1 : Les zones climatiques en France et la localisation de l'aire d'étude du projet des Chesnots (Source : Météo-France)

Précipitations

Le tableau suivant résume les principales données pluviométriques enregistrées entre 1981 et 2010 pour les hauteurs mensuelles moyennes et sur la période du 01 novembre 1944 au 01 août 2017 pour les hauteurs quotidiennes maximales (valeurs en millimètres). Chaque année, il tombe en moyenne 669,4 mm de pluie à Beauvais ; le secteur est donc relativement peu arrosé en comparaison du territoire métropolitain dont la moyenne des précipitations annuelles s'élève à 889 mm.

Les pluies tombent tout au long de l'année (en moyenne un jour sur trois) avec une activité maximale constatée à la fin de l'automne/début de l'hiver ainsi qu'à la fin du printemps. La saisonnalité des précipitations est peu marquée puisqu'il tombe seulement 23,1 mm de pluie en plus entre le mois le plus sec et le mois le plus arrosé : 45,5 mm en février et 68,6 mm en décembre.

Concernant les événements exceptionnels, la pluviométrie maximale enregistrée sur 24 heures a été de 64,7 mm ; elle correspond à un fort épisode orageux survenu au mois de juillet 1953.

Précipitations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Hauteur mensuelle moyenne	57,5	45,5	53,4	48,6	58,9	57,1	54	51,7	54,2	63,8	56,1	68,6	669,4
Maxi quotidien absolu	27,8	27,2	30	23,2	40,5	43,2	64,7	46,8	58,1	45,6	36,9	33,4	64,7

Figure 2 : Données pluviométriques enregistrées sur la station de Beauvais-Tillé (Source : Météo-France)

¹ Données issues de l'étude d'impact sur l'environnement (VOLUME 4) du dossier de demande d'autorisation environnementale.

Températures et ensoleillement

Le tableau suivant présente les moyennes des températures maximales et minimales quotidiennes, mois par mois, dressées à partir des données de Météo-France sur la période 1981 – 2010 (valeurs en °C) :

Températures	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Moyenne mini	1	0,9	3	4,5	8	10,8	12,9	12,8	10,2	7,6	3,9	1,5	6,5
Moyenne maxi	6,3	7,3	11,1	14,3	18,2	21,2	23,9	23,9	20,2	15,5	10,1	6,6	14,9

Figure 3 : Moyennes mensuelles des températures extrêmes quotidiennes sur la période 1981-2010 (Source : Météo France)

Les températures les plus extrêmes mesurées sont de -19,7°C (enregistrée le 28 janvier 1954) et de 39°C (enregistrée le 06 août 2003). Une telle amplitude (58,7°C) témoigne d'un certain éloignement des côtes maritimes et d'une influence continentale.

Le tableau suivant indique la durée moyenne mensuelle d'ensoleillement en heures ainsi que la moyenne pour une année sur la période 1991 à 2010 à Beauvais-Tillé.

Ensoleillement mensuel (en heures)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
	65,2	76,7	124	171,5	198,9	211,8	217,4	210,1	162	112,2	66,9	52,6	1669,4

Figure 4 : Durée d'insolation mensuelle moyenne sur la période 1991-2010 (Source : Météo France)

En considérant la durée d'insolation moyenne maximale de 12 heures quotidiennes, soit 4380 heures sur une année, on en déduit **une fraction d'insolation de 38,1 %**. La fraction d'insolation correspond au rapport entre la durée d'ensoleillement mesurée et la durée d'ensoleillement moyenne maximale.

Les vents

La carte suivante présente le potentiel éolien à l'échelle de la France. Le pays dispose du deuxième gisement éolien d'Europe.

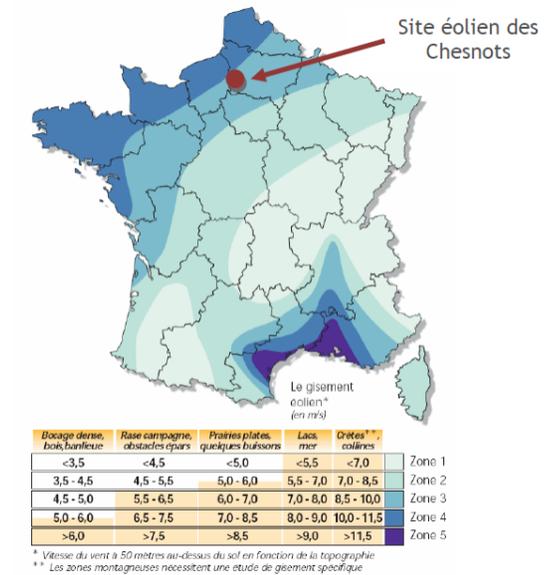


Figure 5 : Carte du gisement éolien en France (Source : Sylvidra.fr)

L'aire d'étude immédiate, située en secteur agricole avec obstacles épars, est localisée en zone 3, caractérisée par une vitesse moyenne annuelle des vents généralement comprise entre 5,5 et 6,5 m/s, à 50 m de hauteur.

Le site Windfinder permet d'obtenir des informations plus précises de la vitesse et de la direction des vents à proximité de l'aire d'étude. Les statistiques sont basées sur des observations journalières entre juillet 2002 et mai 2018. La rose des vents suivante indique la fréquence relative (%) des directions du vent par vitesse sur l'année au niveau de la station météo de l'Aéroport Beauvais-Tillé.

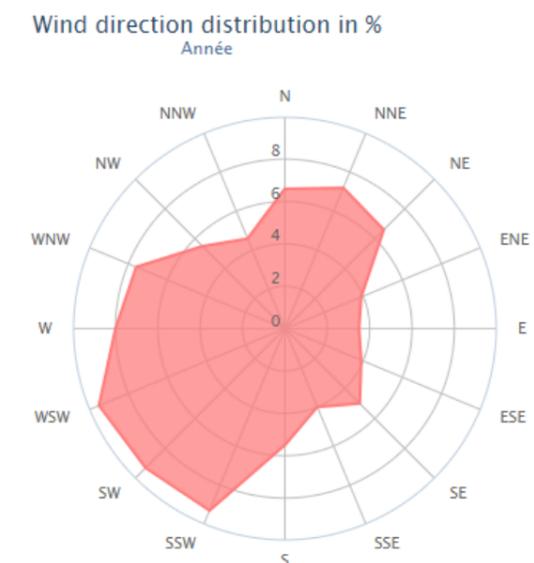


Figure 6 : Rose des vents à proximité du site d'étude (Source : Windfinder)

Ainsi, sur ce secteur, les vents proviennent donc de deux directions privilégiées :

- Sud-Ouest et Ouest : ce sont les vents les plus fréquents. Ils proviennent de l'Océan Atlantique. Ils amènent les précipitations et la douceur. On les rencontre plus couramment en hiver.,
- Nord-Est : ces vents de type on-shore sont un peu moins fréquents et plus calmes que les précédents. Ils proviennent des zones polaires et sibériennes amenant ainsi un air sec et froid. On les rencontre plus couramment en hiver.

3.1.2 Risques naturels

Le site internet « <http://www.georisques.gouv.fr/> » du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire permet d'identifier les risques majeurs présents sur le territoire d'une commune. Les données fournies ont été complétées par l'analyse du Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) de l'Oise approuvé en juillet 2017.

Commune	Sismicité	Inondation	Mouvement de Terrain ; Cavités souterraines ; RGA	Événements reconnus en l'état de catastrophe naturelle
Éragny-sur-Epte	Zone 1	AZI « Epte »	- 1 glissement - 1 ouvrage civil et 1 carrière - RGA nul à fort	- 1 « Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain » - 1 « Inondations par remontées de nappes phréatiques »
Sérifontaine	Zone 1	AZI « Epte »	- RGA nul à faible	- 1 « Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain » - 2 « Inondations et coulées de boue »
Villers-sur-Trie	Zone 1	-	- RGA nul à fort	- 1 « Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain » - 1 « Inondations par remontées de nappes phréatiques »
Flavacourt	Zone 1	-	- RGA nul à fort	- 1 « Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain » - 2 « Inondations et coulées de boue » - 1 « Inondations par remontées de nappes phréatiques »

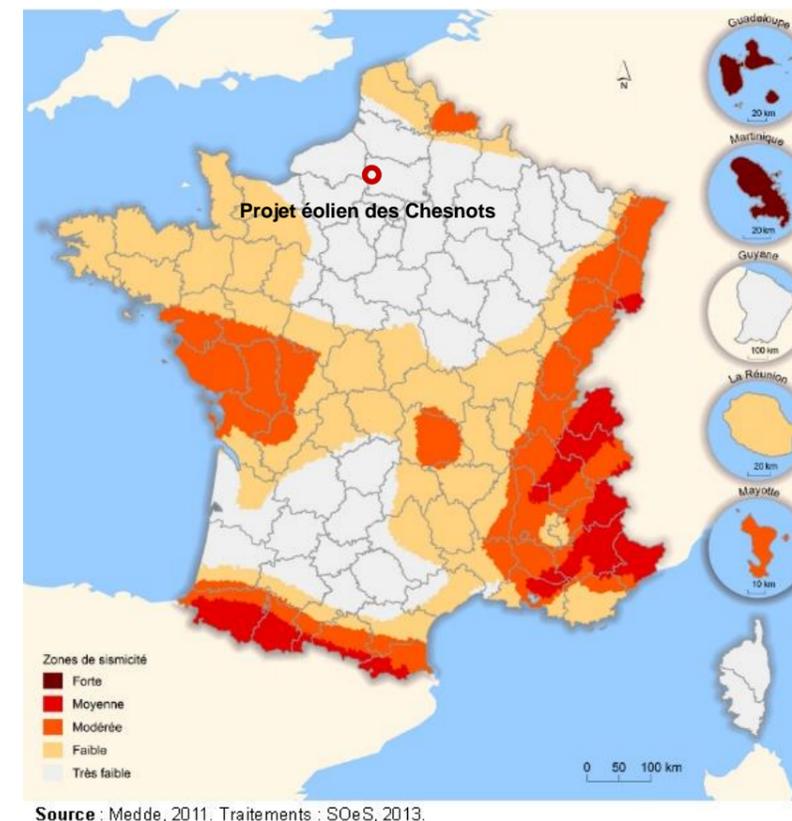
Sismicité

Concernant le risque de séisme, le décret du 22 octobre 2010 a introduit le nouveau zonage sismique de la France.

L'article R.563-4 du code de l'environnement est donc modifié et stipule désormais que pour l'application des mesures de prévention du risque sismique aux bâtiments, équipements et installations de la classe dite « à risque normal », le territoire est divisé en cinq zones de sismicité croissante :

- Sismicité 1 (très faible) ;
- Sismicité 2 (faible) ;
- Sismicité 3 (modérée) ;
- Sismicité 4 (moyenne) ;
- Sismicité 5 (forte) ;

Selon les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010, les communes de l'aire d'étude de dangers, comme la totalité du département de l'Oise, sont classées en zone de sismicité très faible (zone 1).



Source : Medde, 2011. Traitements : SOeS, 2013.

Figure 7 : Zonage sismique de la France (Source : prim.net)

Le projet n'est donc pas de nature à engendrer des effets potentiels sur le risque sismique (effet nul) et l'absence d'enjeu humain (habitat) à proximité permet de ne pas envisager non plus d'éventuel risque indirect sur les personnes et les biens en cas d'évènement sismique, aussi, aucune sensibilité n'est retenue ici.

Foudre

L'activité orageuse peut être définie selon différents paramètres. Face aux pratiques hétérogènes dans le monde, la commission électrotechnique internationale (IEC) a jugé utile d'établir une norme, publiée en 2015, en vue d'harmoniser celles-ci.

La IEC 62858, déclinée en NF EN 62858 en 2016, vise à établir des règles communes et à déterminer des méthodes fiables pour l'établissement de statistiques de foudroiement.

Le Nsg est ainsi devenu la valeur de référence. Cette entité reproduit le plus fidèlement possible la réalité en termes de foudroiement au sol et est le résultat de travaux et d'évolutions technologiques récentes.

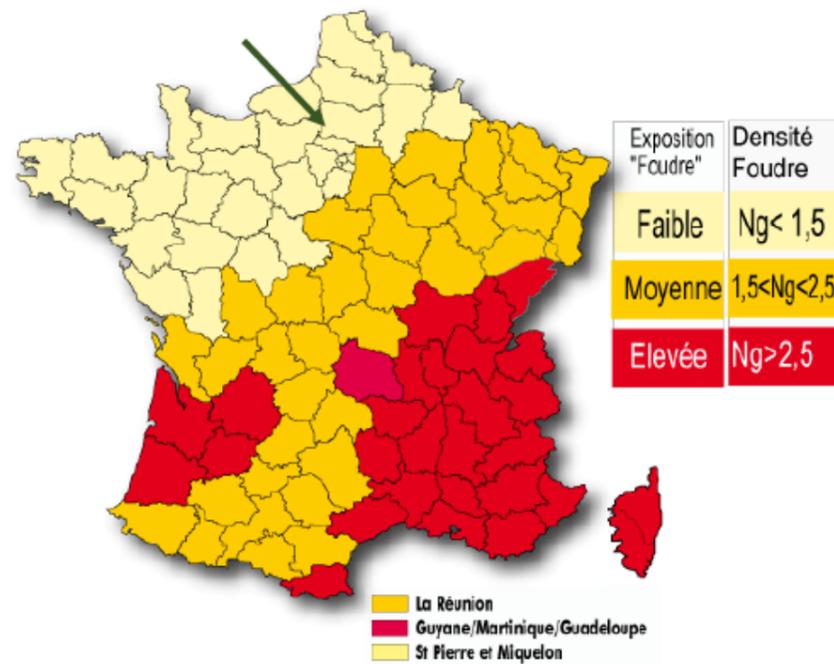


Figure 8 : Densité de foudroiement de la France (source : Site CITEL)

Le département de l'Oise se situe dans une zone dont l'exposition à la foudre est jugée comme étant faible, avec une densité de foudroiement ($Ng < 1,5$ arcs/km²/an).

La consultation de la base de données Foudre de METEORAGE permet toutefois de préciser ces données sur le secteur réellement concerné par le projet.

Ainsi, sur la commune de Sérifontaine, le nombre d'impacts de foudre au sol par km² et par an est de 0,77 impacts/km²/an, soit une valeur inférieure à la moyenne nationale de 1,12. **Le risque orageux dans le secteur du projet, peut donc être considéré comme relativement faible. Ce constat peut être étendu aux communes limitrophes incluses dans l'aire d'étude de dangers.**

À l'échelle d'une année complète moyenne (Cf. graphique suivant) aucun impact de foudre n'est constaté entre décembre et février. Les mois les plus actifs sont juin et juillet ; ils concentrent 59 % des impacts recensés.

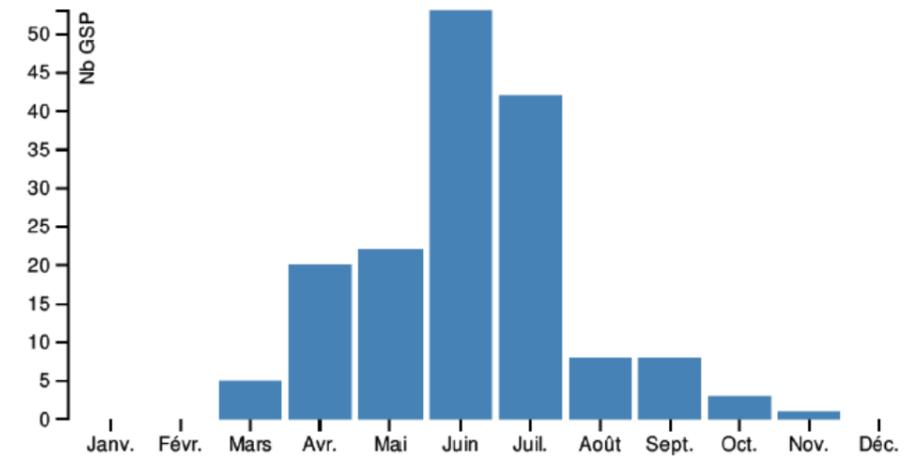


Figure 9 : Répartition mois par mois du nombre de points d'impacts de foudre au sol sur la période 2007 à 2016 à Sérifontaine (Source : Météorage)

Tempêtes

On parle de tempête lorsque les vents dépassent 89 km/h. L'essentiel des tempêtes touchant la France se forme sur l'océan Atlantique, au cours des mois d'automne et d'hiver, progressant à une vitesse moyenne de l'ordre de 50 km/h et pouvant concerner une largeur atteignant 2000 km.

L'aléa tempête est un aléa peu fréquent dans l'Oise du fait de sa position par rapport à la façade atlantique. Les dispositions de gestion de crise face à un événement météorologique dangereux sont prises par les autorités en charge de la sécurité civile. Ainsi, des mesures ont été mises en place afin d'alerter la population sur les risques de tempêtes par l'utilisation de pictogramme de couleur notamment.

L'enjeu tempête ne peut être exclu. Cependant, l'éloignement des communes de l'aire d'étude de dangers de la façade atlantique, la mise en place de mesures nationales pour la prévention du risque ainsi que l'éloignement des éoliennes des secteurs habités en font un enjeu non significatif.

D'après la base de données <http://www.georisques.gouv.fr/>, aucun arrêté portant reconnaissance de catastrophes naturelle de type « Tempête » n'a été émis sur les communes de l'aire d'étude de dangers.

Par ailleurs, la conception générale de la structure des éoliennes fait l'objet de règles techniques strictes qui leur permettent de supporter des vents pouvant atteindre les 250 km/h. Notamment, quand la vitesse du vent est trop importante (tempête), c'est-à-dire supérieure à 90 km/h (25 m/s), les éoliennes sont automatiquement mises en arrêt de sécurité.

Incendies

Le taux de boisement du département de l'Oise est de 22% (environ 1 300 km²). Le département de l'Oise est particulièrement exposé aux feux de végétation. On en distingue deux types : les feux d'herbes sèches et les feux de plaine (blé coupé ou sur pied). D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), **les communes d'Éragny-sur-Epte, Villers-sur-Trie, Flavacourt et Sérifontaine ne sont pas concernées par un massif forestier à risque au titre du plan départemental de protection des forêts contre les incendies (PDPFCI).**

Quelques feux de forêts importants ont été répertoriés :

- Feu de la Pommeray, commune de Vineuil St Firmin en 1994 : 10 ha
- Feu d'Ermenonville, commune de Mortefontaine en 1994 : 8 ha
- Feu de marais, commune de Sacy le Grand en 1994 : 6 ha
- Feu de la commune d'Apremont en 1997 : 13 ha
- Feu de marais, commune de Sacy Le Grand en avril 2006 : 60 ha

Il faut noter qu'un feu de forêt a également été recensé sur la commune de Sérifontaine, incluse dans l'aire d'étude de dangers. Il n'existe pas de PPR feux de forêt ni de Plans Intercommunaux de débroussaillage

et d'Aménagement Forestier (PIDAF) dans l'Oise. D'après le DDRM, toute localité bordant une forêt ou un bois est exposé à un risque feux de forêt. L'aire d'étude de dangers se trouve dans un secteur surdominé par l'agriculture et parsemée de façon ponctuelle de quelques boisements. On en retrouve à environ 500 m au sud-est de l'éolienne E5. L'éloignement des zones boisées n'en fait pas un secteur soumis à un enjeu significatif en ce qui concerne les feux de forêt.

Un projet éolien est une installation électrique dans laquelle le risque incendie reste potentiellement présent, toutefois très restreint (risque faible) par les obligations réglementaires (normes strictes, ICPE, débroussaillage légal) et l'implantation des aérogénérateurs dans des parcelles agricoles. **La sensibilité est donc jugée très faible** mais n'exclut en rien les nécessaires mesures préventives pour prévenir au maximum tout risque d'incendie ou permettre, le cas échéant, l'intervention rapide des secours.

Inondations – remontées de nappes

Selon les données du site « Georisques » et du DDRM de l'Oise, les communes de Sérifontaine et Éragny-sur-Epte sont concernées par le risque inondation par montée lente des eaux en région de plaine. La sensibilité de ces communes à cet aléa s'explique par la présence en limite ouest de leurs territoires du cours d'eau l'Epte, inscrit dans l'Atlas des Zones Inondables. Les communes de Villers-sur-Trie et de Flavacourt ne sont quant à elles pas concernées par cet atlas et par le risque d'inondation.

L'aire d'étude de dangers n'intercepte pas le zonage de cet AZI.

Les communes de l'aire d'étude de dangers ne sont par ailleurs pas concernées par un Plan de Prévention des Risques inondations.

