

Dossier de demande d'autorisation environnementale
Résumé de l'étude de dangers

Projet de parc éolien

COMMUNE DE CRAPEAUMESNIL (60)

Environnement

ualité

Service



FERME EOLIENNE PLANCHETTE
233 rue du Faubourg Saint-Martin
75 010 PARIS

Étude réalisée par :



5 bis rue de Verdun
80710 QUEVAUVILLERS
Tél : 03 22 90 33 90
Fax : 03 22 90 33 99
Courriel : eqs@wanadoo.fr
Web : www.allianceverte.com

Dossier n° : 2010217

en Décembre 2021

REMERCIEMENTS

- **aux élus de la commune de Crapeaumesnil,**
- **aux administrations concernées,**
- **aux propriétaires et aux exploitants des parcelles concernées pour leur participation au choix des types d'aménagement,**
- **et, plus généralement, aux habitants des communes citées dont l'intérêt et les suggestions ont permis d'améliorer le projet présenté.**

INTERVENANTS

Ont collaboré à cette étude, et plus particulièrement à l'intégration du projet dans son environnement :

DOMAINE	RÉFÉRENCES	PRINCIPAUX INTERVENANTS
Etude et conception du projet et photosimulations	Energieteam S.A.S Parc environnemental de Bresle-Maritime 1 rue des Energies nouvelles 80460 Oust-Marest Tél : 03 22 61 10 80 Fax : 03 22 60 52 95	François THIEBAULT - Responsable des études Energieteam Benoît DUVAL - Responsable des études Energieteam Ludovic POIRIER - Chargé d'Etudes Energieteam
Etude d'impact, synthèse et coordination des études spécifiques	Environnement Qualité Service 5 bis rue de Verdun 80710 QUEVAUVILLERS Tél : 03 22 90 33 90 Fax : 03 22 90 33 99	Christophe BINET - Directeur - Docteur es Sciences Thibaut DELAPORTE - Chargé d'études - Master Environnement
Expertise écologique	Environnement Qualité Service 5 bis rue de Verdun 80710 QUEVAUVILLERS Tél : 03 22 90 33 90 Fax : 03 22 90 33 99	Jérémy DELAFOLIE - Chargé des prospections - BTS GPN
Etude acoustique	Echopsy 16 Chemin du Haut Mesnil 76660 MESNIL-FOLLEMPRISE Tél : 02 35 17 42 24 Fax : 02 35 17 42 25	M. BRUNEAU - Responsable impact acoustique éolien
Etude ombre	Energieteam S.A.S Parc environnemental de Bresle-Maritime 1 rue des Energies nouvelles 80460 Oust-Marest Tél : 03 22 61 10 80 Fax : 03 22 60 52 95	Ludovic POIRIER - Chargé d'Etudes Energieteam

SOMMAIRE

A - POTENTIELS DE DANGERS	1
B - RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS	2
C - ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE	2
D - ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES.....	3
E - ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES	5
E1 - GÉNÉRALITÉS	5
E2 - EFFETS DOMINOS	5
E3 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES	5

FIGURES

FIGURE 1 : RÉPARTITION DES ÉVÉNEMENTS ACCIDENTELS ET DE LEURS CAUSES PREMIÈRES SUR LE PARC D'AÉROGÉNÉRATEURS FRANÇAIS ENTRE 2000 ET 2011.....	3
FIGURE 2 : SYNTHÈSE DES RISQUES.....	6

Les objectifs de l'identification des dangers ou potentiels de dangers sont :

- recenser et caractériser les dangers d'une installation,
- localiser les éléments porteurs de dangers sur un schéma d'implantation de l'installation,
- identifier les Événements Redoutés potentiels (ER), étudiés lors de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR).

A - POTENTIELS DE DANGERS

Les **produits** ne présentent pas de réel danger, si ce n'est lorsqu'ils sont soumis à un incendie, qu'ils vont entretenir, ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un risque de pollution des sols ou des eaux

Les **potentiels de dangers liés aux conditions d'exploitation** sont :

- Mât (Tour et équipements électriques) : chute ou pliage du mât, incendie en pied de mât,
- Nacelle (Huiles et graisses, équipements électriques et mécaniques) : chute ou incendie de la nacelle,
- Pales, rotor : chute ou projection de pales ou de fragments de pale, chute ou projection de blocs de glace, incendie et/ou projection de débris enflammés,
- Fondations : chute de mât, • Câbles enterrés : électrocution,
- Poste de livraison : incendie du poste.

Les **potentiels de dangers liés aux pertes d'utilité** sont :

- Électricité (alimentation des équipements d'exploitation et de sécurité) : perte totale de l'alimentation électrique, induisant une perte d'exploitation ou une perte des fonctions de sécurité,
- Systèmes informatiques (perte des systèmes informatiques ou du système SCADA) : non fonctionnement du système d'exploitation, dysfonctionnements latents d'équipements de sécurité, perte du transfert des informations et défauts.