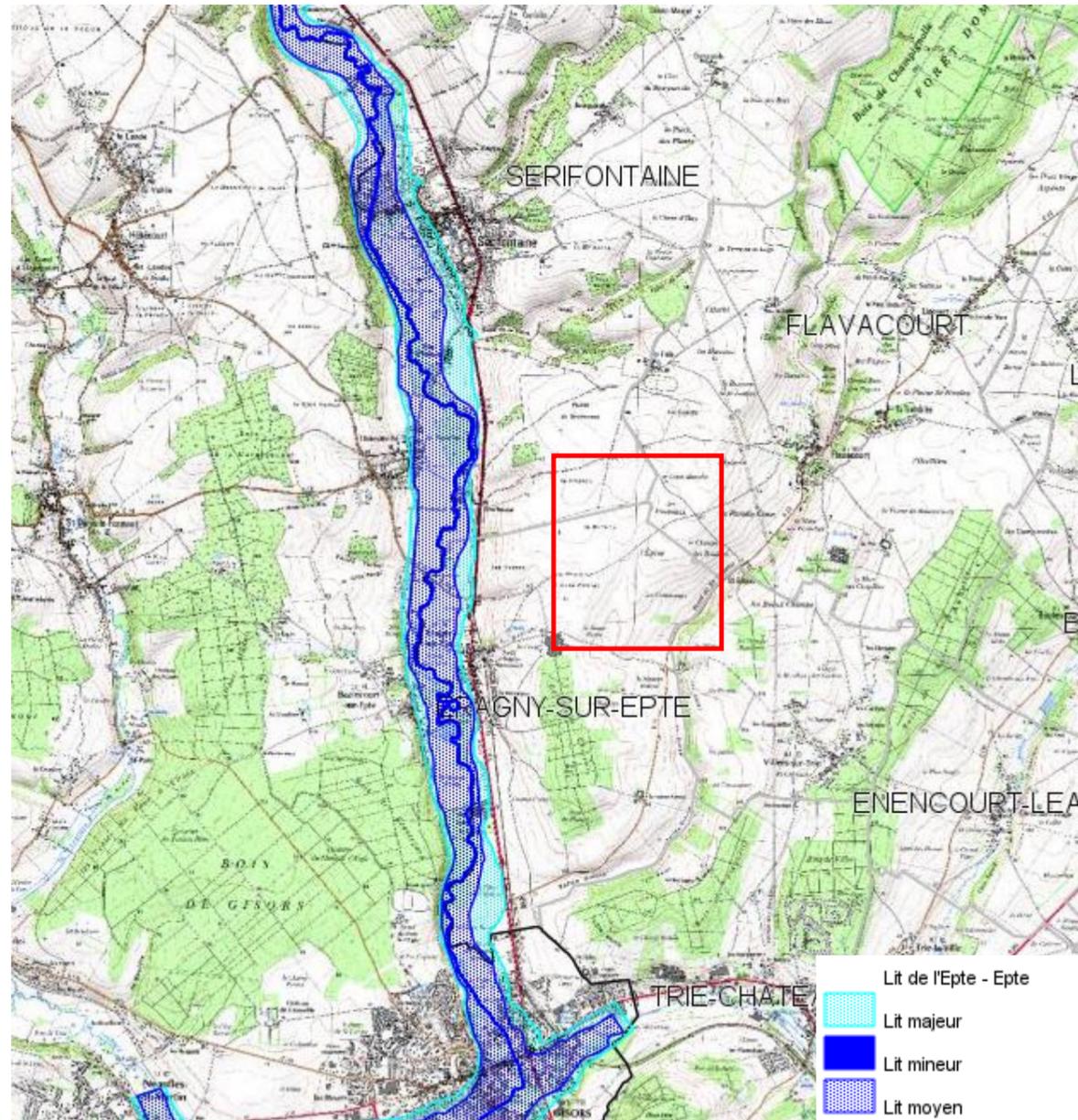
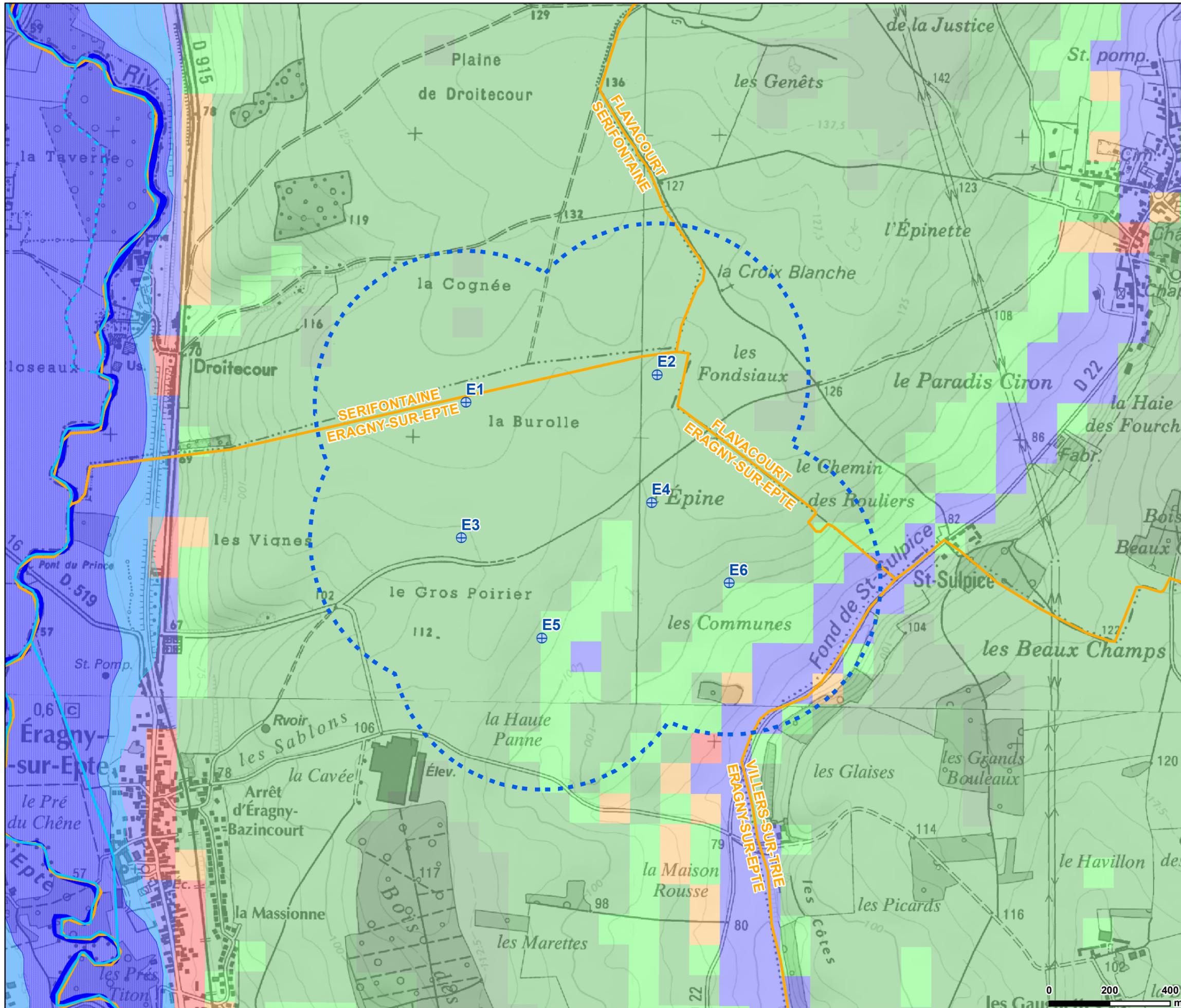


Figure 10 - Atlas des zones inondables de l'Epte (Source : DDT Oise)

http://cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr/cartelie/voir.do?carte=AZI&service=DDT_60

nappes liées aux sédiments. On retrouve sur l'aire d'étude de dangers en majorité une sensibilité très faible. Au nord, quelques secteurs sont concernés par un aléa très faible à inexistant. Au sud-est de l'aire d'étude, on retrouve la nappe affleurante au niveau du fond de Saint-Sulpice. Il ne s'agit toutefois que de données théoriques, le BRGM ne garantissant pas ni leur exactitude ni leur exhaustivité.

Le risque d'inondation par remontée de nappes est lié quant à lui aux nappes phréatiques dites « libres » car aucune couche imperméable ne les sépare du sol. Alimentées par la pluie, ces nappes peuvent connaître une surcharge en période hivernale et rejaillir du sol. Il existe deux grands types de nappes selon la nature des roches qui les contiennent (on parle de la nature de « l'aquifère ») : celles des formations sédimentaires et celles des roches dures de socle. Les premières sont contenues dans des roches poreuses (ex : sables, certains grès, la craie...) alors que les secondes sont incluses dans les fissures des roches dures et non poreuses, aussi appelées « de socle » (ex : granite, gneiss...). Au niveau de l'aire d'étude de dangers, les données fournies par le BRGM font apparaître une sensibilité variable d'inexistante à très élevée pour les



Projet

- ⊕ Éolienne
- ⋯ Périimètre de l'aire d'étude de dangers

Limite communale

- ▭ Limite communale

Réseau hydrographique

- Permanent
- - - Intermittent

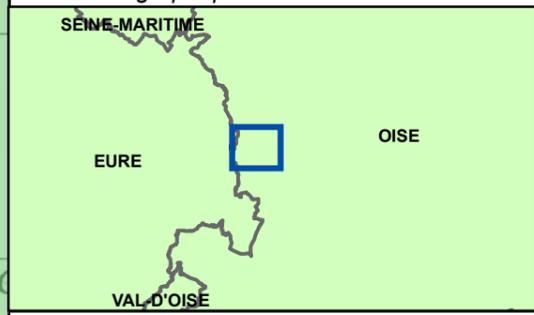
Aléa remontée de nappes dans les sédiments

- Sensibilité très élevée, nappe affleurante
- Sensibilité forte
- Sensibilité moyenne
- Sensibilité faible
- Sensibilité très faible
- Sensibilité très faible à inexistante

Atlas des Zones Inondables de l'Epte

- Lit de l'Epte - Epte
- Lit majeur
- Lit mineur
- Lit moyen

Données: RES - BRGM - DDT60 - BDCARTHAGE
Fond cartographique : SCAN25® - IGN



Projet éolien des Chesnuts

Risque inondation

FORMAT A3
ECHELLE 1:12 000
COORDS L93 DATE 050618
SCAN25® - Copyright IGN
Reproduction interdite.



Mouvements de terrain – retrait-gonflement des argiles – cavités

D'après la base de données du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, et de l'Energie (<http://www.georisques.gouv.fr>), seules deux communes concernées par l'aire d'étude de dangers sont concernées par des mouvements de terrain : il s'agit de Flavacourt (un glissement et une coulée) et de Sérifontaine (effondrement). Ces événements sont cependant très localisés, et relativement éloignés de l'aire d'étude (au plus, proche, on retrouve le glissement sur la commune de Flavacourt à environ 970 m de la limite de l'aire d'étude).

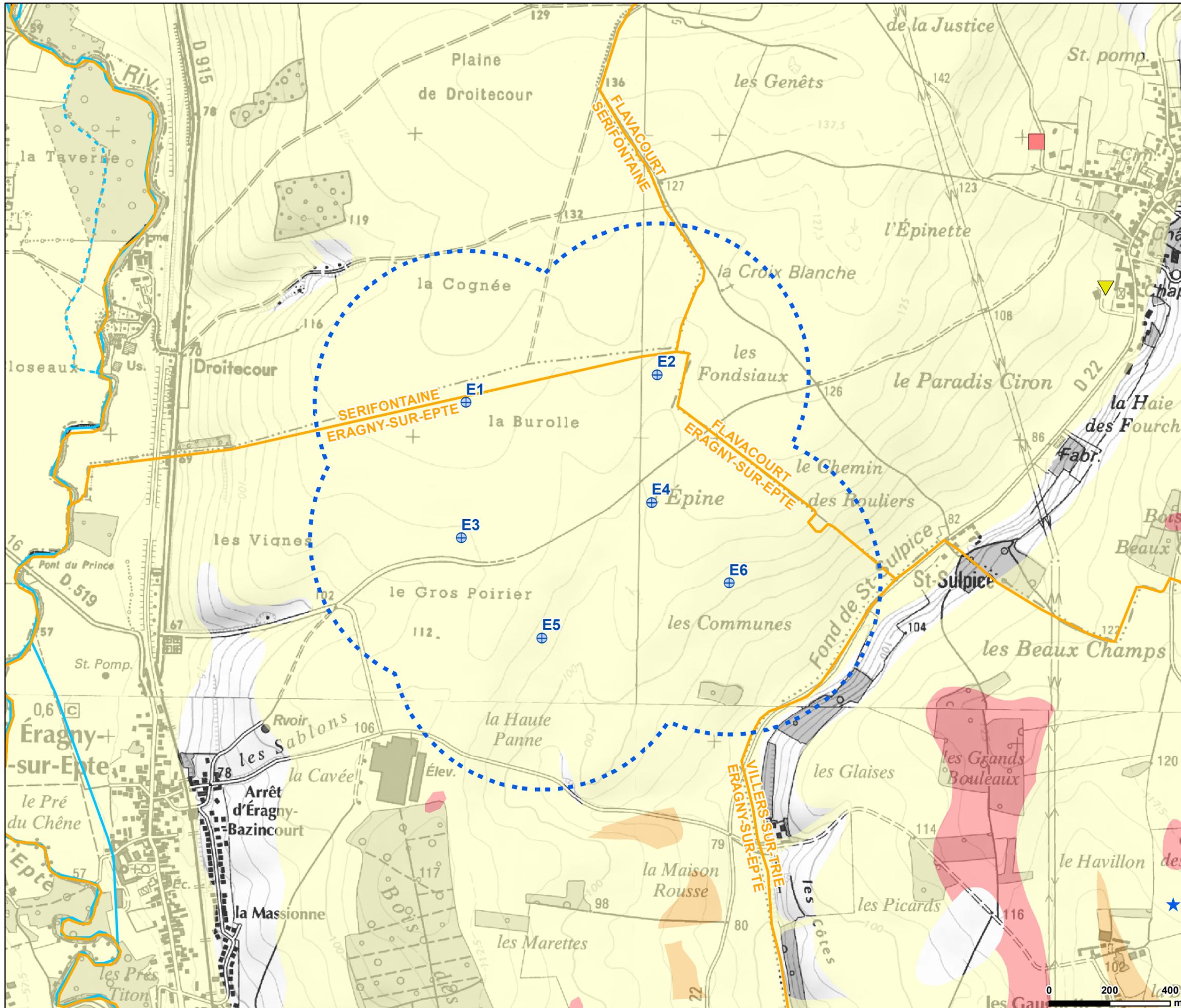
Des coulées de boues ont également été répertoriées sur l'ensemble des communes de l'aire d'étude de danger. Ces phénomènes restent donc possibles.

Aucun Plan de Prévention des Risques Mouvements de Terrain (PPRMT) ne concerne les communes de l'aire d'étude de dangers. **Le risque est faible sur l'aire d'étude.**

Le DDRM classe les communes de Sérifontaine, Flavacourt et Éragny-sur-Epte en aléa *a priori* nul à moyen concernant le risque retrait-gonflement des argiles, avec une dominance de l'aléa faible. La commune de Villers-sur-Trie est concernée par un secteur non négligeable d'aléa fort. **Cependant, la consultation du site www.argiles.fr indique que le risque est faible sur la quasi-totalité de l'aire de l'étude de danger, avec ponctuellement deux secteurs en aléa *a priori* nul au sud et au sud-est.**

D'après la cartographie de la base de données « cavités », des cavités sont inventoriées sur les communes de Sérifontaine (carrière et ouvrage civil) et Villers-sur-Trie (ouvrage civil). **Cependant aucune ne se trouve au sein de l'aire d'étude.**

La consultation des différentes bases de données permet de retenir un enjeu mouvement de terrain faible.



Projet

- ⊕ Éolienne
- ⋯ Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Aléa retrait-gonflement des argiles

- A priori nul
- Faible
- Moyen
- Fort

Réseau hydrographique

- Permanent
- - - Intermittent

Mouvements de terrain

- Glissement
- ▼ Coulée

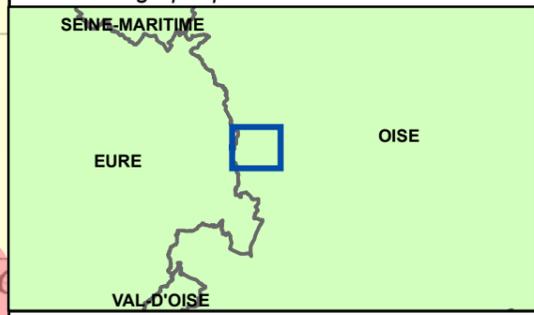
Cavités souterraines

- ★ Ouvrage linéaire et surfacique

Limite communale

- ▬ Limite communale

Données: RES - BRGM - BDCARTHAGE
Fond cartographique: SCAN25® - IGN



Projet éolien des Chesnots

Risque mouvements de terrain

FORMAT	A3
ECHELLE	1:12 000
COORDS	L93
DATE	050618

SCAN25® - Copyright IGN
Reproduction interdite.



3.2 Environnement humain

3.2.1 Zones urbanisées

L'étude de dangers s'intéresse aux populations situées dans la zone sur laquelle porte l'étude, et à proximité.

Le périmètre d'étude regroupe les communes de :

- Éragny-sur-Epte : elle comptait 608 habitants lors du recensement de la population réalisé par l'INSEE en 2014, soit une densité de 71,3 hab/km².
- Flavacourt : elle comptait 670 habitants lors du recensement de la population réalisé par l'INSEE en 2014, soit une densité de 36,2 hab/km².
- Sérifontaine : elle comptait 2 867 habitants lors du recensement de la population réalisé par l'INSEE en 2014, soit une densité de 140,3 hab/km².
- Éragny-sur-Epte : elle comptait 330 habitants lors du recensement de la population réalisé par l'INSEE en 2014, soit une densité de 81,5 hab/km².

Ces 4 communes présentent la même configuration d'aménagement des habitats, à savoir des bourgs et axes routiers départementaux concentrant la majeure partie de l'habitat mais aussi quelques hameaux de tailles assez variables.

La loi du 12 juillet 2010², dite loi « Grenelle II », complétée par l'arrêté du 26 août 2011, impose aux parcs éoliens un éloignement minimal de 500m de toute habitation ou zone destinée à l'habitat.

S'agissant du projet éolien des Chesnots, l'éolienne la plus proche d'une habitation (E6) en est éloignée de 750 m. Le périmètre de l'étude de dangers n'est par ailleurs concerné par aucun bureau ni bâtiment agricole. A noter la présence d'un bâtiment agricole juste en-dehors du périmètre d'étude, à 513 m au nord-ouest de l'éolienne E1.

Le tableau ci-après présente les distances minimales entre les éoliennes du projet des Chesnots et une habitation isolée, un village et une zone urbanisable (au sens du droit de l'urbanisme).

Type environnement humain	Nom du lieu habité et distance à l'éolienne la plus proche
Habitation isolée la plus proche	83 rue Camille Pissaro à Éragny-sur-Epte (999 m de E1)
Hameau le plus proche	Saint-Sulpice à Flavacourt (750 m de E6)
Bourg le plus proche	Éragny-sur-Epte (1 116 m de E3)
Zones urbanisables les plus proches	Flavacourt (zone 1AUe à 1 071 m de E6)

Tableau 1 - Synthèse des distances aux habitations et zones urbanisées

3.2.2 Établissements recevant du public (ERP)

Dans les limites de l'aire d'étude, il n'y a pas d'ERP.

3.2.3 Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Il n'existe pas d'établissement SEVESO, ni aucun établissement classé au titre des ICPE dans les limites de l'aire d'étude de dangers. Il faut cependant noter la proximité avec une ICPE agricole : la Ferme du Pré sur la commune d'Éragny-sur-Epte (532 m de E5).

² Loi n°2010-788 portant engagement national pour l'environnement

3.2.4 *Tourisme et autres activités*

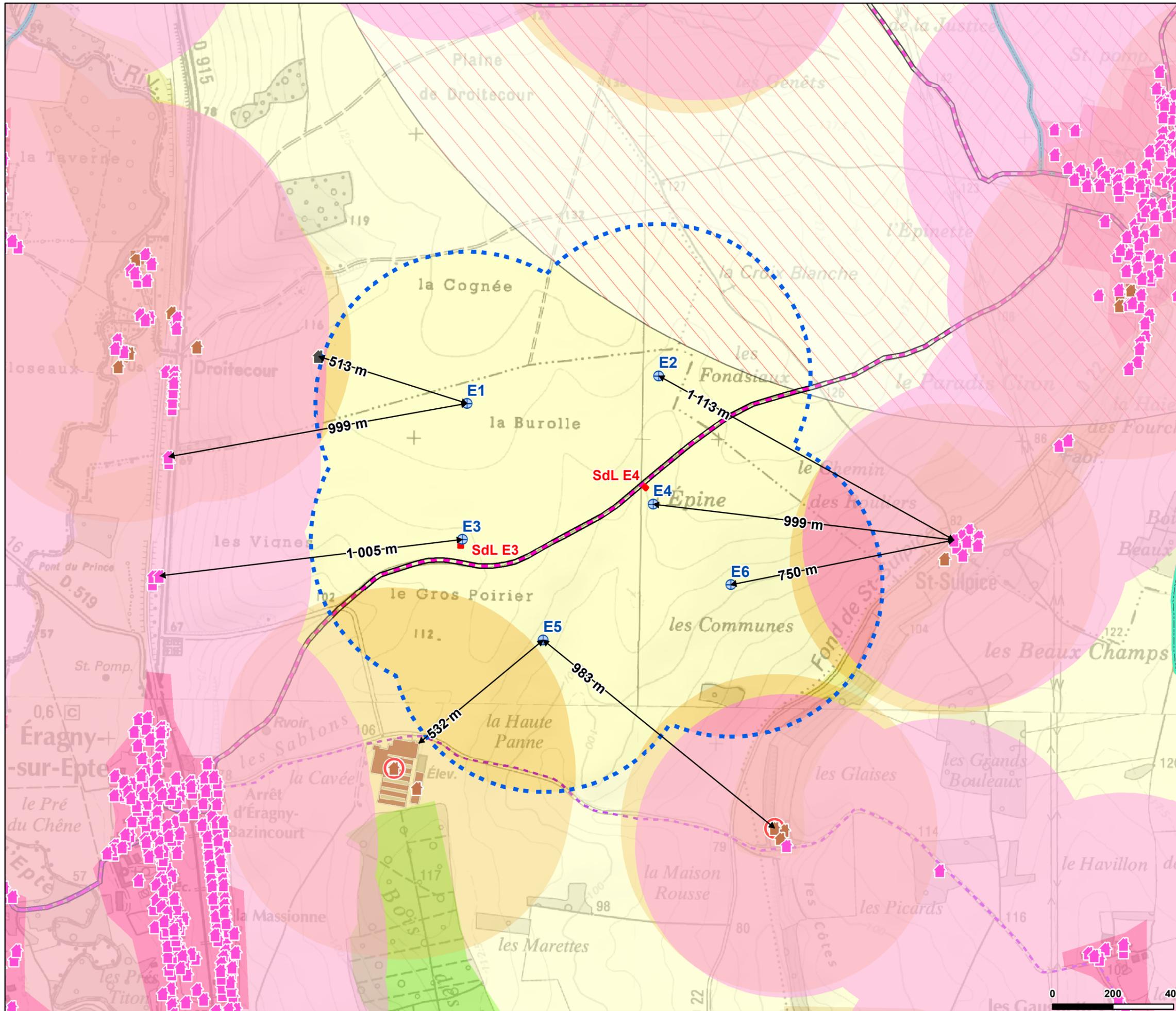
Le tourisme sur l'aire d'étude de dangers peut être qualifié de faible. Le périmètre de l'aire d'étude de dangers est cependant traversé par plusieurs sentiers de randonnée pédestre ou cyclables qui suivent certains chemins ruraux, vicinaux et voies communales. On retrouve ainsi :

- le chemin vicinal ordinaire (CVO) n°3 de Flavacourt au Caudray-Saint-Germer est emprunté par le Carnet de route n°12 ainsi que le tronçon commun aux circuits de randonnée cyclotouristique n°23 et n°26 ;
- le chemin vicinal ordinaire (CVO) n°4 de Flavacourt à la Ferme de la Folie sert de lieu de passage aux chemins de Grande Randonnée 125 (qui traverse l'aire d'étude de dangers en son centre selon un axe nord-est – sud-ouest) et 225 (portion commune) ;
- le GR 125 emprunte également les voies communales (VC) n°6 et n°7 d'Éragny-sur-Epte à Flavacourt ;
- la voie communale (VC) n°4 d'Éragny-sur-Epte à Villers-sur-Trie fait partie de l'itinéraire du Carnet de route n°12 et traverse l'aire d'étude de dangers au sud sur un axe est-ouest.

Aucun monument historique ni hébergement de tourisme ne concerne l'aire d'étude de dangers.

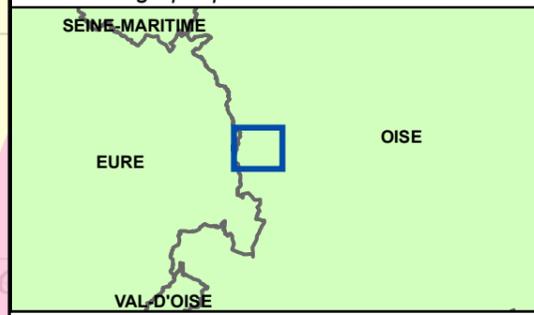
Il faut par ailleurs noter la présence à environ 2 050 m au nord-est de la limite de l'aire d'étude de dangers d'une plateforme ULM (la base LF6026 de Flavacourt. Une partie de l'aire d'étude se trouve ainsi au sein d'une distance de 2 500 m recommandée autour de cette plateforme.

Le périmètre de l'étude de dangers n'est concerné par aucune habitation, bureaux ou bâtiments agricoles. La zone est essentiellement dominée par l'activité agricole impliquant une faible présence humaine dans les champs.



- Projet**
- Éolienne
 - Périmètre de l'aire d'étude de dangers
 - Structure de livraison (SdL)
- Bâti**
- Habitation
 - Distance de 500m aux habitations isolées
 - Batiment industriel
 - Ferme
 - ICPE
 - Distance de 500m aux bâtiments industriels (non contraignant)
 - Distance au bâti
- Sentiers de randonnée**
- Carnet de route
 - Chemin de Grande Randonnée (GR)
 - Circuit de randonnée cyclotouristique
- Plateforme ULM**
- Distance de 2500m au centre de l'ULModrome
- Occupation du sol**
- 112 : Tissu urbain discontinu
 - 211 : Terres arables hors périmètres d'irrigation
 - 231 : Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole
 - 243 : Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
 - 311 : Forêts de feuillus

Données: RES - DREAL Hauts-de-France - CLC2012
 Fond cartographique : SCAN25® - IGN



Projet éolien des Chesnots	
Environnement humain	
FORMAT	A3
ECHELLE	1:12 000
COORDS	L93
DATE	060618
 	



3.3 Environnement matériel

3.3.1 Voies de communication

Transport routier

L'aire d'étude de dangers est traversée par un réseau routier assurant la desserte des communes concernées :

- la RD22 située à 429 m au sud-est de l'éolienne E6 ;
- une voie communale située à 431 m au sud-ouest de E5.
- plusieurs chemins ruraux. Aucune éolienne ne survolera ces chemins ruraux.

La RD22 suit la frontière entre les communes de Villers-sur-Trie et d'Éragny-sur-Epte, en direction de la commune de Flavacourt depuis Gisors. Cette infrastructure est classée en quatrième catégorie 10 (« réseau secondaire »), pour un trafic moyen de 866 véhicules par jour en 2014.

Le règlement de la voirie départementale de l'Oise indique, dans son article 41 relatif à l'implantation d'éoliennes, que « la distance de retrait entre l'éolienne et l'axe de la chaussée est égale d'au moins deux fois la hauteur de l'éolienne (mât + pale) mesurée en bout de pale en position horizontale. Cette distance peut être augmentée si l'étude de sécurité réalisée par le demandeur au stade de l'étude d'impact le recommande. ». Cette règle est reprise dans le courrier réponse à consultation du Conseil Départemental de l'Oise en date du 31 juillet 2017. Ce recul préconisé par le Conseil Départemental est bien respecté (éloignement de 429 m de E6).

Par ailleurs, une distance de 70 m de part et d'autre des voies communales sera respectée.

Transport ferroviaire

L'aire d'étude ne comporte pas de voie ferrée. Au plus proche, l'éolienne E3 se trouve à environ 1 025 m à l'est d'un chemin de fer. Un recul de 190 m de part et d'autre de la voie ferrée sera respecté.

Transport fluvial

Aucune voie navigable ne traverse l'aire d'étude.

Transport aérien

Le périmètre d'étude est concerné par une zone d'éloignement recommandé de 2 500 m liée à la présence d'une plateforme ULM sur la commune de Flavacourt. Cette plateforme se trouve à environ 2 050 m au nord-est du périmètre d'étude de dangers.

Aucun aéroport n'est présent au sein du périmètre d'étude.

Les services de la DSAC seront consultés lors de l'instruction du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

Transport d'électricité

L'aire d'étude n'est pas traversée par des lignes aériennes de transport d'électricité. A noter la présence de deux lignes de 63 kV jumelées (lignes Gournay-Trie-Château n°1 et Étrepagny-Sérifontaine-Trie-Château n°1. RTE précise « qu'une distance supérieure à la hauteur des éoliennes (pales comprises) » devra être respectée. Ces lignes se trouvent à environ 588 m au nord-est au plus proche de l'aire d'étude de dangers.

3.3.2 Réseaux publics et privés

Canalisation de transport

En réponse à la consultation réalisée dans le cadre de la présente étude d'impact, la société GRTgaz a indiqué, dans un courrier en date du 05 octobre 2016, que la partie ouest de l'aire d'étude est traversée par la canalisation de transport de gaz haute pression Trie-Château – Saint-Germer-de-Fly. À ce titre, les préconisations de l'exploitant au regard de l'implantation d'un parc éolien sont les suivantes :

- la distance minimale à respecter entre cet ouvrage et une éolienne doit être supérieure ou égale à deux fois la hauteur de l'aérogénérateur en bout de pale ;
- les aspects électriques (HTA) liés aux implantations du parc éolien et au réseau électrique associé doivent être analysés à moins de 500 m des ouvrages de GRTgaz.

Au plus proche, l'éolienne E3 se trouve à 372 m à l'est de cette canalisation de gaz, ce qui est compatible avec le recul imposé par GRTGaz (2*180 m = 360 m).

Réseau d'assainissement

L'aire d'étude n'est pas concernée par un réseau d'assainissement.

Réseau d'alimentation en eau potable

Les données transmises par l'Agence Régionale de Santé des Hauts-de-France (courriers en date du 16 juin 2016 et du 18 août 2017), ont permis d'identifier deux périmètres de protection de captage destiné à l'alimentation en eau potable (AEP) : le périmètre de protection éloignée et le périmètre de protection rapprochée du captage de Flavacourt-Nord.

Les règles à respecter au droit de ces périmètres sont détaillées dans la déclaration d'utilité publique du captage datée du 8 janvier 1990. Celles pouvant concerner la construction et l'exploitation d'un parc éolien sont les suivantes :

- les transports de produits de nature à polluer les eaux sont réglementés ;
- le déversement d'huiles, de lubrifiants et de toute matière dangereuse est interdit dans les périmètres de protection ;
- les dépôts de toute matière dangereuse sont interdits dans les cours d'eau et les nappes alluviales ;
- les réservoirs de liquides inflammables doivent être placés dans une cuvette étanche et incombustible dont la capacité correspond aux caractéristiques du stockage ;
- les modes d'intervention en cas de pollution accidentelle des eaux sont précisés en vue d'améliorer leur efficacité ;
- le stockage de produits chimiques à destination industrielle est soumis aux dispositions de l'ordonnance 58.1332 du 23 décembre 1958.

Aucune éolienne n'est située dans les périmètres de protection éloignés de captage d'alimentation en eau potable identifiés. Au plus proche, l'éolienne E3 se trouve à 1 250 m d'un captage AEP et à 1 027 m de son périmètre de protection éloigné.

Communications radioélectriques

Un recensement des équipements de radiocommunication et faisceaux hertziens a été effectué au droit de l'aire d'étude de dangers ; ainsi, il apparaît que :

- le Secrétariat Général pour l'Administration du Ministère de l'Intérieur (SGAMI) Nord - Direction des Systèmes d'Information et de Communication (DSIC) indique, dans un courrier en date du 19 mai 2016, que « la zone faisant l'objet de l'étude en vue de l'implantation du parc éolien n'est pas concernée par les servitudes radioélectriques relevant de notre compétence » ;
- la consultation des services gestionnaires de réseaux mobiles et de la cartographie en ligne des faisceaux hertziens (<https://carte-fh.lafibre.info/>) a mis en évidence l'utilisation d'un faisceau hertzien traversant l'ouest de l'aire d'étude immédiate par la société Bouygues Télécom. Il s'agit du faisceau Sérifontaine - Gisors à usage de téléphonie mobile et pour lequel le gestionnaire recommande un éloignement maximal de 125 m de part et d'autre de son axe afin d'éviter tout risque d'interférence avec les futures éoliennes.

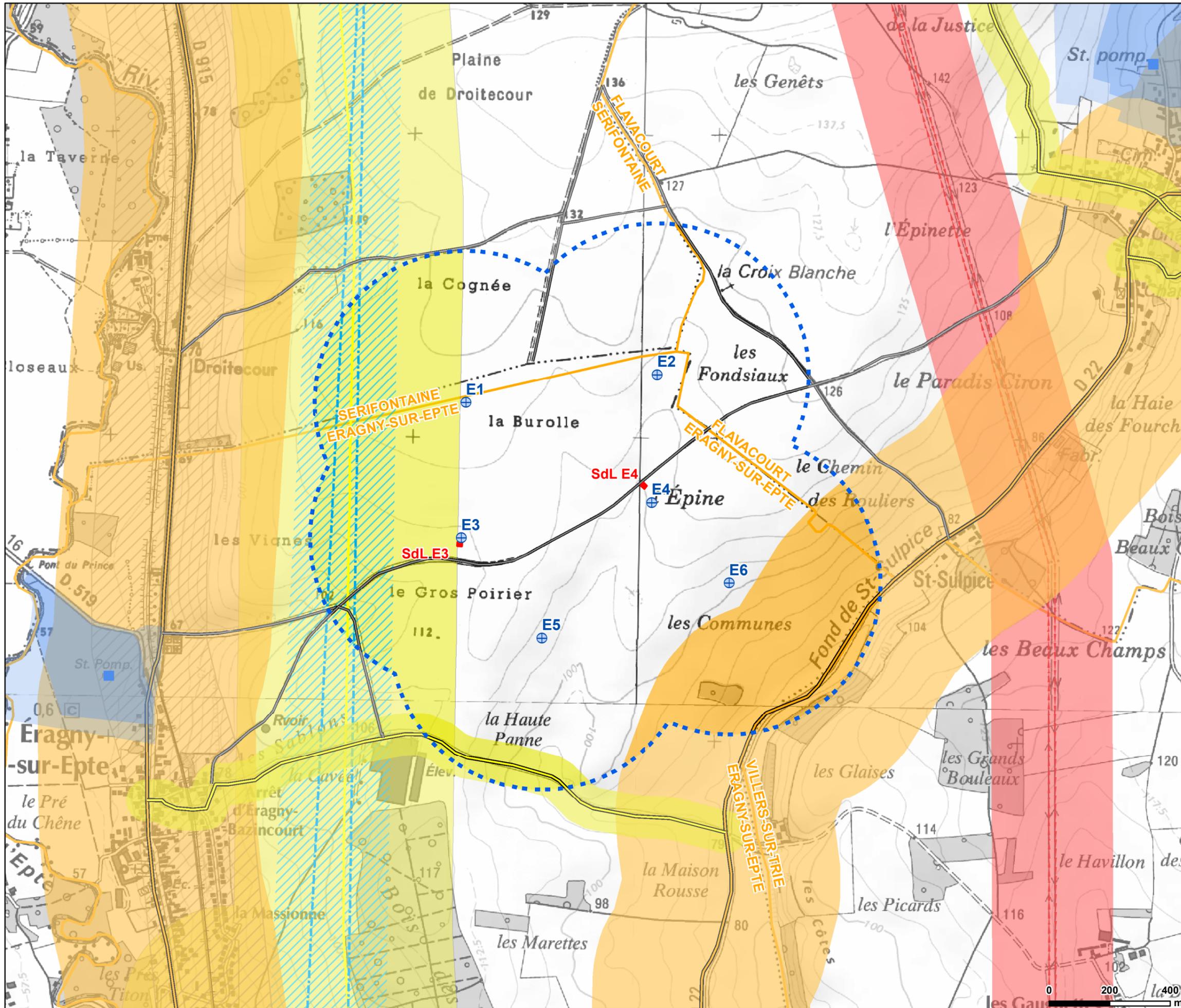
Par ailleurs, plusieurs équipements de radiocommunications et faisceaux hertziens ainsi que leurs périmètres de protection associés ont été identifiés aux abords de l'aire d'étude ; ils sont présentés dans la carte suivante. L'aire d'étude de dangers est concernée en partie ouest par un faisceau hertzien à usage de téléphonie mobile ainsi que par la zone d'éloignement recommandée de 125 m de part et d'autre de son axe. Au plus proche, l'éolienne E3 se trouve à 349 m du faisceau hertzien de Bouygues Télécom Sérifontaine-Gisors.

3.3.3 Autres ouvrages publics

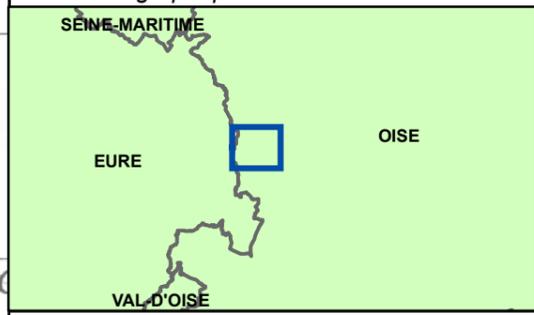
Aucun autre ouvrage public (exemple : barrages, digues, château d'eau, bassins de rétention...) n'est présent sur l'aire d'étude.

3.4 Cartographie de synthèse

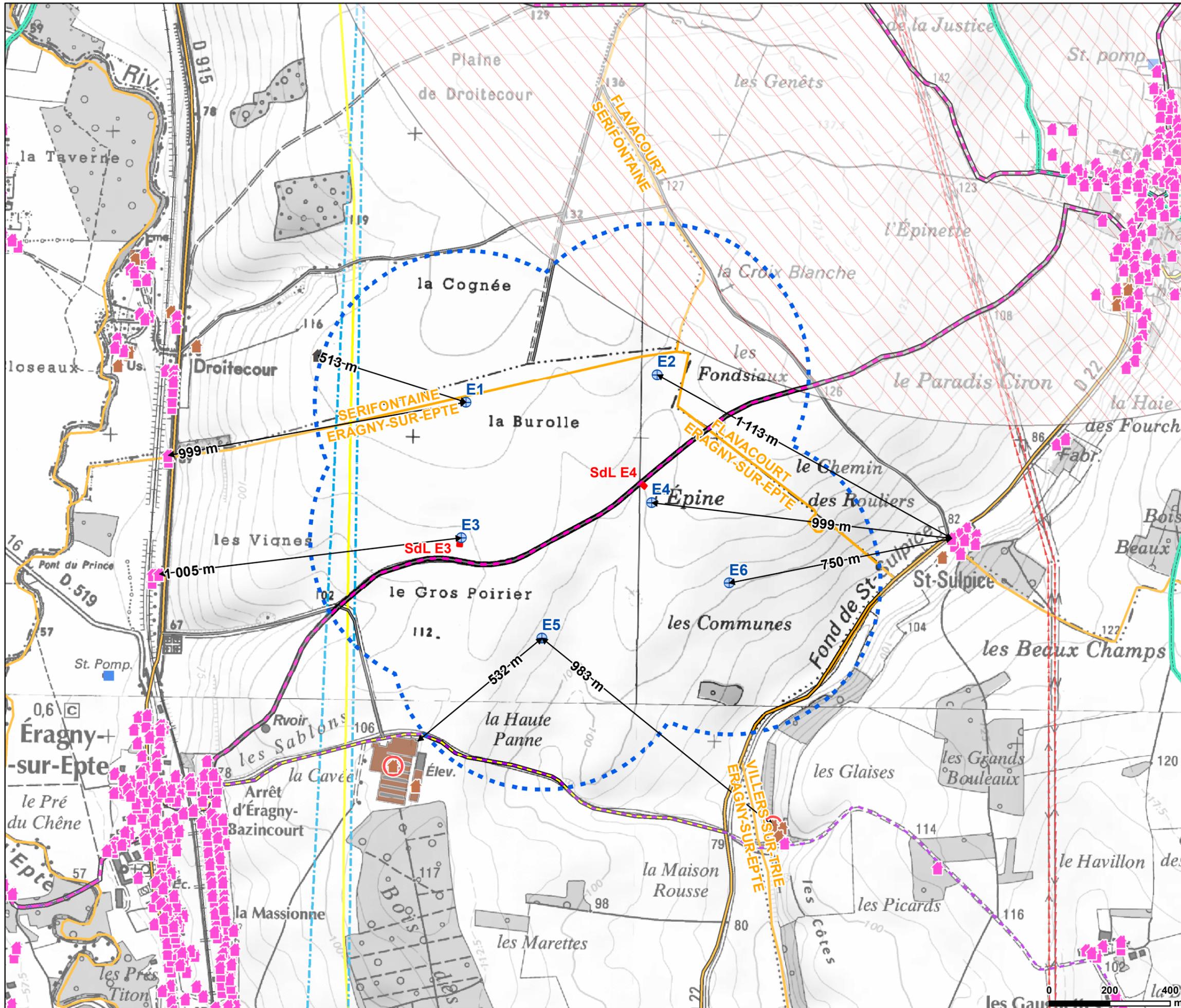
En conclusion de ce chapitre de l'étude de dangers, deux cartographies de synthèse permettent d'identifier géographiquement les enjeux humains et matériels à protéger dans l'aire d'étude.



- Projet**
- ⊕ Éolienne
 - ⋯ Périimètre de l'aire d'étude de dangers
 - Structure de livraison (SdL)
- AEP (Alimentation en Eau Potable)**
- Captage AEP
 - Périimètre de protection rapprochée au captage AEP
 - Périimètre de protection éloignée au captage AEP
- Infrastructures routières**
- ⋯ Chemin rural
 - ⋯ Départementale
 - ⋯ Voie communale
 - Distance de 70m aux voies communales
 - Distance de 360m aux départementales
- Voie ferrée**
- ⋯ Ligne de chemin de fer
 - ⋯ Distance de 190m aux voies ferrées
- Électricité**
- ⋯ Ligne 63kV
 - Distance de 190m aux lignes HT
- Communications hertziennes**
- ⋯ Liaison hertzienne activée
 - ⋯ Distance de 125m à la liaison hertzienne
- Canalisations de transport**
- ⋯ Canalisation de gaz
 - Distance de 360m à la canalisation de gaz
- Limites administratives**
- ⋯ Limite communale
- Données: RES - ARS - GRTGaz - RTE
Bouygues Telecom - RFF - DDT60
Fond cartographique : SCAN25® - IGN

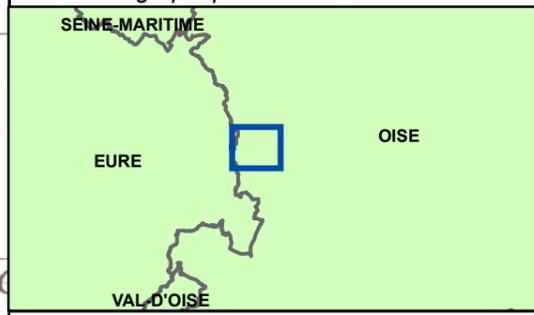


Projet éolien des Chesnots	
Environnement matériel	
FORMAT A3	
ECHELLE 1:12 000	
COORDS L93	
DATE 060618	
SCAN25® - Copyright IGN Reproduction interdite.	



- Projet**
- ⊕ Éolienne
 - Périmètre de l'aire d'étude de dangers
 - Structure de livraison (SdL)
- Bâti**
- Habitation
 - Bâtiment industriel
 - Ferme
 - ICPE
 - ↔ Distance au bâti
- Sentiers de randonnée**
- Carnet de route
 - Chemin de Grande Randonnée (GR)
 - Circuit de randonnée cyclotouristique
- Plateforme ULM**
- Distance de 2500m au centre de l'Ulmodrome
- AEP (Alimentation en Eau Potable)**
- Captage AEP
- Infrastructures de transport**
- Chemin rural
 - Départementale
 - Voie communale
 - + Ligne de chemin de fer
- Réseaux**
- Ligne 63kV
 - Liaison hertzienne activée
 - Canalisations de gaz
- Limite communale**
- Limite communale

Données: RES - ARS - RTE - GRTGaz
 Bouygues Télécom - RFF - DDT60
 Fond cartographique : SCAN25® - IGN



Projet éolien des Chesnuts	
Synthèse environnement humain et matériel	
FORMAT A3	
ECHELLE 1:12 000	
COORDS L93	
DATE 190618	
<small>SCAN25® - Copyright IGN Reproduction interdite.</small>	

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 dangers qu'elle représente (*chapitre 6*), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

4.1 Caractéristiques de l'installation

4.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent.

Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe 4.1.3) :

- 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 mesures de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

Selon la réglementation, une installation soumise à la rubrique 2980 des Installations Classées correspond à un parc éolien exploité par un seul et même exploitant. Dans un souci de simplification, nous emploierons indifféremment les termes « parc éolien » ou « installation ».

Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, les aérogénérateurs (ou

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

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

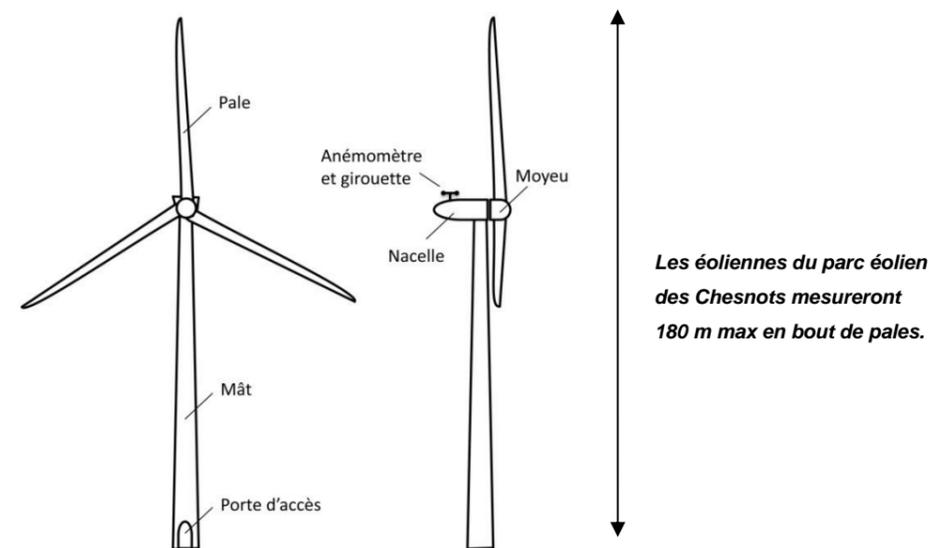


Figure 11 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

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 remblais. 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.

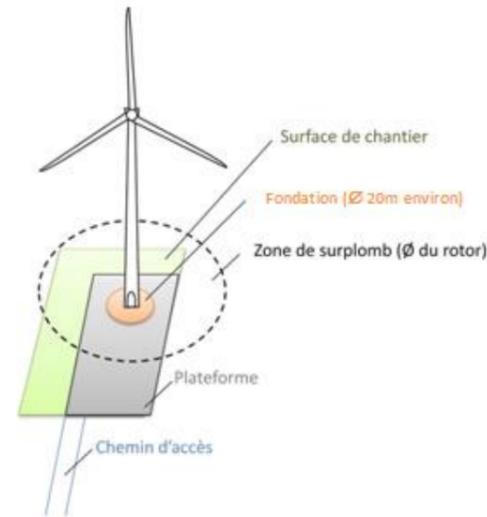


Figure 12 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

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 construction du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc :

- L'aménagement de ces accès concerne principalement les Chemins ruraux ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés.

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

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

Autres Installations

Aucun parking, aire d'accueil, parcours pédagogique ou autre installation n'est actuellement envisagé au sein de l'aire d'étude retenue.

4.1.2 Activité de l'installation

L'activité principale du parc éolien des Chesnots est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + pale) de 180 m maximum. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

4.1.3 Composition de l'installation

Le parc éolien des Chesnots est composé de **6 aérogénérateurs** et de **2 structures de livraison**. Le choix précis de la machine retenue se fera sur la base d'un appel d'offre constructeur après obtention des demandes d'autorisations.

La présente étude est réalisée sur la base d'un gabarit, les dimensions des aérogénérateurs choisis (hauteur du mât, diamètre du rotor, longueur de la pale) pourraient ainsi varier selon les valeurs suivantes :

DIMENSIONS GÉNÉRALES DU PROJET	
Hauteur de mât	Entre 110 et 125 m
Diamètre du rotor	Entre 110 et 140 m
Longueur de pale	Entre 55 et 70 m

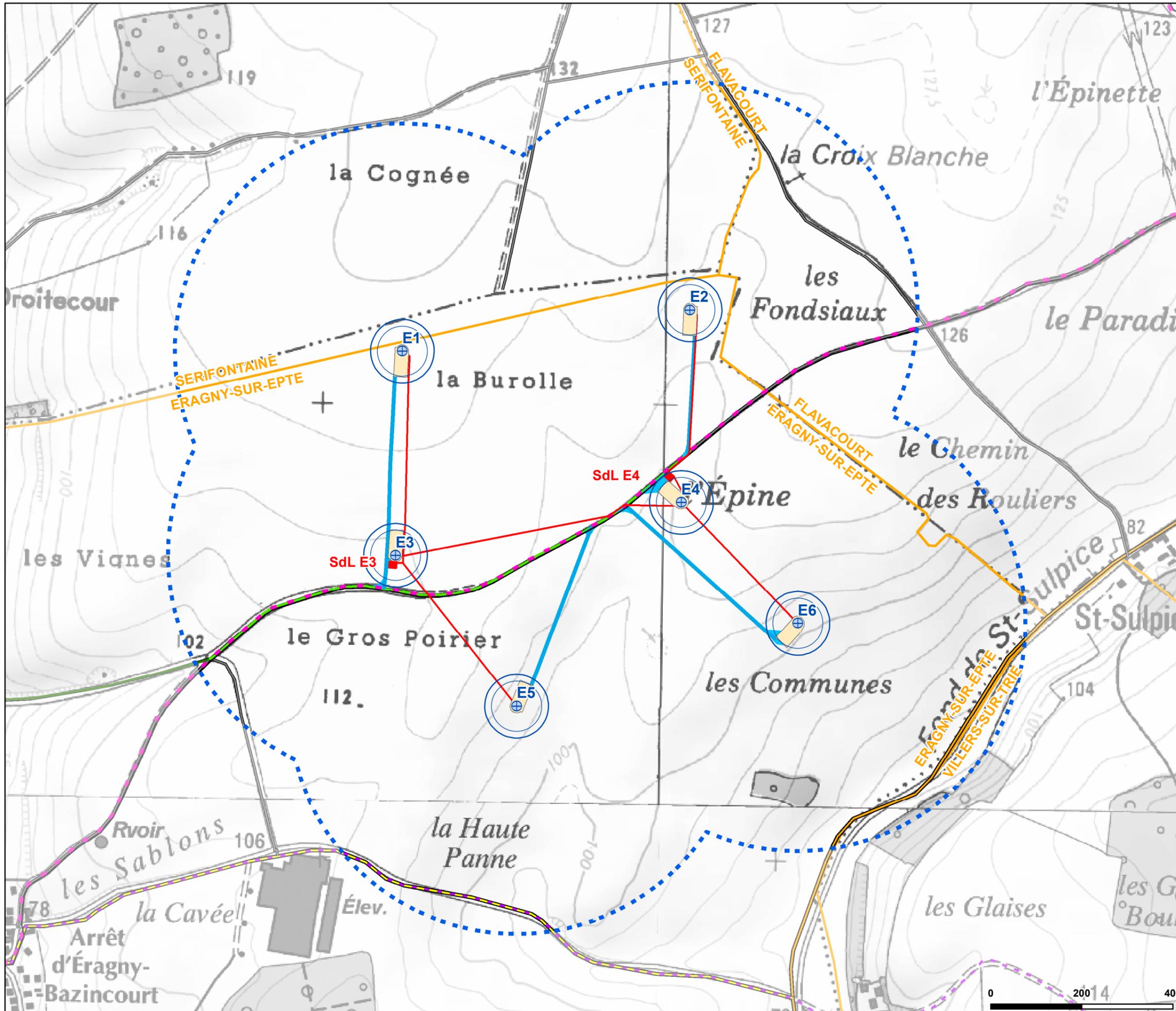
L'étude détaillée des risques est faite sur la base des dimensions de rotor et de hauteur de tour les plus pénalisantes, c'est à dire générant la gravité maximale pour chacun des scénarii étudiés.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des structures de livraison.

Numéro de l'éolienne	Coordonnées en Lambert93		Altitude en mètres NGF (en m)
	X(m)	Y(m)	
E1	611918	6915032	123
E2	612550	6915123	119
E3	611903	6914584	115
SdL E3	611897	6914563	114
E4	612531	6914700	111
SdL E4	612505	6914757	111
E5	612169	6914253	108
E6	612787	6914435	105

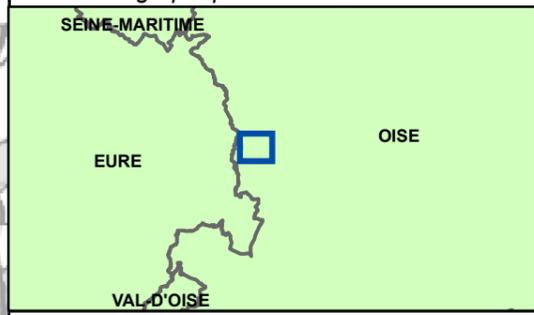
Ces coordonnées sont données avec une précision de plus ou moins 15 m. La hauteur totale max en bout de pôle sera de 180 m.

Un plan détaillé de l'installation précisant l'emplacement des aérogénérateurs, de la structure de livraison, des plateformes, des chemins d'accès et des câbles électriques enterrés est présenté à la page suivante.



- Projet**
- ⊕ Éolienne
 - ⋯ Périmètre de l'aire d'étude de dangers
 - ▭ Surplomb de 55 m min et 70 max
 - Structure de livraison (SdL)
 - Plateforme
 - ↗ Passage de câble
 - ↘ Accès à créer
 - ↘ Virage permanent à créer
 - ↘ Accès existant à améliorer
 - ↘ Accès existant
- Infrastructures routières**
- ↘ Chemin rural
 - ↘ Départementale
 - ↘ Voie communale
- Sentiers de randonnée**
- ⋯ Carnet de route
 - ↘ Chemin de Grande Randonnée (GR)
- Limites administratives**
- ▭ Limite communale

Données: RES
Fond cartographique : SCAN25® - IGN



Projet éolien des Chesnots

Plan détaillé des installations

FORMAT A3
ECHELLE 1:8 000
COORDS L93 DATE 070618



SCAN25® - Copyright IGN
Reproduction interdite.



4.2 Fonctionnement de l'Installation

4.2.1 Principe de fonctionnement des aérogénérateurs

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 15 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

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

Pour un aérogénérateur de 2 MW par exemple, la production électrique atteint 2 000 kW 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.
- Le tableau ci-dessous permet de recenser tous les éléments présents dans un parc éolien avec leur fonction et caractéristiques propres :

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Massifs de fondation représentant environ 450m ³ de béton armé sur une profondeur d'environ 3 m. L'étude géotechnique permettra de dimensionner précisément les fondations pour chaque éolienne.
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Mât en acier ou en béton de plusieurs tronçons. Hauteur totale maximale de 125 m et diamètre maximum de 140 m, de couleur blanc grisé (RAL 7035 ou similaire)
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	La nacelle abrite les composants suivants : <ul style="list-style-type: none"> - 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.
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Rotor de 3 pales relié à la nacelle. La longueur d'une pale est de 70 m maximum (diamètre rotor 140 m maximum)
Transformateur	Élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Les transformateurs moyenne-tension sont situés à l'intérieur de la structure de l'éolienne (nacelle ou mât)
Structure de livraison	Disjoncteur général + compteurs d'énergie + supervision informatique	2 bâtiments préfabriqués distincts de mêmes dimensions (3 x 3 x 10,5 m chacun). Chaque bâtiment peut être utilisé pour l'installation d'un poste de livraison normalisé EDF ou d'un circuit bouchon (filtre 175 Hz) ou encore d'un local d'exploitation et de maintenance.

4.2.2 Sécurité de l'installation

L'ensemble des dispositions de l'arrêté ministériel en date du 26 août 2011 seront respectées.

Ainsi s'agissant d'une installation classée ICPE, à l'intérieur de laquelle des travaux considérés comme « dangereux » ont lieu de façon périodique, l'exploitant s'assure de la conformité réglementaire de ses installations au regard de la sécurité des travailleurs et de l'environnement.

Il veille notamment au contrôle par un organisme indépendant du maintien en bon état des équipements électriques, des moyens de protection contre le feu, des protections individuelles et collectives contre les chutes de hauteur, des moyens de levage, des élévateurs de personnes et des équipements sous pression.

Par ailleurs, conformément à la réglementation ICPE, un suivi environnemental est effectué périodiquement, l'entretien est réalisé selon une périodicité définie dans le manuel d'entretien des éoliennes et l'ensemble des déchets est enlevé, trié puis retraité. Les équipements de sécurité des éoliennes, tels que les systèmes de contrôle de survitesse, arrêt d'urgence ou la vérification du boulonnage des tours font l'objet de vérifications de maintenance particulières selon des protocoles définis par les constructeurs et suivi dans le cadre du système qualité de l'exploitant.

4.2.3 Opérations de maintenance de l'installation

La CEPE CHESNOTS SAS, pétitionnaire, entend s'appuyer pour la maintenance de l'installation sur les ressources et capacités techniques de RES, sa maison mère.

Depuis 2000, RES exploite des parcs éoliens qu'elle a construits pour son propre compte ou pour le compte de tiers. En décembre 2017, le portefeuille de parcs en exploitation est de 554 MW éoliens. La société vise à acquérir un maximum d'expertise en interne et veille donc à développer ses capacités d'ingénierie afin de toujours garantir une parfaite maîtrise technique des projets au cours de leur cycle de vie. RES veille par ailleurs à développer des partenariats stratégiques à long terme avec des fournisseurs clefs tels que Schneider Electric, Vestas ou encore Siemens pour réaliser la maintenance des parcs dans des conditions techniques optimales. Par ailleurs, RES s'appuie sur l'expertise d'organismes de contrôle indépendants, tels Dekra ou Bureau Veritas, afin de valider la qualité de la maintenance réalisée.

Organisation générale du suivi de l'exploitation

Le département Exploitation & Maintenance s'assure du suivi des parcs éoliens une fois ceux-ci mis en service et jusqu'à leur démantèlement en fin de vie. Chaque parc éolien est suivi par un chargé d'exploitation dont le rôle est de coordonner les activités techniques et de vérifier les bonnes conditions de sécurité de l'exploitation, notamment auprès des sous-traitants intervenant sur le parc. La personne chargée d'exploitation du site est localisée dans une agence d'exploitation dédiée à la supervision des parcs éoliens en service dans le territoire où l'agence est implantée. RES possède actuellement 3 agences d'exploitation (Béziers, Dijon, Reims) ainsi que le siège social sur Avignon où de nombreux services de l'exploitation-

maintenances des sites sont présents. L'organisation en agence proche des territoires permet d'être très réactif et de limiter les trajets routiers lors des déplacements réguliers, pour une intervention optimisée sur site. Un rapport mensuel d'exploitation est rédigé par le chargé d'exploitation. Ce rapport reflète tout le travail qui est mené au jour le jour sur chaque site : il relate les principaux événements survenus sur le mois ainsi que la grande majorité des résultats de production de chaque parc. Le chargé d'exploitation responsable du site s'assure également de la traçabilité de l'ensemble des opérations menées par les prestataires de maintenance par l'usage d'un registre consultable dans chaque éolienne et s'assure de la bonne mise en œuvre sur site de la politique Qualité Sécurité Environnement RES. En cas d'urgence, un responsable technique représentant l'exploitant est joignable 7 jours/7 grâce à un système d'astreinte.

Par ailleurs, une surveillance à distance 24/24 est établie par la société chargée de l'entretien des machines (maintenance), en général le constructeur des éoliennes. Cette surveillance permet la remise en service à distance d'une machine à l'arrêt, lorsque c'est possible, et l'envoi de techniciens de maintenance dans les autres cas.

Comme précisé précédemment, des agences d'exploitation et de maintenance sont présentes au plus proche des sites dont la gestion des actifs est confiée à RES :

- Les agences de RES (supervision de l'exploitation) sont situées à Avignon, Béziers, Dijon, Reims et gèrent les sites de la Montagne Noire, du Haut Languedoc, de la vallée du Rhône, mais aussi ceux de Bourgogne, Haute-Marne et Picardie.
- Les maintenanciers (généralement les constructeurs Vestas, Senvion, Siemens, etc.) possèdent des centres de maintenance à Carcassonne, Langres, Lorient, Montpellier, Bapaume et Lyon.

Cette organisation permet de faciliter la gestion combinée de l'exploitation et de la maintenance des sites, d'optimiser les temps de trajet (limitation du risque routier), de s'assurer de la disponibilité opérationnelle et de la qualité des interventions sur site. Ces interventions, souvent réalisées en hauteur (nacelle des éoliennes), demandent de la rigueur et de la concentration. Le respect des règles de sécurité est la priorité absolue.

L'exploitant veille également à maintenir, durant toute la vie du parc éolien, des contrats d'entretien concernant les éoliennes et les postes électriques présents sur le parc. Il veille également à l'entretien des chemins et bas-côtés dans un souci de protection contre l'incendie.

L'entretien des éoliennes est généralement réalisé par les fabricants qui possèdent toute l'expertise nécessaire, des techniciens formés, la documentation, les outillages, les pièces détachées, selon des contrats d'une durée de 5 à 15 ans. L'objectif de l'entretien est le maintien en état des éoliennes pour la durée de leur exploitation, soit 20 ans minimum, avec un niveau élevé de performance et dans le respect de la sécurité des intervenants et des riverains.

Le plan d'entretien des éoliennes est rédigé par l'exploitant sur la base des recommandations de chaque constructeur d'éoliennes, et dans le respect des règles ICPE. Chaque constructeur d'éolienne construit ses matériels selon les normes européennes et respecte en particulier la norme IEC61400-1 définissant les besoins pour un plan de maintenance.

Entretien préventif

Typiquement et conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 26 août 2011, l'entretien est réalisé au cours de deux visites annuelles au cours desquelles on s'assure de :

- L'état des structures métalliques (tours, brides, pales) et le bon serrage des fixations,
- La lubrification des éléments tournants, appoints d'huile au niveau des boîtes de vitesse ou groupes hydrauliques,
- La vérification des éléments de sécurité de l'éolienne, dont l'arrêt d'urgence, la protection contre les survitesses, la détection d'incendie,
- La vérification des différents capteurs et automates de régulation,
- L'entretien des équipements de génération électrique,
- Les tâches de maintenance prédictive : surveillance de la qualité des huiles, état vibratoire...
- La propreté générale.

Maintenance prédictive

La maintenance prédictive est généralement réalisée par RES, pour le compte de l'exploitant, grâce aux équipes sur site (chargé d'exploitation) qui sont supportées par l'équipe des ingénieurs méthode & fiabilité experts dans leur domaine. En effet, l'équipe méthode est en charge de détecter des éventuelles anomalies de fonctionnement de certains éléments de l'éolienne afin d'intervenir au plus vite pour corriger si nécessaire avant que le défaut devienne trop important, pour limiter l'usure des composants. L'équipe méthode a aussi en charge d'innover dans la recherche de l'optimisation de production des parcs, l'entretien prédictif s'inscrit dans une vision de gestion long terme du parc. Il s'agit de minimiser les casses de tout ordre en changeant des capteurs ou en réalisant de mineures corrections pour allonger la durée de vie du parc et optimiser les coûts futurs de maintenance.

Ainsi, afin d'optimiser les conditions d'exploitation et de réduire les coûts parfois associés à des arrêts de production non programmés (ou obligatoires comme les séparations du réseau électrique de distribution pour permettre la maintenance des postes sources), RES, pour le compte de l'exploitant peut mettre en place un programme de maintenance prédictive qui va au-delà des prescriptions usuelles du constructeur.

Cette anticipation de pannes est faite par la surveillance des paramètres d'exploitation des éoliennes, tels que les températures des équipements, l'analyse en laboratoire des lubrifiants et l'analyse des signatures vibratoires de certains équipements tournants. Ainsi, lorsqu'un paramètre dévie de sa plage normale de fonctionnement, RES, toujours en lien avec le maintenancier propose une action de correction et déclenche

auprès de l'équipe dédiée du centre de maintenance, une opération de maintenance ciblée sur le problème détecté même si l'éolienne n'a pas été arrêtée par une alarme spécifique (panne). Comme pour toutes les autres opérations, ce type d'actions est répertorié et indiqué dans le rapport mensuel d'exploitation ou dans le rapport annuel permettant à l'exploitant d'avoir une vision exhaustive de tout le travail réalisé par les équipes, aussi bien sur site, que dans les centres de conduite (travail méthode & fiabilité notamment). RES tient un fichier de suivi de ces travaux récurrents ou spécifiques au site, afin d'en évaluer le gain pour l'exploitant (optimisation des pertes de production et limitation/contrôle des frais de maintenance).

Entretien correctif

Par ailleurs, tout au long de l'année, des interventions sont déclenchées au besoin lorsqu'un équipement tombe en panne. Il s'agit de maintenance corrective dans ce cas. Le centre de surveillance envoie une équipe de maintenance après l'avoir avertie de la nature de la panne observée et des éléments probables pouvant contribuer à la panne. Les techniciens ont une connaissance approfondie du fonctionnement de la machine ainsi que toutes les formations nécessaires pour réaliser le travail dans les meilleures conditions de sécurité. Ils ont également à leur disposition une bibliothèque de modes opératoires permettant de résoudre les pannes de la manière la plus efficace grâce à l'expérience acquise sur l'ensemble de la flotte mondiale.

4.2.4 Stockage et flux de produits dangereux

L'ensemble des déchets générés par la maintenance des éoliennes fait l'objet d'une collecte, d'un tri et d'un retraitement dans un centre agréé.

Une procédure en vigueur chez l'exploitant établit les conditions de gestion des déchets et permet la traçabilité de ce process. En général, le contrat d'entretien du parc régit les conditions de sous-traitance de cette activité à l'entreprise réalisant la maintenance des éoliennes.

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

4.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

4.3.1 Raccordement électrique

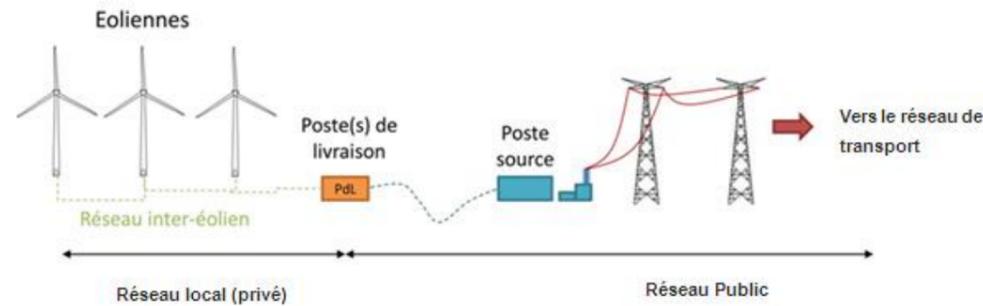


Figure 13 : Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

Eoliennes

Les éoliennes produisent de l'énergie électrique par l'intermédiaire d'une génératrice entraînée par la rotation des pâles. En sortie de la génératrice, le niveau de tension est inférieur à 1000 V (BT). Cette tension est ensuite élevée au niveau 20 kV (HTA) par un transformateur protégé par une cellule électrique de type disjoncteur. La sortie du disjoncteur est reliée à des cellules électriques de type interrupteur sectionneur.

Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne³, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance.

Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 85 cm.

Le réseau inter-éolien mis en place sur le parc éolien des Chesnots représente une longueur d'environ 2 400 m.

Poste de livraison

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

La configuration du parc éolien des Chesnots, en termes de puissance, nécessite la création de 2 postes de livraison.

La localisation exacte des emplacements des structures de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée. Ce point de livraison est constitué par un poste électrique préfabriqué en béton normalisé. Ce poste électrique abrite la cellule disjoncteur général du parc ainsi que les compteurs électriques. Il constitue le point d'interface et la limite de propriété entre le réseau public de distribution d'électricité et la centrale de production d'énergie. La tension du réseau public est de 20 kV. Il n'est donc pas nécessaire d'installer un autre transformateur.

Sur le parc éolien des Chesnots, les structures de livraison se situent à proximité des plateformes des éoliennes E3 et E4.

Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe prévoit de relier la structure de livraison au poste source existant de Trie-Château, situé à environ 8 200 m par la voie communale n°4 d'Éragny-sur-Epte à Villers-sur-Trie puis par la route communale jusqu'à Trie-Château depuis le parc. Ce réseau sera réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ENEDIS). Comme le prévoit l'article D. 342-2 du code de l'énergie, les ouvrages de raccordement nécessaires à l'évacuation de l'électricité produite constituent une extension du réseau public de distribution. Ainsi, ce réseau pourra être utilisé pour le raccordement d'autres consommateurs et/ou producteurs.

Le gestionnaire déterminera le tracé de raccordement définitif entre la structure de livraison et le poste source, seulement après obtention de l'Autorisation Environnementale. Le raccordement électrique est réalisé en souterrain, généralement en bord de route ou de chemin, selon les normes en vigueur. Les coûts inhérents aux études et aux travaux sont intégralement à la charge du pétitionnaire.

Dans la mesure où la procédure de raccordement n'est lancée qu'une fois l'Autorisation Environnementale accordée, le tracé du raccordement n'est pas déterminé à ce stade et seules des hypothèses peuvent être avancées.

Une des hypothèses prévoit de relier les structures de livraison au poste source existant de Trie-Château (position en DMS WGS84 : 49°17'05,16"N, 1°49'38.19"E), à environ 4,7 km au sud-est à vol d'oiseau de l'éolienne E6.

Respect des normes pour la conception

- Les éoliennes :

Les éoliennes respectent la directive machine pour l'ensemble de la partie allant de la génératrice électrique jusqu'aux bornes du transformateur HTA/BT.

³ Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

Pour la partie HTA et transformateur, l'ensemble des normes en vigueur est respecté dont la C13 200. Il faut également noter qu'un verrouillage Haute-tension / Basse-tension / Transformateur (HT/BT/TR) est réalisé.

- Les postes de livraison:

Les postes électriques du parc éolien (normalisé ENEDIS) respectent l'ensemble des normes de conception électrique en vigueur. Ils respecteront notamment les normes NFC 15 100, NFC 13 100 et NFC 13 200.

- Les câbles électriques HTA :

L'ensemble des câbles électriques HTA seront du type C32 226 (normalisé ENEDIS). Leur installation sera conforme à l'arrêté du 17 mai 2001 illustré par le guide C11 001. Ainsi les câbles seront enterrés à un minimum de 850 mm (tangente supérieure) en bordure des pistes.

Vérification du respect des normes et de la législation

- Vérification par RES :

Tout au long du chantier, l'entreprise RES réalise, pour le compte de la CEPE CHESNOTS SAS, des contrôles de qualité interne afin de vérifier notamment l'adéquation entre les plans et l'exécution du chantier, la qualité et la profondeur de l'enfouissement du câble, de tester le fonctionnement à vide du poste de livraison, ...

- Vérification par un bureau de contrôle agréé :

Conformément à la législation en vigueur, RES missionnera un bureau de contrôle indépendant reconnu par l'État. Celui-ci procédera au contrôle des installations électrique du parc éolien. Il vérifiera notamment la conformité du poste électrique et des câbles électriques haute-tension aux normes en vigueur.

Le contrôleur établit sur la base de ses contrôles un rapport listant les points conformes ou non-conformes.

Il est important de mentionner ici que le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité n'autorisera pas le raccordement de l'installation tant que l'entreprise RES ne lui aura pas présenté un rapport vierge de remarques de la part du bureau de contrôle.

4.3.2 Autres réseaux

Le parc éolien des Chesnots et ses équipements ne sont reliés à aucun réseau de gaz, d'alimentation en eau potable ou d'assainissement.

5 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

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

5.1 Potentiels de dangers liés aux produits

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien des Chesnots 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 les postes de livraison.

L'ensemble des déchets générés par la maintenance des éoliennes fait l'objet d'une collecte, d'un tri et d'un retraitement dans un centre agréé. Une procédure en vigueur chez l'exploitant établira les conditions de gestion des déchets et permettra la traçabilité de ce process. Ces déchets seront de type huiles usagées (environ 30% du total), chiffons et emballages souillés (environ 60% du total), piles, batteries, néons, aérosols, DEEE (environ 10% du total), déchets industriels banals... pour une quantité approximative de 1 m³ par Mégawatt et par an.

5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

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

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

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

5.3 Réduction des potentiels de dangers à la source

5.3.1 Principales actions préventives

Les choix techniques du projet éolien des Chesnots se sont orientés selon les axes suivants :

Choix de l'emplacement des installations

Le parc éolien des Chesnots a été conçu dans l'objectif de se tenir à distance des enjeux potentiels.

Ainsi, pour définir l'implantation du parc, RES s'est éloigné au maximum des habitations afin d'éviter les impacts d'ordre acoustique. Alors que le code de l'urbanisme impose un éloignement de 500 m aux habitations, la distance minimale entre une éolienne du parc des Chesnots et une habitation est de 750 m (voir paragraphe 3.2.1).

S'agissant des différents usagers de l'espace aérien, RES a échangé avec le ministère de la Défense et avec la Direction Générale de l'Aviation Civile afin de s'assurer de la compatibilité du site avec les enjeux de circulation aérienne.

Choix des éoliennes

Forte de son expérience de plus de 15 ans dans l'exploitation de parcs éoliens, RES dispose des compétences internes nécessaires pour définir en amont le type d'éolienne le plus adapté aux sites étudiés et aux différentes problématiques qui leurs sont propres.

Ainsi, le choix précis de l'éolienne retenue se fera sur la base d'un appel d'offre constructeur après obtention des demandes d'autorisation. Ce choix sera opéré de manière à répondre aux caractéristiques techniques du site (production d'électricité, réglementation acoustique, distance inter éolienne).

Inventaire des incidents et accidents en France

Un inventaire des incidents et accidents en France est présenté au paragraphe 6.1 de la présente étude de dangers. Il se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne à la date de cette étude de dangers.

D'autre part, la base de données ARIA rassemble les informations sur les accidents technologiques en France. En particulier, elle regroupe les accidents survenus dans les installations classées pour la protection de l'environnement. Cette base de données est accessible à l'adresse suivante : <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>.

5.3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles

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

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

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

6 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

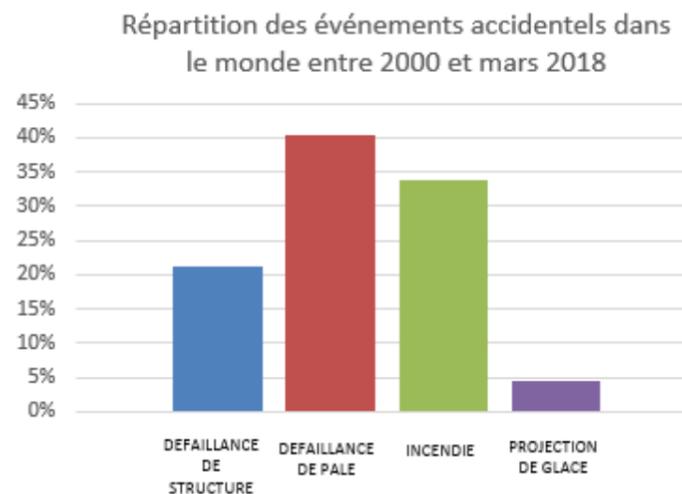
Il n'existe actuellement aucune base de données officielle recensant l'accidentologie dans la filière éolienne. Néanmoins, il a été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisée,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

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

6.1 Inventaire des accidents et incidents à l'international

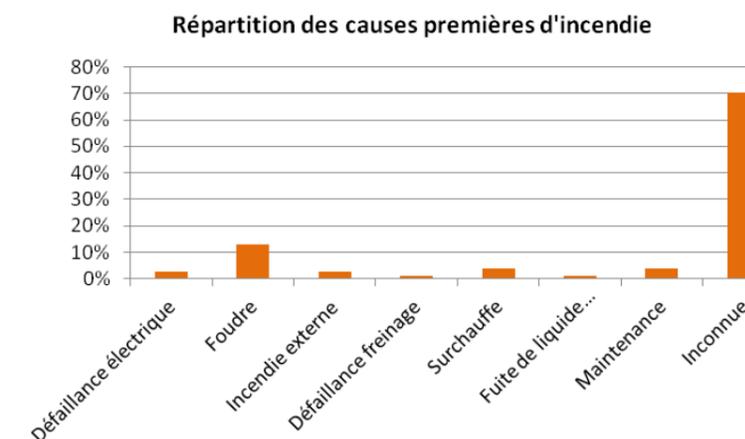
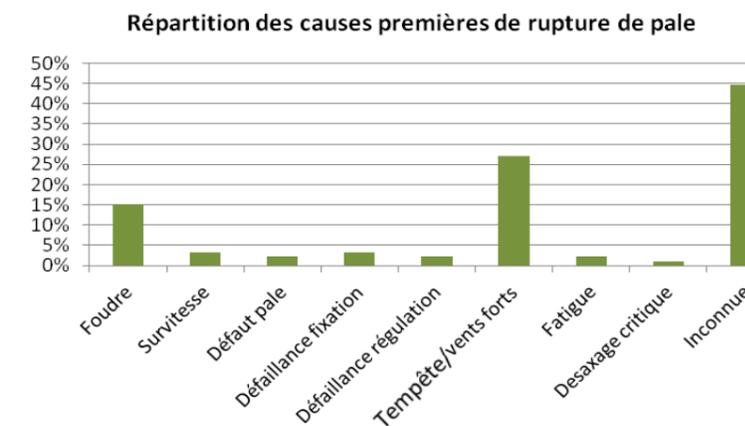
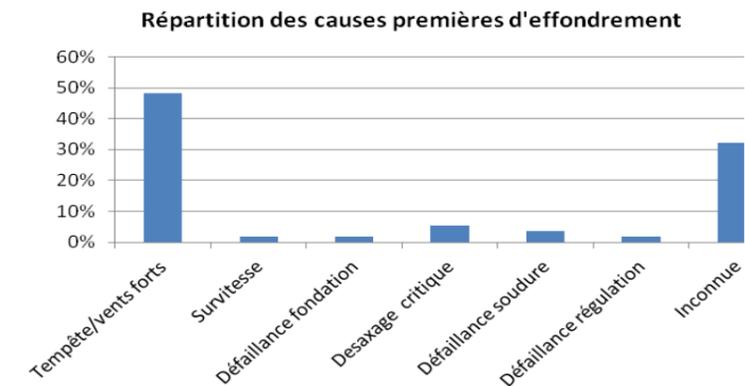
Le nombre total d'accidents recensés dans le rapport « Summary of Wind Turbine Accident data to 31 Décembre 2017 » (source : <http://www.caithnesswindfarms.co.uk/AccidentStatistics.htm>), en date du 31 mars 2018, est de 2231 dont 137 sont recensés comme des accidents fatals ayant engendré 183 décès (111 décès parmi le personnel direct de l'industrie éolienne et 72 personnes extérieures).

Sur les 2231 accidents décrits dans le rapport, 941 accidents sont considérés comme des « accidents majeurs » et pris en compte dans l'étude de dangers selon la répartition suivante :



Les autres accidents concernent plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

Ci-après est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés), issu du Guide technique "Elaboration de l'étude de danger dans le cadre des projets éoliens", rédigé par la FEE en partenariat avec l'INERIS, et publié en 2012.



Ce retour d'expérience montre l'importance des causes « tempêtes et vents forts » dans les accidents. Il souligne également le rôle de la foudre dans les accidents.

6.2 Inventaire des incidents et accidents en France

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien des Chesnots. 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 incidents et accidents 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 produite par le groupe de travail de SER/FEE (qui a élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens) et actualisée par le pétitionnaire 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 75 incidents a pu être recensé entre 2000 et juin 2018 (voir tableau détaillé en annexe).

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

Le graphique présenté ci-après montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et juin 2018. 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. Ces causes sont représentées par des histogrammes de couleur claire.

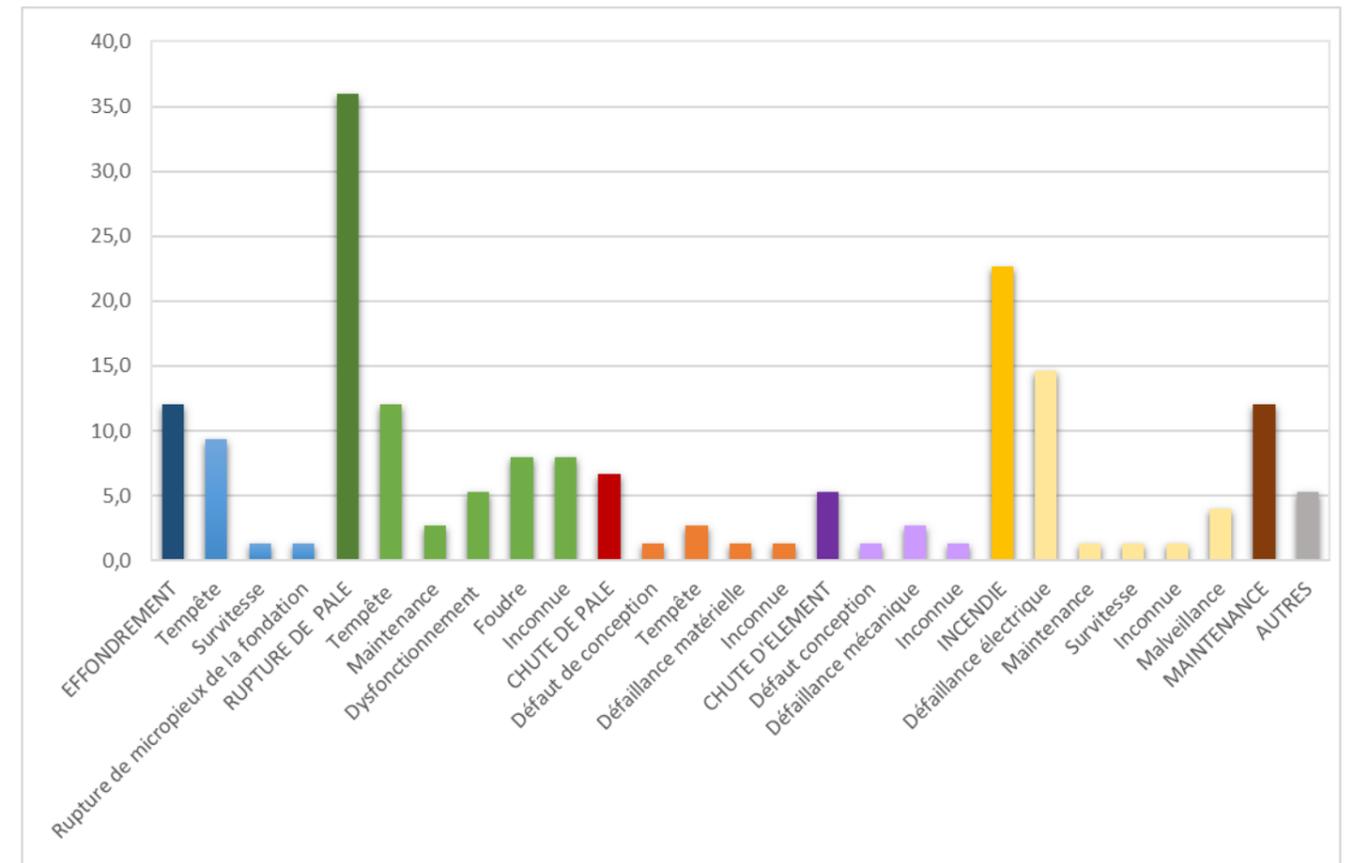


Figure 14 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et juin 2018

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

6.3 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

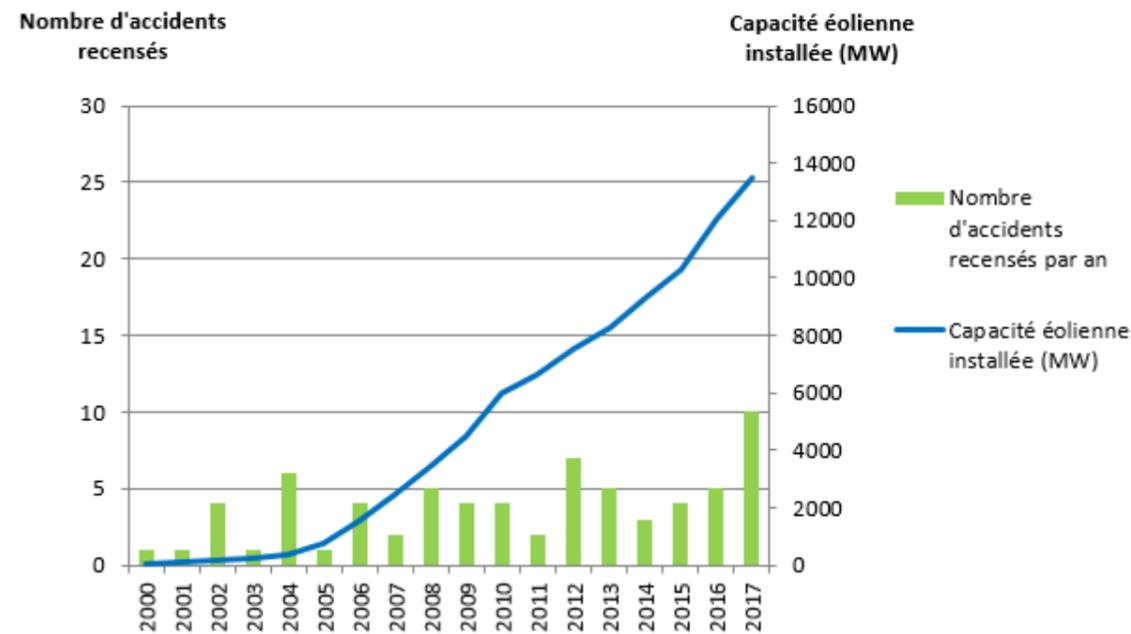
6.3.1 Analyse de l'évolution des accidents en France

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

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

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

Evolution du nombre d'incidents annuels en France et capacité éolienne installée



Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées⁴

6.3.2 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 suivants :

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

6.4 Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

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

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

⁴ On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'accidents reste relativement constant

7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

7.1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques

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

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

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

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

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

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

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

7.3 Recensement des agressions externes potentielles

7.3.1 Agressions externes liées aux activités humaines

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

Infrastructure	Voies de circulation <i>telles que définies à l'annexe 1 de l'EDD (=voies structurantes > 2000 véhicules/jour)</i>	Aérodrome	Ligne THT	Autres aérogénérateurs
Fonction	Transport	Transport aérien	Transport d'électricité	Production d'électricité
Événement redouté	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Chute d'aéronef	Rupture de câble	Accident générant des projections d'éléments
Danger potentiel	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	Arc électrique, surtensions	Energie cinétique des éléments projetés
Périmètre (m)	200	2000	200	500
Distance par rapport au mât des éoliennes (m)				
E1	NA*	NA	NA	NA
E2	NA	NA	NA	NA
E3	NA	NA	NA	NA
E4	NA	NA	NA	NA
E5	NA	NA	NA	NA
E6	NA	NA	NA	NA

*NA = non applicable = absence de l'infrastructure visée dans le rayon dédié pour l'agression.

7.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	L'emplacement des aérogénérateurs n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux. Des vents très violents dépassant les 120 km/h ont toutefois déjà été observés dans le secteur (notamment durant la tempête de 1999). Les éoliennes étant dimensionnées pour supporter des vents pouvant atteindre 250 km/h, il n'y a pas lieu de proposer de mesures particulières.
Foudre	Le parc éolien respectera la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006).
Glissement de sols/ affaissement miniers	NA

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 scénarii de rupture de pale.

7.4 Analyse générique des risques liés aux agressions externes potentielles

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

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

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

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

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

Ce tableau, présentant le résultat d'une analyse des risques, peut être considéré comme représentatif des scénarii d'accidents pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes. Il est présenté page suivante.

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Échauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Échauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Écoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Écoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

7.5 Effets dominos

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

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

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise :

« [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...]. Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».

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

7.6 Mise en place des mesures de sécurité

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc des Chesnots.

Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.

- **Indépendance (« oui » ou « non »)** : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarii d'accidents. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).
- **Temps de réponse (en secondes ou en minutes)** : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité.
- **Efficacité (100% ou 0%)** : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.
- **Test (fréquence)** : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.
- **Maintenance (fréquence)** : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de dangers particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement		
Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA		
Maintenance	vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		
Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		
Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours		
Description	DéTECTEURS de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		
Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	DéTECTEURS de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution		
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; - de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	NA		
Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 min		
Efficacité	100 %. NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.		
Tests	/		
Maintenance	/		
Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	Mise en place d'une procédure de veille cyclonique et d'intervention + mise en œuvre d'éoliennes équipées de dispositifs anticycloniques permettant abattage et arrimage au sol des éléments les plus sensibles, en particulier les pales		
Description	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'ensemble de la structure [mât et/ou nacelle + hélice] peut être rabattu et arrimé au sol ➤ Détection des cyclones ➤ Formation des opérateurs ➤ Mise en place d'une procédure d'intervention suivant les niveaux d'alerte 		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	/		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Contrôle et entretien des équipements de repli cyclonique		

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011, notamment, sur une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalisera une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

7.7 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

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

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

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

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

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

8 ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarii 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.

A ce stade du projet le gabarit de l'éolienne retenu est arrêté mais le développeur ne procédera au choix final de l'éolienne qu'au moment de la construction du parc. C'est-à-dire après l'obtention des autorisations administratives.

Afin que l'étude de dangers demeure pertinente, les calculs de l'étude détaillée des risques ci-après retiendront les dimensions de l'éolienne qui sont les plus pénalisantes pour le gabarit retenu. Ces dimensions, resteront conformes à des machines du marché disposant de la même hauteur sommitale (Hmax).

La gravité d'un accident résulte :

- De l'étendue de la zone d'effets et des types d'occupation de cette zone : ces 2 éléments vont déterminer le nombre de cibles à prendre en compte ;
- Du degré d'exposition.

Compte tenu du type de zone dans lesquelles sont implantées les éoliennes, la zone d'effets est généralement homogène en termes de type d'occupation (terrains très peu fréquentés) et dans ce cas c'est la configuration de machine maximisant le degré d'exposition qui va générer la gravité maximale.

Les calculs intégreront un diamètre de rotor et une hauteur de mât maximum, dans le but de calculer le degré d'exposition maximum du phénomène étudié.

Ainsi, il sera adopté :

- Pour tous les calculs, la configuration (Hauteur de mât max et diamètre de rotor max, soit :
HH max = 125 m ; D max = 140 m).

À noter qu'il s'agit pour ces calculs d'une machine fictive permettant de maximiser les risques qu'elle induit car prenant en compte les paramètres les plus contraignants des modèles éligibles. Il s'agit d'un modèle qui ne sera pas retenu mais seulement utilisé pour les calculs. La hauteur maximale en bout de pale des aérogénérateurs qui font l'objet du présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale sera bien de 180 m.

8.1 Rappels des définitions

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

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

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

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

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

Afin de pouvoir présenter des éléments au sein de cette étude de dangers, il est proposé de recourir à la méthode ad hoc préconisée par le guide technique 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 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

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

8.1.2 Intensité

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.1.3 Gravité

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

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

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 scénarii d'accident majeur :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.1.5 Criticité

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

Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
	<i>Nom de l'éolienne</i>				
Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Légende de la matrice

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

8.2 Caractérisation des scénarii retenus

8.2.1 Effondrement de l'éolienne

Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale maximale de l'éolienne en bout de pale, soit 195 m dans le cas de l'éolienne de gabarit fictif avec les paramètres les plus contraignants pour le parc éolien des Chesnots.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (références [5] et [6]). Les risques d'atteinte d'une personne ou d'un bien en dehors de cette zone d'effet sont négligeables et ils n'ont jamais été relevés dans l'accidentologie ou la littérature spécialisée.

Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne concernant le parc éolien des Chesnots.

- R est la longueur maximale de pale envisagée (R= 70 m), de forme triangulaire avec une base de largeur LB (LB= 4,5 m), H la hauteur maximale envisagée pour le mât (H= 125 m) et L la largeur maximale du mât (L= 12 m).

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

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = (H) \times L + 3 \times R \times LB / 2$ $Z_I = 1\,972,5$	$Z_E = \pi \times (H+R)^2$ $Z_E = 119\,459,06$	$d = Z_I / Z_E$ $d = 1,65\%$	Exposition forte
La zone d'impact est de 1 972,5 m²	La zone d'effet est de 119 459,06 m²	Le degré d'exposition du phénomène est donc compris entre 1 et 5%	

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 9.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

- ☞ **Plus de 100 personnes exposées → « Désastreux »**
- ☞ **Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique »**
- ☞ **Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important »**
- ☞ **Au plus 1 personne exposée → « Sérieux »**
- ☞ **Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré »**

Les éoliennes se situent sur des terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts...). Dans cette zone, selon la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers (cf. Annexe 10.1), le nombre de personnes exposées N dans la zone d'effet est de 1 personne par tranche de 100 ha.

Il existe également une faible surface occupée par les voiries non structurantes. Ici, le nombre de personnes exposées N dans la zone d'effet est de 1 personne par tranche de 10 ha ; on considèrera une largeur moyenne de 4,5 m pour les voiries.

Le tableau suivant permet de calculer le nombre équivalent de personnes présentes sur la zone.

		Equivalent personnes présentes (R=195 m)					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
Personnes non abritées (Terrains non bâtis)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...)	0,12 (11,68 ha)	0,12 (11,68 ha)	0,11 (11,43 ha)	0,11 (11,43 ha)	0,12 (11,68 ha)	0,12 (11,62 ha)
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage et aire de fondation/terre-plein, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...)	0,03 (0,26 ha)	0,03 (0,26 ha)	0,05 (0,52 ha)	0,06 (0,64 ha)	0,03 (0,26 ha)	0,03 (0,33 ha)
	Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport sans gradin...)	-	-	-	-	-	-
Voies de circulation	Voies de circulation automobiles (> 2000 véhicule/jour) : RN 12	-	-	-	-	-	-
	Voies ferroviaires	-	-	-	-	-	-
	Voies navigables	-	-	-	-	-	-
	Chemins de randonnée	-	-	0,73 (364 ml)	0,71 (357 ml)	-	-
Bâti	Logements	-	-	-	-	-	-
	Etablissements recevant du public (ERP)	-	-	-	-	-	-
Zones d'activité et ass.	Industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public	-	-	-	-	-	-
Total		0,14	0,14	0,89	0,89	0,14	0,15

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

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 1	Sérieuse
E2	< 1	Sérieuse
E3	< 1	Sérieuse
E4	< 1	Sérieuse
E5	< 1	Sérieuse
E6	< 1	Sérieuse

Probabilité

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

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

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'expérience⁵, soit une probabilité de 4,47 x 10⁻⁴ par éolienne et par an, comme indiqué dans le Guide technique "Elaboration de l'étude de danger dans le cadre des projets éoliens"⁶, (INERIS, 2012).

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

⁵ 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.

⁶ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide%20EDD.pdf>

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

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

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 correctrices réduisant significativement la probabilité ».

Acceptabilité

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

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Éolienne	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
E1	Sérieuse	D	Acceptable
E2	Sérieuse	D	Acceptable
E3	Sérieuse	D	Acceptable
E4	Sérieuse	D	Acceptable
E5	Sérieuse	D	Acceptable
E6	Sérieuse	D	Acceptable

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

8.2.2 Chute de glace

Considérations générales

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

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

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

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien des Chesnots, la zone d'effet a donc un rayon de 70 mètres qui correspond au rayon maximum envisagé pour l'éolienne. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien des Chesnots, le rayon pourra être compris entre 55 et 70 m. Le rayon conduisant à la gravité maximale pour ce risque est 70 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.

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 degré d'exposition est calculé pour un morceau de glace d'une surface d'1 m², de façon à majorer la zone d'impact, et donc, le degré d'exposition.

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

- Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est la longueur de la pale pour laquelle la gravité est maximale parmi les longueurs envisagées ($R=70$ m), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG= 1 \text{ m}^2$).

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 =$ zone de survol)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$ $Z_I = 1$	$Z_E = \pi \times R^2$ $Z_E = 15\,393,80$	$d = Z_I / Z_E$ $d = 0,0065 \%$	Exposition modérée
La zone d'impact est d' 1 m^2	La zone d'effet est de $15\,393,8 \text{ m}^2$	Le degré d'exposition du phénomène est inférieur à 1%	

Gravité

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

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

Le nombre de personnes exposées N dans la zone d'effet de chute de glace est de :

		Equivalent personnes présentes ($R=70$ m)					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
Personnes non abritées (Terrains non bâtis)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...)	0,013 (1,33 ha)	0,013 (1,33 ha)	0,013 (1,25 ha)	0,013 (1,25 ha)	0,013 (1,33 ha)	0,013 (1,28 ha)
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage et aire de fondation/terre-plein, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...)	0,02 (0,21 ha)	0,02 (0,21 ha)	0,03 (0,29 ha)	0,03 (0,29 ha)	0,03 (0,26 ha)	0,02 (0,21 ha)
	Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport sans gradin...)	-	-	-	-	-	-
Voies de circulation	Voies de circulation automobiles (> 2000 véhicule/jour) : RN 12	-	-	-	-	-	-
	Voies ferroviaires	-	-	-	-	-	-
	Voies navigables	-	-	-	-	-	-
	Chemins de randonnée	-	-	-	-	-	-
Bâti	Logements	-	-	-	-	-	-
	Etablissements recevant du public (ERP)	-	-	-	-	-	-
Zones d'activité et ass.	Industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public	-	-	-	-	-	-
Total		0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 =$ zone de survol)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 1	Modérée
E2	< 1	Modérée
E3	< 1	Modérée
E4	< 1	Modérée
E5	< 1	Modérée
E6	< 1	Modérée

Probabilité

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

Acceptabilité

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Éolienne	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
E1	Modérée	A	Acceptable
E2	Modérée	A	Acceptable
E3	Modérée	A	Acceptable
E4	Modérée	A	Acceptable
E5	Modérée	A	Acceptable
E6	Modérée	A	Acceptable

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

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

8.2.3 Chute d'éléments de l'éolienne

Zone d'effet

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

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor.

Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien des Chesnots.

- d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale maximale envisagée (R= 70 m) de forme triangulaire avec une base de largeur LB (LB= 4,5 m).

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \cdot LB / 2$ Z _I = 157,5	$Z_E = \pi \times R^2$ Z _E = 15 393,80	$d = Z_I / Z_E$ d = 1,023 %	Exposition forte
La zone d'impact est de 157,5 m ²	La zone d'effet est de 15 393,8 m ²	Le degré d'exposition du phénomène est compris entre 1 et 5 %	

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 9.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments, dans la zone de survol de l'éolienne :

- ☞ Plus de 100 personnes exposées → « Désastreux »
- ☞ Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique »
- ☞ Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important »
- ☞ Moins de 1 personnes exposées → « Sérieux »
- ☞ Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré »

Le nombre de personnes exposées N dans la zone d'effet de chute d'éléments est de :

		Equivalent personnes présentes (R=70 m)					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
Personnes non abritées (Terrains non bâtis)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...)	0,013 (1,33 ha)	0,013 (1,33 ha)	0,013 (1,25 ha)	0,013 (1,25 ha)	0,013 (1,33 ha)	0,013 (1,28 ha)
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage et aire de fondation/terre-plein, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...)	0,02 (0,21 ha)	0,02 (0,21 ha)	0,03 (0,29 ha)	0,03 (0,29 ha)	0,03 (0,26 ha)	0,02 (0,21 ha)
	Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport sans gradin...)	-	-	-	-	-	-
Voies de circulation	Voies de circulation automobiles (> 2000 véhicule/jour) : RN 12	-	-	-	-	-	-
	Voies ferroviaires	-	-	-	-	-	-
	Voies navigables	-	-	-	-	-	-
	Chemins de randonnée	-	-	-	-	-	-
Bâti	Logements	-	-	-	-	-	-
	Etablissements recevant du public (ERP)	-	-	-	-	-	-
Zones d'activité et ass.	Industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public	-	-	-	-	-	-
Total		0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 1	Sérieuse
E2	< 1	Sérieuse
E3	< 1	Sérieuse
E4	< 1	Sérieuse
E5	< 1	Sérieuse
E6	< 1	Sérieuse

Probabilité

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

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

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

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

Acceptabilité

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Éolienne	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
E1	Sérieuse	C	Acceptable
E2	Sérieuse	C	Acceptable
E3	Sérieuse	C	Acceptable
E4	Sérieuse	C	Acceptable
E5	Sérieuse	C	Acceptable
E6	Sérieuse	C	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien des Chesnots, le phénomène de chute d'éléments d'éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.4 Projection de pâles ou de fragments de pâles

Zone d'effet

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

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

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

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

Intensité

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

Le tableau ci-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien des Chesnots.

- r est le rayon de la zone de projection de pale ou de fragment de pale (r= 500), d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale maximale envisagée (R= 70 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB= 4,5 m).

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \cdot LB / 2$ Z _I =157,5	$Z_E = \pi \times r^2$ Z _E = 785 398	$d = Z_I / Z_E$ d= 0,02%	Exposition modérée
La zone d'impact est de 157,5 m ²	La zone d'effet est de 785 398 m ²	Le degré d'exposition du phénomène est inférieur à 1%	

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 9.1.3., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

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

Le nombre de personnes exposées N dans la zone d'effet de projection de pales est de :

		Equivalent personnes présentes (R=500 m)					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
Personnes non abritées (Terrains non bâtis)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...)	0,78 (77,79 ha)	0,77 (77,03 ha)	0,77 (76,97 ha)	0,77 (76,84 ha)	0,77 (77,21 ha)	0,77 (77,04 ha)
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage et aire de fondation/terre-plein, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...)	0,08 (0,75 ha)	0,15 (1,51 ha)	0,16 (1,57 ha)	0,17 (1,70 ha)	0,13 (1,33 ha)	0,15 (1,50 ha)
	Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport sans gradin...)	-	-	-	-	-	-
Voies de circulation	Voies de circulation automobiles (> 2000 véhicule/jour) : RN 12	-	-	-	-	-	-
	Voies ferroviaires	-	-	-	-	-	-
	Voies navigables	-	-	-	-	-	-
	Chemins de randonnée	-	1,64 (819,6 ml)	2,05 (1026,4 ml)	1,98 (990,4 ml)	2,45 (1224,6 ml)	0,91 (452,6 ml)
Bâti	Logements	-	-	-	-	-	-
	Etablissements recevant du public (ERP)	-	-	-	-	-	-
Zones d'activité et ass.	Industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public	-	-	-	-	-	-
Total		0,85	2,56	2,98	2,92	3,35	1,83

Distance à la départementale D22 :

L'éolienne E6 est la seule éolienne se trouvant à moins de 500m (429 m) de la D22 dont le trafic journalier moyen annuel est de 866 véhicules (2013), ce qui la classe parmi les axes du réseau non structurant. Pour calculer la gravité associée à l'évènement « projection de pale ou fragment de pale », il est nécessaire de connaître la longueur du segment de la départementale qui traverse la zone des 500 m autour de l'éolienne E6. D'après la méthode du comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne (annexe 1), celle-ci indique pour les voies de circulation automobiles non structurantes (< 2000 véhicules par jour) qu'elles sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

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

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 1	Modérée
E2	< 10	Sérieuse
E3	< 10	Sérieuse
E4	< 10	Sérieuse
E5	< 10	Sérieuse
E6	< 10	Sérieuse

Probabilité

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

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

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

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

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 Septembre 2005 d'une probabilité « C » : « 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 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 donc considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D » : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctrices réduisant significativement la probabilité ».

Acceptabilité

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

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Éolienne	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
E1	Modérée	D	Acceptable
E2	Sérieuse	D	Acceptable
E3	Sérieuse	D	Acceptable
E4	Sérieuse	D	Acceptable
E5	Sérieuse	D	Acceptable
E6	Sérieuse	D	Acceptable

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

8.2.5 Projection de glace

Zone d'effet

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

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

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

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

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-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien des Chesnots.

- d est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale maximale envisagée (R= 70 m), H la hauteur maximale envisagée pour le moyeu (H= 125 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de R _{PG} = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne, soit 397,5 m pour les éoliennes du parc des Chesnots)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z _I = SG Z _I = 1	$ZE = \pi \times [1,5 \times (H+2R)]^2$ Z _E = 496 391,27	$d = Z_I / Z_E$ d = 0,00020%	Exposition modérée
La zone d'impact est de 1 m²	La zone d'effet est de 496 391 m²	Le degré d'exposition du phénomène est inférieur à 1%	

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 9.1.3., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

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

Il a été observé dans la littérature disponible [17] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité. Il a été considéré dans la présente étude que des personnes non abritées par un véhicule ou un bâtiment peuvent se trouver sur des voies de circulations non structurantes comme les chemins ruraux, les voies communales, les chemins d'accès et les plateformes.

Le nombre de personnes exposées N dans la zone d'effet de projection de glace est de :

		Equivalent personnes présentes (R=397,5 m)					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
Personnes non abritées (Terrains non bâtis)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...)	0,49 (49,19 ha)	0,49 (48,79 ha)	0,49 (48,69 ha)	0,48 (48,19 ha)	0,49 (49,07 ha)	0,49 (49,08 ha)
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage et aire de fondation/terre-plein, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...)	0,04 (0,45 ha)	0,09 (0,85 ha)	0,09 (0,95 ha)	0,14 (1,45 ha)	0,06 (0,57 ha)	0,06 (0,56 ha)
	Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport sans gradin...)	-	-	-	-	-	-
Voies de circulation	Voies de circulation automobiles (> 2000 véhicule/jour) : RN 12	-	-	-	-	-	-
	Voies ferroviaires	-	-	-	-	-	-
	Voies navigables	-	-	-	-	-	-
	Chemins de randonnée	-	1,17 (584,7 ml)	1,62 (812,4 ml)	1,55 (777,1 ml)	0,93 (463,5)	-
Bâti	Logements	-	-	-	-	-	-
	Etablissements recevant du public (ERP)	-	-	-	-	-	-
Zones d'activité et ass.	Industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public	-	-	-	-	-	-
Total		0,54	1,74	2,21	2,18	1,47	0,55

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 397,5 m autour de l'éolienne)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 1	Modérée
E2	< 10	Sérieuse
E3	< 10	Sérieuse
E4	< 10	Sérieuse
E5	< 10	Sérieuse
E6	< 1	Modérée

Probabilité

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

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

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

Acceptabilité

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « sérieux ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 10 dans la zone d'effet.

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 397,5 m autour de l'éolienne)				
Éolienne	Gravité	Probabilité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1	Modérée	B	Oui	Acceptable
E2	Sérieuse	B	Oui	Acceptable
E3	Sérieuse	B	Oui	Acceptable
E4	Sérieuse	B	Oui	Acceptable
E5	Sérieuse	B	Oui	Acceptable
E6	Modérée	B	Oui	Acceptable

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

8.3 Synthèse de l'étude détaillée des risques

8.3.1 Tableaux de synthèse des scénarii étudiés

Les tableaux présentés aux pages suivantes récapitulent, pour chaque événement redouté retenu, les paramètres de risques :

- la cinétique ;
- l'intensité ;
- la gravité ;
- la probabilité.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne (1)	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine <i>fictive</i> en bout de pale = 195 m	Rapide	exposition forte	D (pour des éoliennes récentes) ⁷	Sérieuse pour les éoliennes E1 à E6
Chute de glace (2)	Zone de survol = 70 m	Rapide	exposition modérée	A	Modérée pour les éoliennes E1 à E6
Chute d'élément de l'éolienne (3)	Zone de survol = 70 m	Rapide	exposition forte	C	Sérieuse pour les éoliennes E1 à E6
Projection de pale (4)	500 m	Rapide	exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes) ⁸	Modérée pour l'éolienne E1 et Sérieuse pour les éoliennes E2 à E6
Projection de glace (5)	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne = 397,5 m	Rapide	exposition modérée	B	Modérée pour les éoliennes E1 et E6 et Sérieuse pour les éoliennes E2 à E5

⁷ Voir paragraphe 8.2.1

⁸ Voir paragraphe 8.2.4

8.3.2 Synthèse de l'acceptation 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 précédemment sera utilisée.

Conséquence	Classe de Probabilité						
	E	D		C	B		A
		E1	E2 à E6	E1 à E6	E1 et E6	E2 à E5	E1 à E6
Désastreux							
Catastrophique							
Important							
Sérieux		(1)	(1) et (4)	(3)		(5)	
Modéré		(4)			(5)		(2)

Légende de la matrice

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

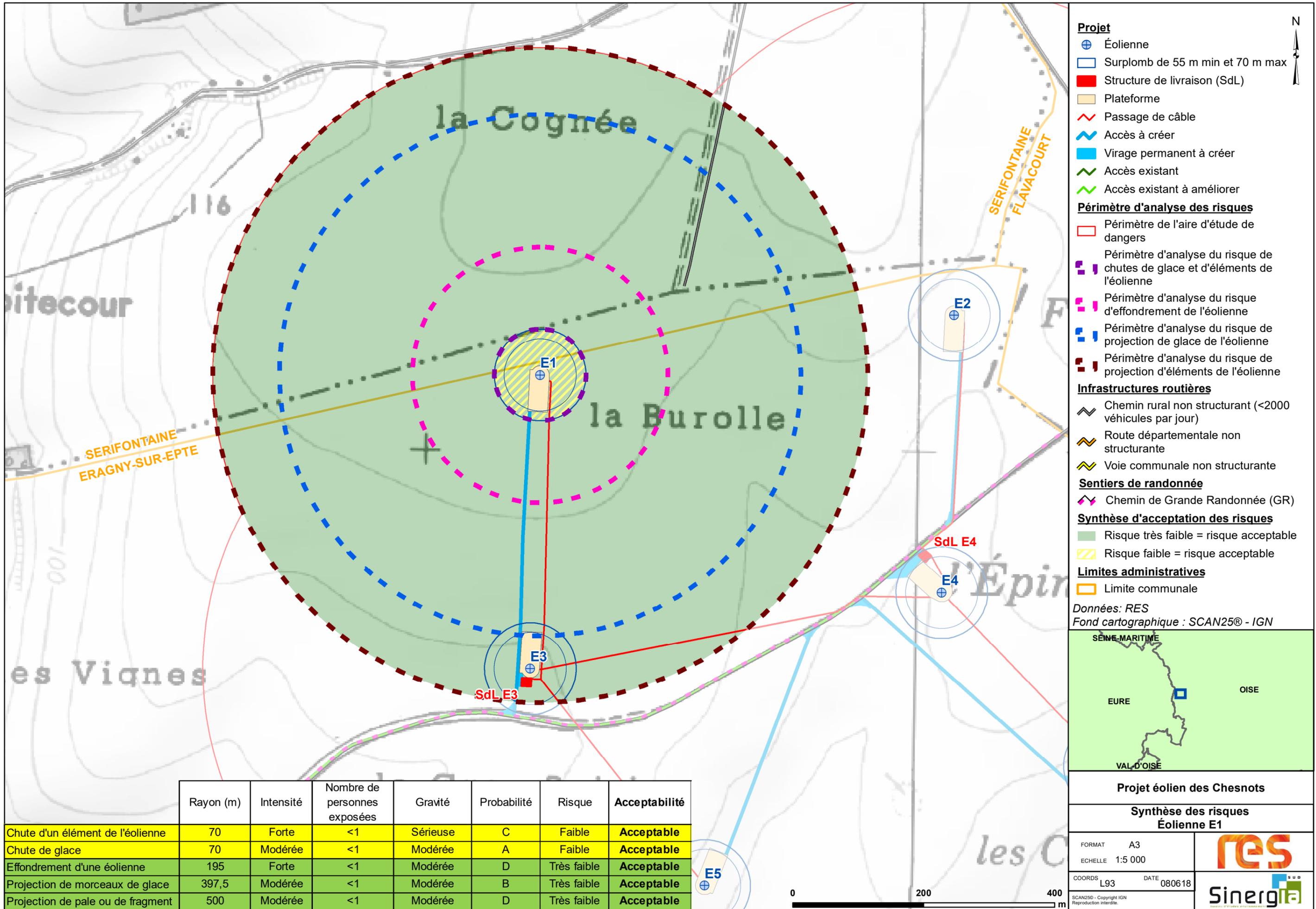
- ☞ aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- ☞ certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 sont mises en place.

8.4 Cartographie des risques

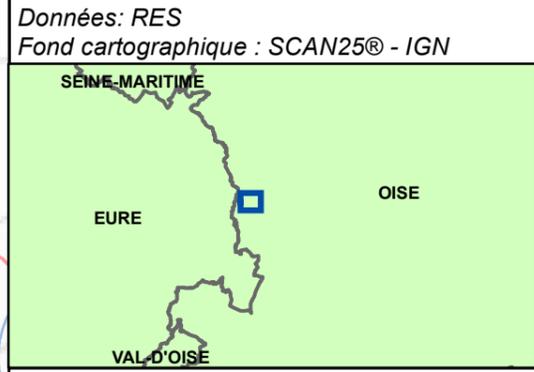
Les cartes présentées aux pages suivantes font apparaître, pour les scénarii détaillés dans le tableau de synthèse :

- Les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques,
- L'intensité des différents phénomènes dangereux dans la zone d'effet de chaque phénomène,
- Le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées, par zone d'effet.

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en **Annexe 1**. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.



- Projet**
- ⊕ Éolienne
 - Surplomb de 55 m min et 70 m max
 - Structure de livraison (SdL)
 - Plateforme
 - ~ Passage de câble
 - ~ Accès à créer
 - ~ Virage permanent à créer
 - ~ Accès existant
 - ~ Accès existant à améliorer
- Périmètre d'analyse des risques**
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers
 - Périmètre d'analyse du risque de chutes de glace et d'éléments de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection de glace de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection d'éléments de l'éolienne
- Infrastructures routières**
- ~ Chemin rural non structurant (<2000 véhicules par jour)
 - ~ Route départementale non structurante
 - ~ Voie communale non structurante
- Sentiers de randonnée**
- ~ Chemin de Grande Randonnée (GR)
- Synthèse d'acceptation des risques**
- Risque très faible = risque acceptable
 - Risque faible = risque acceptable
- Limites administratives**
- Limite communale



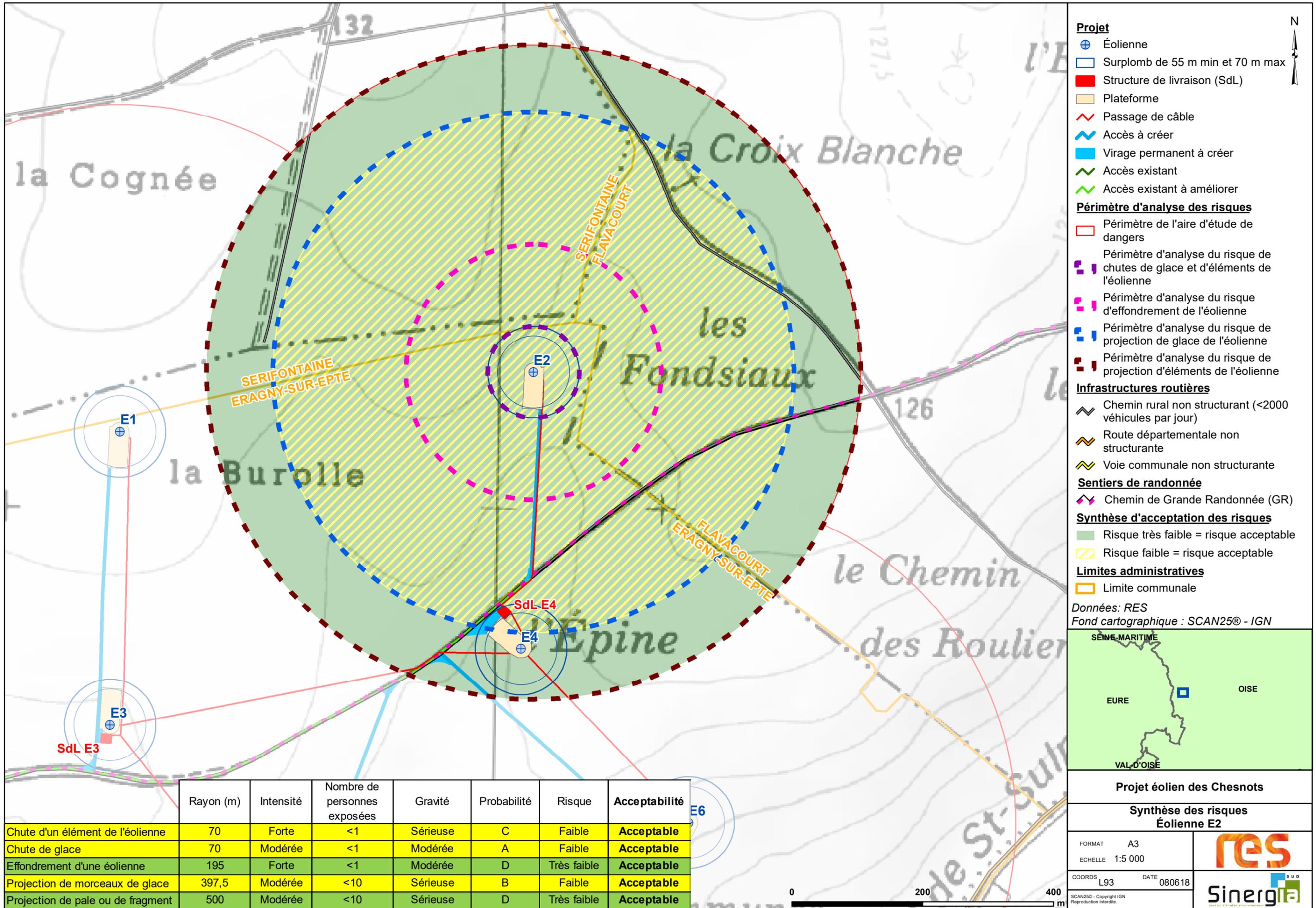
	Rayon (m)	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	70	Forte	<1	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	70	Modérée	<1	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	195	Forte	<1	Modérée	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	397,5	Modérée	<1	Modérée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	<1	Modérée	D	Très faible	Acceptable

Projet éolien des Chesnots

Synthèse des risques Éolienne E1

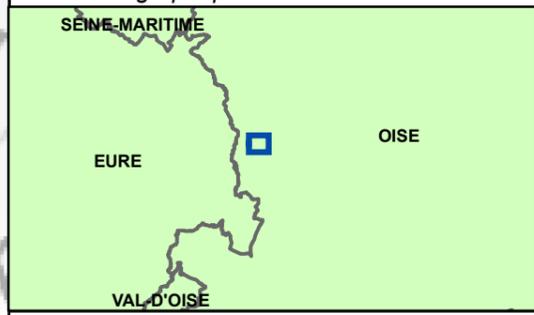
FORMAT	A3	
ECHELLE	1:5 000	
COORDS	L93	
DATE	080618	

SCAN25® - Copyright IGN
Reproduction interdite.



- Projet**
- ⊕ Éolienne
 - Surplomb de 55 m min et 70 m max
 - Structure de livraison (SdL)
 - Plateforme
 - ~ Passage de câble
 - ~ Accès à créer
 - ~ Virage permanent à créer
 - ~ Accès existant
 - ~ Accès existant à améliorer
- Périmètre d'analyse des risques**
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers
 - Périmètre d'analyse du risque de chutes de glace et d'éléments de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection de glace de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection d'éléments de l'éolienne
- Infrastructures routières**
- ~ Chemin rural non structurant (<2000 véhicules par jour)
 - ~ Route départementale non structurante
 - ~ Voie communale non structurante
- Sentiers de randonnée**
- ~ Chemin de Grande Randonnée (GR)
- Synthèse d'acceptation des risques**
- Risque très faible = risque acceptable
 - Risque faible = risque acceptable
- Limites administratives**
- Limite communale

Données: RES
Fond cartographique : SCAN25® - IGN



	Rayon (m)	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	70	Forte	<1	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	70	Modérée	<1	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	195	Forte	<1	Modérée	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	397,5	Modérée	<10	Sérieuse	B	Faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	<10	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

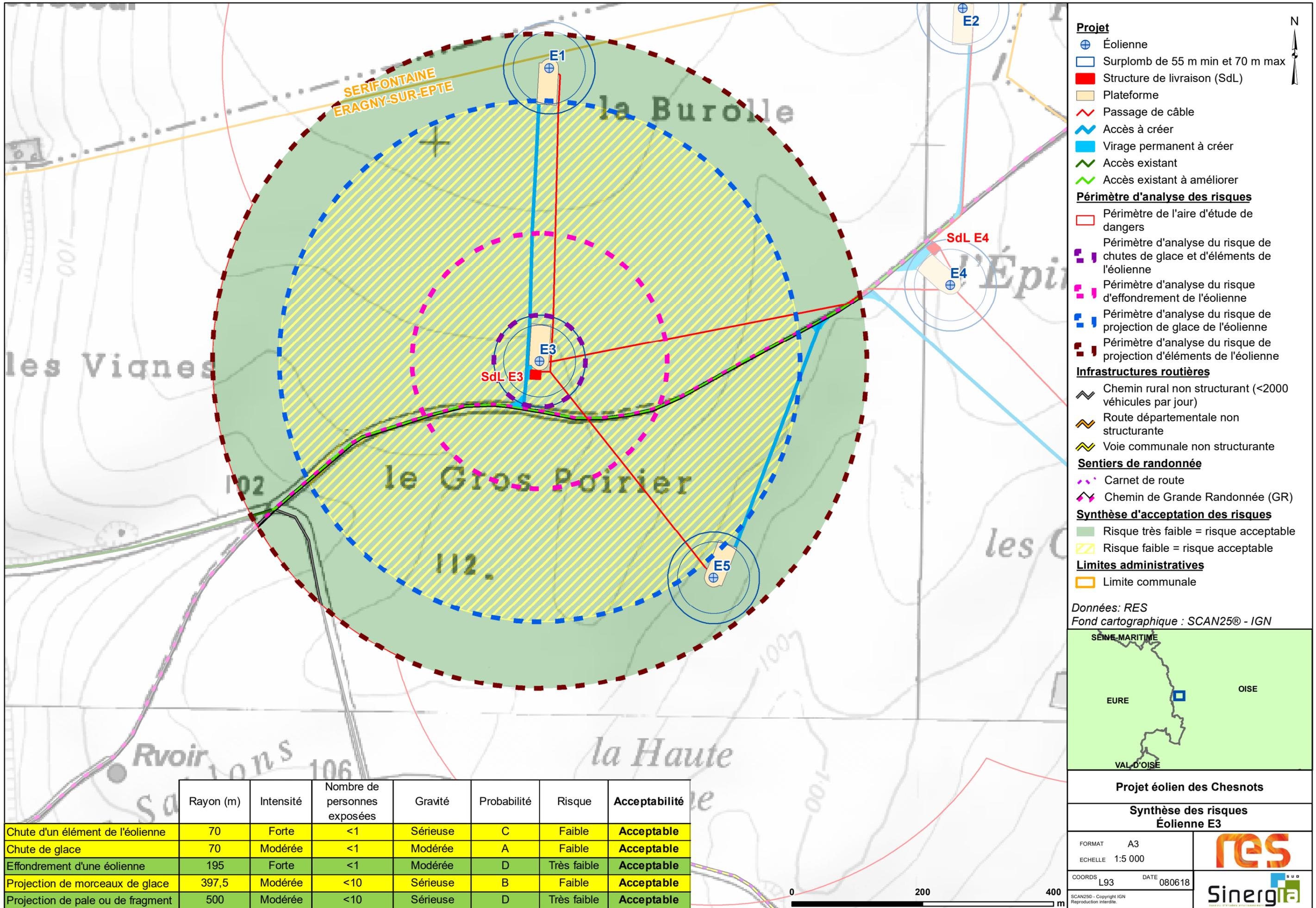
Projet éolien des Chesnuts

Synthèse des risques
Éolienne E2

FORMAT A3
ECHELLE 1:5 000

COORDS L93 DATE 080618

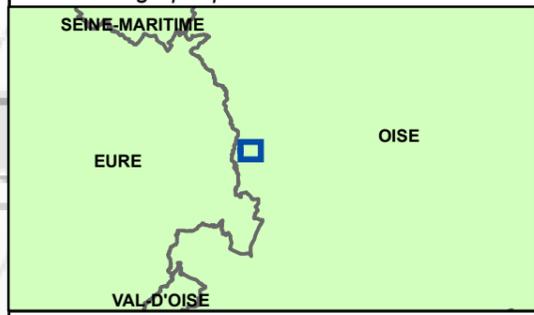
SCAN25® - Copyright IGN
Reproduction interdite.



	Rayon (m)	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	70	Forte	<1	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	70	Modérée	<1	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	195	Forte	<1	Modérée	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	397,5	Modérée	<10	Sérieuse	B	Faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	<10	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

- Projet**
- Éolienne
 - Surplomb de 55 m min et 70 m max
 - Structure de livraison (SdL)
 - Plateforme
 - Passage de câble
 - Accès à créer
 - Virage permanent à créer
 - Accès existant
 - Accès existant à améliorer
- Périmètre d'analyse des risques**
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers
 - Périmètre d'analyse du risque de chutes de glace et d'éléments de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection de glace de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection d'éléments de l'éolienne
- Infrastructures routières**
- Chemin rural non structurant (<2000 véhicules par jour)
 - Route départementale non structurante
 - Voie communale non structurante
- Sentiers de randonnée**
- Carnet de route
 - Chemin de Grande Randonnée (GR)
- Synthèse d'acceptation des risques**
- Risque très faible = risque acceptable
 - Risque faible = risque acceptable
- Limites administratives**
- Limite communale

Données: RES
Fond cartographique : SCAN25® - IGN



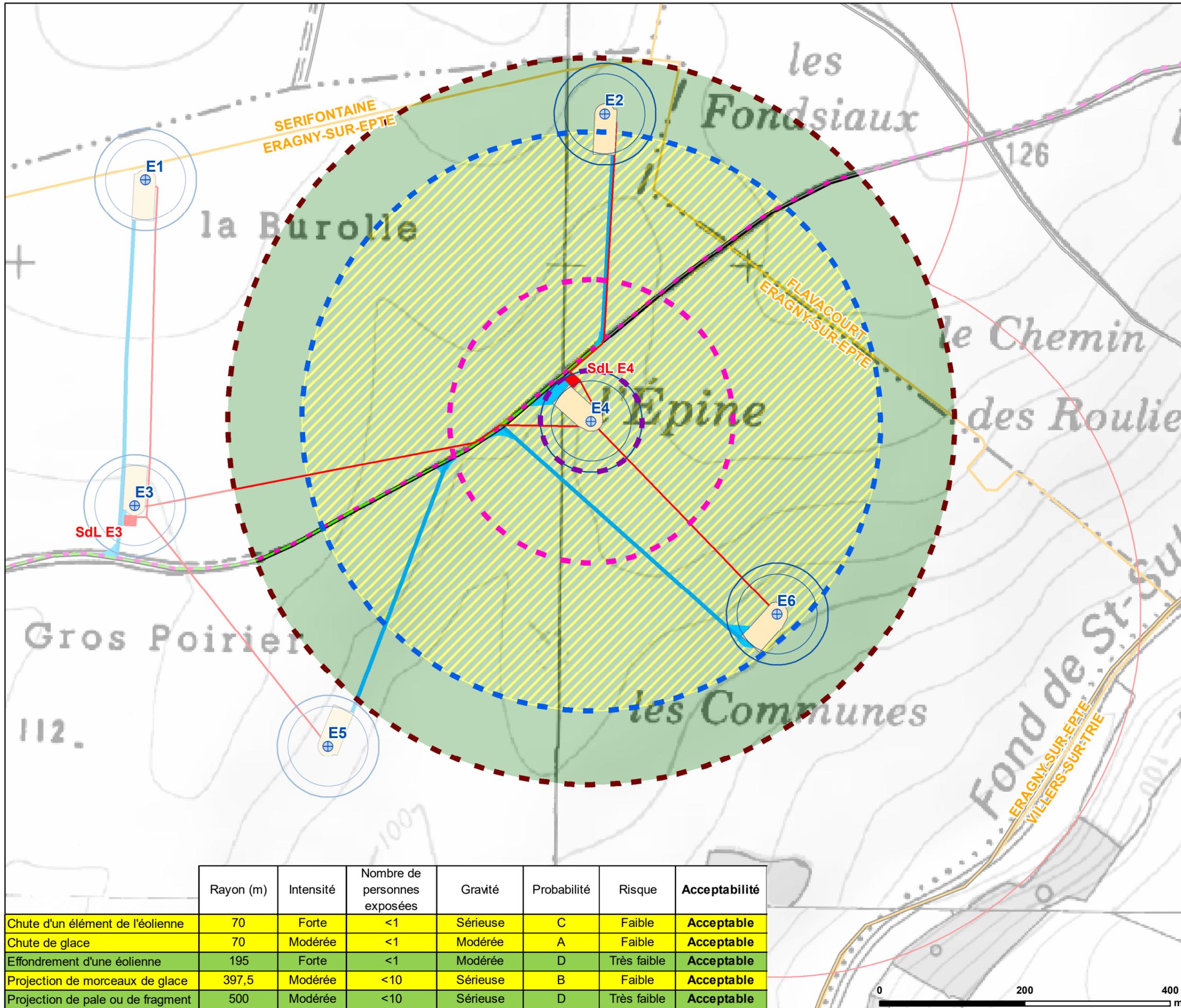
Projet éolien des Chesnots

Synthèse des risques Éolienne E3

FORMAT A3
ECHELLE 1:5 000

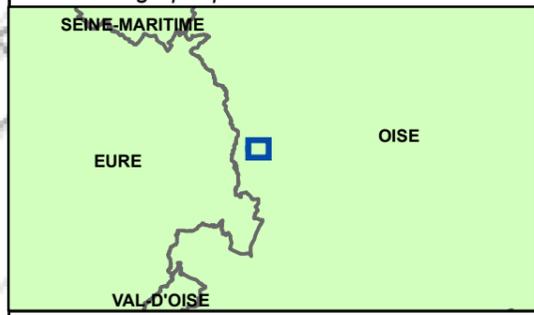
COORDS L93 DATE 080618

SCAN25® - Copyright IGN
Reproduction interdite.



- Projet**
- ⊕ Éolienne
 - Surplomb de 55 m min et 70 m max
 - Structure de livraison (SdL)
 - Plateforme
 - ~ Passage de câble
 - ~ Accès à créer
 - ~ Virage permanent à créer
 - ~ Accès existant
 - ~ Accès existant à améliorer
- Périmètre d'analyse des risques**
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers
 - Périmètre d'analyse du risque de chutes de glace et d'éléments de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection de glace de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection d'éléments de l'éolienne
- Infrastructures routières**
- ~ Chemin rural non structurant (<2000 véhicules par jour)
 - ~ Route départementale non structurante
 - ~ Voie communale non structurante
- Sentiers de randonnée**
- ~ Carnet de route
 - ~ Chemin de Grande Randonnée (GR)
- Synthèse d'acceptation des risques**
- Risque très faible = risque acceptable
 - Risque faible = risque acceptable
- Limites administratives**
- Limite communale

Données: RES
Fond cartographique : SCAN25® - IGN



	Rayon (m)	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	70	Forte	<1	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	70	Modérée	<1	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	195	Forte	<1	Modérée	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	397,5	Modérée	<10	Sérieuse	B	Faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	<10	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

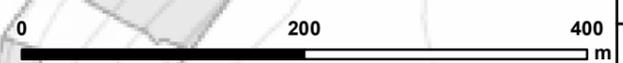
Projet éolien des Chesnuts

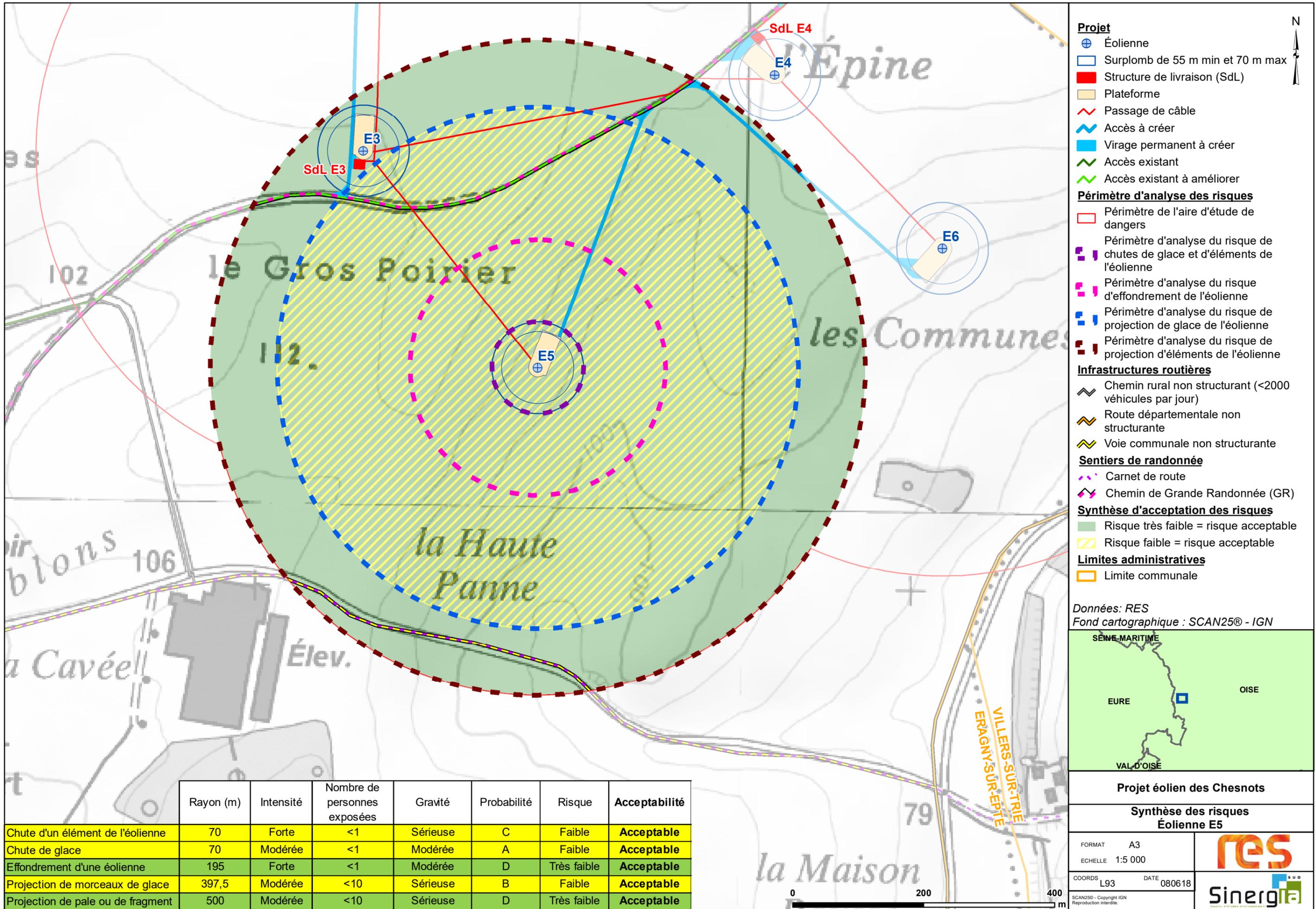
Synthèse des risques Éolienne E4

FORMAT A3
ECHELLE 1:5 000

COORDS L93 DATE 080618

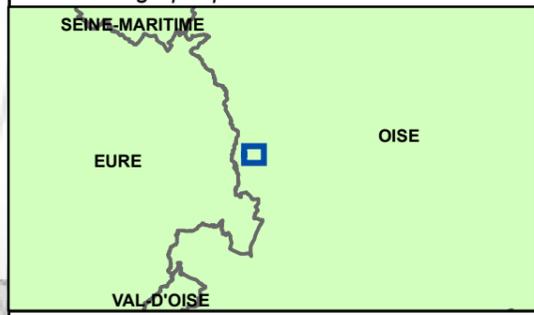
SCAN25® - Copyright IGN
Reproduction interdite.





- Projet**
- ⊕ Éolienne
 - Surplomb de 55 m min et 70 m max
 - Structure de livraison (SdL)
 - Plateforme
 - ~ Passage de câble
 - ~ Accès à créer
 - ~ Virage permanent à créer
 - ~ Accès existant
 - ~ Accès existant à améliorer
- Périmètre d'analyse des risques**
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers
 - Périmètre d'analyse du risque de chutes de glace et d'éléments de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection de glace de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection d'éléments de l'éolienne
- Infrastructures routières**
- ~ Chemin rural non structurant (<2000 véhicules par jour)
 - ~ Route départementale non structurante
 - ~ Voie communale non structurante
- Sentiers de randonnée**
- ~ Carnet de route
 - ~ Chemin de Grande Randonnée (GR)
- Synthèse d'acceptation des risques**
- Risque très faible = risque acceptable
 - Risque faible = risque acceptable
- Limites administratives**
- Limite communale

Données: RES
Fond cartographique : SCAN25® - IGN



Projet éolien des Chesnots

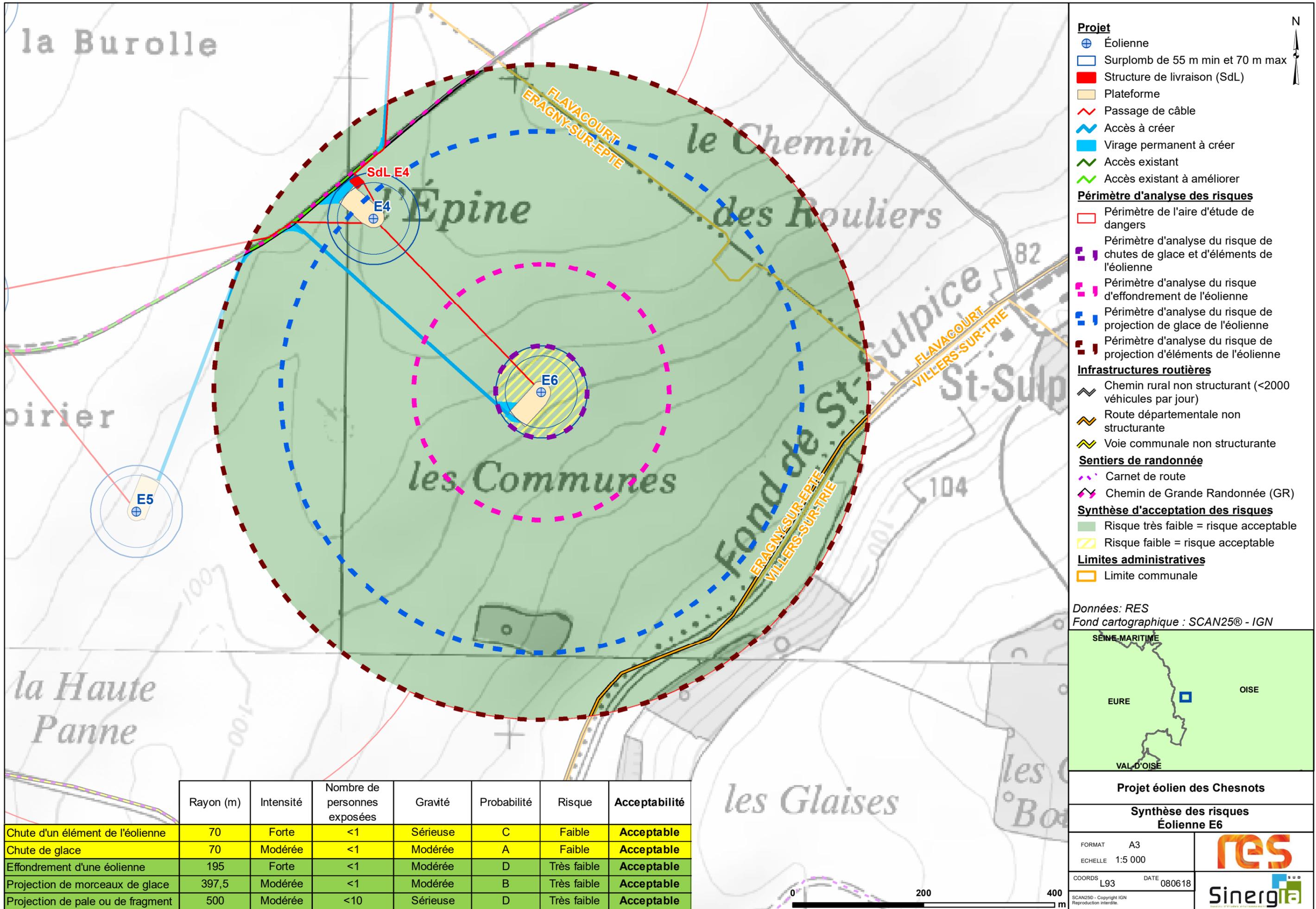
Synthèse des risques Éolienne E5

FORMAT	A3	
ECHELLE	1:5 000	
COORDS	L93	
DATE	080618	

SCAN25® - Copyright IGN
Reproduction interdite.

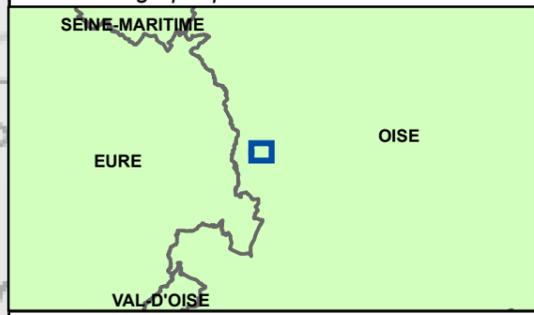
	Rayon (m)	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	70	Forte	<1	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	70	Modérée	<1	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	195	Forte	<1	Modérée	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	397,5	Modérée	<10	Sérieuse	B	Faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	<10	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable





- Projet**
- ⊕ Éolienne
 - Surplomb de 55 m min et 70 m max
 - Structure de livraison (SdL)
 - Plateforme
 - ~ Passage de câble
 - ~ Accès à créer
 - ~ Virage permanent à créer
 - ~ Accès existant
 - ~ Accès existant à améliorer
- Périmètre d'analyse des risques**
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers
 - Périmètre d'analyse du risque de chutes de glace et d'éléments de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection de glace de l'éolienne
 - Périmètre d'analyse du risque de projection d'éléments de l'éolienne
- Infrastructures routières**
- ~ Chemin rural non structurant (<2000 véhicules par jour)
 - ~ Route départementale non structurante
 - ~ Voie communale non structurante
- Sentiers de randonnée**
- ~ Carnet de route
 - ~ Chemin de Grande Randonnée (GR)
- Synthèse d'acceptation des risques**
- Risque très faible = risque acceptable
 - Risque faible = risque acceptable
- Limites administratives**
- Limite communale

Données: RES
Fond cartographique : SCAN25® - IGN



	Rayon (m)	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	70	Forte	<1	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	70	Modérée	<1	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	195	Forte	<1	Modérée	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	397,5	Modérée	<1	Modérée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	<10	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

Projet éolien des Chesnuts

Synthèse des risques Éolienne E6

FORMAT A3
ECHELLE 1:5 000

COORDS L93 DATE 080618

SCAN25® - Copyright IGN
Reproduction interdite.

9 CONCLUSION

Aux vues du recensement de l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et juin 2018, il apparaît que le risque est limité et qu'aucune victime n'a été à déplorer jusqu'à présent.

Les éoliennes sont aujourd'hui des structures de plus en plus sûres et fiables. Les constructeurs ont su profiter du retour d'expérience pour améliorer leurs technologies et ainsi limiter les risques d'incident et d'accident.

- Sur les installations récentes, c'est-à-dire mises en service après le 1^{er} janvier 2000, on dénombre :
 - 5 incendies, dont 2 liés à des actes de vandalisme
 - 1 chute de pale
 - 3 ruptures ou chutes de fragment de pale
 - 1 effondrement

Ces phénomènes ont été étudiés dans la présente étude de dangers.

- Les principaux accidents pris en compte dans l'étude sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Scénario	Gravité	Probabilité	Niveau de risque	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne (1)	Sérieuse	D (pour des éoliennes récentes) ^[1]	Très faible	Acceptable
Chute de glace (2)	Modérée	A	Faible	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne (3)	Modérée	C	Faible	Acceptable
Projection de pale (4)	Modérée pour E1 et Sérieuse pour E2 à E6	D (pour des éoliennes récentes) ^[2]	Très faible	Acceptable
Projection de glace (5)	Modérée pour E1 et E6 et Sérieuse pour E2 à E5	B	Très faible pour E1 et E6 et faible pour E2 à E5	Acceptable

L'implantation des éoliennes telle que proposée par la CEPE CHESNOTS SAS, ne pose pas, du point de vue probabiliste, de risque majeur particulier pour les usagers.

La prise de risque sera d'autant plus modérée que la CEPE CHESNOTS SAS s'engage à installer exclusivement des éoliennes certifiées sur le plan européen (Norme CEI 61-400).

Pour l'ensemble des phénomènes étudiés sur le projet éolien des Chesnots, le risque est considéré comme acceptable.

^[1] Voir paragraphe 8.2.1

^[2] Voir paragraphe 8.2.4

10 ANNEXES

10.1 Annexe 1 – Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne

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

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (partie 3), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

D'autre part, cette méthode permet ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques (partie 8).

Terrains non bâtis

- Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.
- Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : compter 1 personne par tranche de 10 hectares.
- Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...)) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.

Voies de circulation

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

Voies de circulation automobiles

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

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

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

Voies ferroviaires

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

Voies navigables

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

Chemins et voies piétonnes

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

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

Logements

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

Etablissements recevant du public (ERP)

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

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

– compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ;

– compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste.

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

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

Zones d'activité

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

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS

10.2 Annexe 2 – Tableau de l'accidentologie française

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide en 2011 puis actualisé par le pétitionnaire. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et juin 2018. L'analyse de ces données est présentée dans la partie 6 de l'étude de dangers.

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

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS



Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS



Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
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	2,5	2007	Non	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).	Arc électrique		Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	11/04/2012	Sigean	Aude	0,66	2000	Non	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		
Chute de pale	18/05/2012	Chemin d'Ablis	Eure et Loir	2	2008	Non	L'équipe de maintenance d'astreinte constate à 8 h la chute d'une pale (9 t, 46 m) au pied de l'installation et la rupture du roulement qui raccordait la pale au hub.	Corrosion et fort vent.	Actu-environnement	-
Effondrement	30/05/2012	Port-la-Nouvelle	Aude	0,2	1991	non	Des 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.	Vents forts		
Chute d'élément	01/11/2012	Vieillespesse	Cantal	2,5	2011	non	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			
Incendie	05/11/2012	Sigean	Aude	0,66	2000	Non	Un feu se déclare sur une éolienne de 660 kW au sein d'un parc éolien. Des projections incandescentes enflamment 80 m ² de garrigue environnante. A la suite de la chute d'une pale, un gardiennage 24 h / 24 est mis en place.	Court-circuit dans l'armoire électrique en pied d'éolienne		
Rupture de pale	06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	0,66	2001	Non	A la suite d'un défaut de vibration détecté, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât.	Echauffement du frein et vitesse de rotation excessive		

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS



Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	17/03/2013	Euvy	Marne	2,5	2011	Non	Un feu dans la nacelle d'une éolienne Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols	Défaillance électrique		
Rupture de pale	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche	0,9	2008	Non	Un impact de foudre endommage 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.	foudre		
Maintenance	01/07/2013	Cambon-et-Salvergues	Hérault	1,3	2006	Non	Au cours d'une opération de maintenance dans le hub d'une éolienne (nez qui sert de local technique), un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient.	Dépressurisation d'un accumulateur d'azote sous pression		Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Maintenance	03/08/2013	Moreac	Morbihan	-	-	-	Perte de 270 L d'huile hydraulique d'une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance. 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.	Défaillance technique	Base ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	2,5	2013	Non	Départ de feu en nacelle à 18h. Suite à l'isolement électrique du parc éolien le feu s'éteint de lui-même à 20h. Le rotor est resté intact mais la nacelle a été détruite, balisage aéronautique inclus. L'aviation civile en a donc été informée. L'éolienne fut par la suite démantelée.	Incident électrique	Base ARIA et presse	-
Rupture de pale	14/11/2014	Saint-Cirgues-en-Montagne	Ardèche	2,05	2011	Non	La pale d'une éolienne chute lors d'un orage. Des rafales de vent atteignent les 130 km/h. L'élément principal chute au pied de l'éolienne. Certains débris sont projetés à 150 m.	Tempête		
Rupture de pale	05/12/2014	Fitou	Aude	1,3	2002	Non	A leur arrivée dans un parc éolien, des techniciens de maintenance constatent que l'extrémité d'une pale d'une éolienne est au sol. Il s'agit d'une des 2 parties de l'aérofrein de la pale	Défaillance matérielle ou décollage sur les plaques de fibre de verre		

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	2,3	2015	Oui	Un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée.	Défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance		
Incendie	06/02/2015	Lusseray	Deux-Sèvres	2	2011	Non	Un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens.	Défaillance électrique		
Incendie	24/08/2015	Santilly	Eure-et-Loire	2,5	2007	Non	Un feu se déclare sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur.			
Chute de pales	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	1,5	2007	Non	Chute d'un rotor et des trois pales au pied de l'éolienne.	« Défaut dans l'arbre primaire à l'origine de la rupture » du rotor et des pales.	Est Républicain	-
Chute d'éléments	07/02/2016	Conilhac-Corbieres	Aude	2,3	2014	Non	Rupture et chute au sol de l'aérovein de l'une des pales. Arrêt à distance de l'ensemble du parc suivi d'une campagne de contrôle des pales, aéroveins et chaînes de sécurité de chaque éolienne.	Rupture d'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérovein entraînant l'ouverture de l'aérovein. Rupture de l'axe maintenant l'aérovein à la pale en raison des fortes charges présentes sur le rotor	Base ARIA	
Rupture de pale	08/02/2016	Dineault	Finistère	0,3	1999	Non	Lors d'une tempête, des vents à 160 km/h endommagent une éolienne. Une pale chute au sol et une autre se déchire. La pale rompue est retrouvée à 40 m du pied du mat.	Tempête		
Chute de pale	05/03/2016	Calanhel	Côtes d'Armor	0,85	2009	Non	Chute de la pale au sol après une nuit de fort vent. Aucun blessé à déplorer, ni homme ni animaux	Défaillance du système d'orientation de la pale	L'Echo de l'Armor et l'Argoat	-
Maintenance	28/05/2016	Janville	Eure-et-Loire	2,3	2005	Non	un employé constate un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne. L'écoulement d'huile est récupéré avant d'avoir atteint le sol.	Défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse		Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS



Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	10/08/2016	Hescamps	Somme	1	2008	Non	Un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor.	Défaillance électrique		
Incendie	18/08/2016	Dargies	Oise	2	2014	Non	Un technicien de maintenance d'un parc éolien constate qu'une éolienne ne tourne plus. Il découvre que de la fumée s'échappe de la tête de l'éolienne, à 80 m de haut	Défaillance électrique		
Maintenance	14/09/2016	Les Grandes Chapelles	Aube	2,3	2009	Non	Un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne			Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Fissure sur une pale	11/01/2017	Le Quesnoy	Nord	-	-	-	Une fissure est constatée sur une pale. L'exploitant arrête l'installation. Réparation de la pale en place.		Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Rupture de pale	12/01/2017	Tuchan	Aude	0,6	2002	Non	Lors d'un épisode de vents violents (25m/s) les 3 pales d'une éolienne chutent au sol. Des morceaux de fibre de carbone sont récupérés à 40 m de l'éolienne. L'éolienne était à l'arrêt pour maintenance suite à la casse de son arbre lent.		Base ARIA BARPI, mot clef « mat »	
Chute d'une pale	18/01/2017	Nurlu	Somme	-	-	-	Rupture de 2/3 de la pale. Des débris sont retrouvés à 90 m du mat, les débris les plus lourds sont à moins de 27 m. L'accident est constaté par un particulier. L'exploitant arrête les machines, met le site en sécurité et met en place un périmètre de sécurité autour de la zone.	Tempête	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Rupture de pale	27/02/2017	Lavallée	Meuse	0,2			La pointe d'une pale d'éolienne se rompt L'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne	Un orage violent		

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	27/02/2017	Trayes	Deux-Sèvres				Les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m, se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m.	Impact de la foudre et vent violent		
Incendie	06/06/2017	-	Eure et Loir	-	-	-	Un incendie se déclare dans la nacelle d'une éolienne. L'incendie s'éteint seul, à la fin de la combustion de la nacelle. L'incendie a été causé par un défaut électrique dans la nacelle.	Défaut électrique	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Rupture de pale	08/06/2017	-	Charente	-	-	-	Chute d'une partie d'une pale d'une éolienne suite à un impact de foudre (à 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuite puis une déchirure du fragment). Les débris sont tombés dans une zone de 50 à 100m autour du mât de l'éolienne.	Impact de foudre	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Chute de pale	24/06/2017	-	Pas de calais	-	-	-	Rupture d'une pale d'une éolienne au niveau de la jonction avec le rotor. La pale chute à la verticale, au pied du mât. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m.		Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Chute d'éléments	17/07/2017	-	Seine-Maritime	-	-	-	Un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne au pied du mât de 49 m. L'aérofrein défectueux est remplacé. L'exploitant conclut que le desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en serait à l'origine.	Desserrage d'une vis anti rotation ayant entraîné la chute de l'aérofrein Problème de montage ou vibration	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Rupture d'une pale	05/08/2017	-	Aisne	-	-	-	Une pale d' éolienne se brise en son milieu et tombe au sol.	-	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	

PROJET ÉOLIEN DES CHESNOTS
VOLUME N°3
ÉTUDE DE DANGERS



Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	03/01/2018	Bouin	Vendée	2,5	2003	Non	Suite au passage de la tempête Carmen, l'une des éoliennes du parc a été fracturée à la base de son mât ce qui a entraîné l'effondrement total de l'aérogénérateur.	Tempête Carmen	Ouest-France	
Effondrement	03/01/2018	Bouin	Vendée	2,5	2003	Non	Suite au passage de la tempête Carmen, l'une des éoliennes du parc a été fracturée à la base de son mât entraînant l'effondrement total de l'aérogénérateur.	Tempête Carmen	Ouest-France	
Incendie	01/06/2018	Marsanne	Drôme	2	2008		Une éolienne a été entièrement détruite, et une deuxième semble avoir été également visée par une tentative de mise à feu	Origine criminelle	Site internet Société RES	
Incendie	05/06/2018	Aumelas	Hérault	2	2014		Le feu s'est déclaré sur la partie haute, au niveau du moteur de l'éolienne, et sur la partie basse, au niveau du convertisseur.		Midi-Libre	

10.3 Annexe 3 – Scénarii génériques issus de l'analyse préliminaire des risques

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

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie 8.4. de la trame type de l'étude de dangers. Il peut être considéré comme représentatif des scénarii d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes et pourra par conséquent être repris à l'identique dans les études de dangers.

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

Scénarii relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)

Scénario G01

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

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

Système de détection de glace

Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor

Arrêt préventif en cas de givrage de l'anémomètre.

Note : Si les enjeux principaux seront principalement humains, il conviendra d'évoquer les enjeux matériels, avec la présence éventuelle d'éléments internes au parc éolien (poste de livraisons, sous-stations), ou extérieurs sous le surplomb de la machine.

Scénario G02

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

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

Scénarii relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)

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

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

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

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

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

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

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

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

Concernant la perte du réseau électrique, celle-ci peut être la conséquence d'un défaut sur le réseau d'alimentation du parc éolien au niveau du poste source. En fonction de leurs caractéristiques techniques,

le comportement des éoliennes face à une perte d'utilité peut être différent (fonction du constructeur). Cependant, deux systèmes sont couramment rencontrés :

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

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

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

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

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

Scénarii relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

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

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

Scénario F01

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

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

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances
- Procédure de gestion des situations d'urgence
- Deux événements peuvent être aggravants :

Écoulement de ces produits le long des pales de l'éolienne, surtout si celle-ci est en fonctionnement. Les produits seront alors projetés aux alentours.

Présence d'une forte pluie qui dispersa rapidement les produits dans le sol.

Scénario F02

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

- Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher le renversement et l'écoulement de ces produits :
- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits
- Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.
- Événement aggravant : fortes pluies qui disperseront rapidement les produits dans le sol.

Scénarii relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)

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

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

Scénarii relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)

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

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

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

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

Scénario P01

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

Scénario P02

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

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

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

Scénarii P03

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

Scénarii relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E1 à E6)

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

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

10.4 Annexe 4 – Probabilité d’atteinte et Risque individuel

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

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

P_{accident} = PERC x P_{orientation} x P_{rotation} x P_{atteinte} x P_{présence}

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

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

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

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

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

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

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

Évènement redouté central	Borne supérieure de la classe de probabilité de l’ERC (pour les éoliennes récentes)	Degré d’exposition	Probabilité d’atteinte
Effondrement	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁻⁶ (E)
Chute de glace	1	5*10 ⁻²	5 10 ⁻² (A)
Chute d’éléments	10 ⁻³	1,8*10 ⁻²	1,8 10 ⁻⁵ (D)
Projection de tout ou partie de pale	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁻⁶ (E)
Projection de morceaux de glace	10 ⁻²	1,8*10 ⁻⁶	1,8 10 ⁻⁸ (E)

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

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

10.5 Annexe 5 –Glossaire

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

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

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

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

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

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

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

Fonction de sécurité : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les

fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

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

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

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

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

les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux

les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux

les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les enjeux potentiels par diminution de la vulnérabilité.

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

Potentiel de dangers (ou « source de dangers », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de dangers ») : Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs)

« danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de dangers » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

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

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

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

Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité

Réduction de l'intensité :

par action sur l'élément porteur de dangers (ou potentiel de dangers), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.

réduction des dangers: la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

SER : Syndicat des Énergies Renouvelables

FEE : France Énergie Éolienne

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

EDD : Etude de dangers

APR : Analyse Préliminaire des Risques

ERP : Etablissement Recevant du Public

10.6 Annexe 6 – Bibliographie et références utilisées

Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College,
novembre 2005

L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref
DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011

NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006

Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum

Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd,
Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24

Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN),
H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005

Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004

Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission –
Public Interest Energy Research Program, 2006

Oméga 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005

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

Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité
d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des
accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à
autorisation

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

Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne

Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité
d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des
accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation

Alpine test site Gütsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al.

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

Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R.,
Leteurtrou J.-P. - juillet 2004

Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril
2003



C.E.P.E. « Les Chesnuts »
330 rue du Mourelet – ZI de Courtine
84000 – Avignon, France