Les **événements externes** aux procédés comprennent d'une part les conditions climatiques exceptionnelles et enfin les dangers d'origine non naturelle.

Les **températures** peuvent altérer, de façon temporaire ou définitive, le fonctionnement du matériel en modifiant les propriétés physiques ou les dimensions des matériaux qui le composent. Les variations de température peuvent conduire à une fatigue mécanique précoce. La combinaison de températures froides avec un taux d'humidité élevé peut conduire à la formation de glace sur les pales des éoliennes. Ces blocs de glace peuvent alors être projetés sous l'effet du vent ou de la rotation des pales.

Les **précipitations** sont l'une des sources d'humidité qui constituent un facteur essentiel dans la plupart des types de corrosion. A l'extérieur, les pales du rotor sont protégées des intempéries par un revêtement de surface très résistant.

L'accumulation de **neige** sur des surfaces horizontales occasionne des charges importantes, susceptibles de provoquer des ruptures de structures, des courts-circuits et des pertes de visibilité. La forme aérodynamique de la nacelle limite le risque d'accumulation.

Les **vents violents** peuvent être la cause de détériorations de structures, de chute/pliage de mât, de survitesse et de projection de pales, ils sont donc pris en compte dans le dimensionnement des éoliennes.

La **foudre** peut induire des effets thermiques pouvant être à l'origine d'incendies, explosions ou dommages aux structures. Elle peut également endommager les équipements électroniques, en particulier les équipements de contrôle et/ou de sécurité. De par leur taille, les éoliennes sont particulièrement vulnérables au risque foudre, elles sont donc équipées d'un système parafoudre performant.

Un **séisme** pourrait conduire à la chute du mât. La présence d'une grande partie de la masse en haut de la tour rend les éoliennes particulièrement vulnérables aux séismes. Les éoliennes doivent être dimensionnées conformément à la réglementation française en vigueur. Rappelons que le projet est localisé en zone de sismicité 1 (risque le plus faible).

Un **mouvement de terrain** pourrait aussi être à l'origine d'une chute d'éolienne. L'étude géotechnique permet de garantir un bon dimensionnement des installations au vu de la géologie du site d'implantation, et ainsi d'écarter le risque de mouvement de terrain hors séisme.

L'**atmosphère en bordure de mer** peut conduire à une détérioration accélérée d'équipements ou d'ouvrages à cause des phénomènes de corrosion. Les matériaux sont donc adaptés à l'environnement dans lequel ils se trouvent. Par ailleurs, des marées ou des vagues de forte amplitude présentent un risque de submersion et d'endommagement (voire de chute) des installations. Rappelons que la mer la plus proche est située à plus de 75 kilomètres du parc.

Un **incendie de la végétation** présente dans le site et aux alentours serait susceptible de se propager aux installations.

Un **accident sur les installations industrielles voisines** (projections de "missiles", surpressions, effets thermiques) ou les **canalisations de transport de fluides inflammables** (explosion, feu torche, feu de nappe) pourrait être à l'origine de dégradations majeures des éoliennes. Les éoliennes du projet sont éloignées des industries et canalisations de transport de fluides inflammables.

Un **choc (parachute, parapente...)** sur les **pales** des éoliennes pourrait causer un endommagement de ces dernières.

Un **accident routier/ferroviaire/maritime** peut aggraver les installations (impact/choc d'un véhicule sur le mât d'une éolienne, accident sur des camions/wagons de matières dangereuses). Les éoliennes du projet sont éloignées des voies de circulation et aérodrômes.

Les installations peuvent faire l'objet de **tentatives éventuelles d'intrusions ou d'actes de malveillance** (vols, sabotage...) pouvant provoquer des incidents mineurs sur les installations (porte dégradée...) et des risques d'électrocution. Conformément à l'annexe IV de l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs, les actes de malveillance ne seront pas considérés comme événements initiateurs potentiels dans l'analyse des risques.

B - RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

L'étude de la réduction des potentiels de dangers vise à analyser les possibilités de :

- suppression des procédés et des produits dangereux (éléments porteurs de dangers),
- ou bien de remplacement de ceux-ci par des procédés et des produits présentant un danger moindre,
- ou encore de réduction des quantités de produits dangereux mises en œuvre sur le site.

Les produits présents dans l'éolienne ne peuvent pas être supprimés car ils sont nécessaires au bon fonctionnement du procédé (lubrification). De plus, ils ne présentent pas de caractère dangereux marqué et les quantités mises en œuvre sont adaptées aux volumes des équipements. Les produits de maintenance (peinture, mastic...) signalés comme "dangereux" sont utilisés beaucoup plus ponctuellement que les graisses et huiles, ils ne peuvent pas non plus être éliminés.

C - ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE

Les informations d'organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisée...) permettent d'établir une accidentologie et définir les types de sinistres les plus fréquents, leurs causes et leurs effets, ainsi que les mesures prises pour limiter leur occurrence ou leurs conséquences.

Les bases de données utilisées par l'INERIS pour constituer l'accidentologie de la filière éolienne, sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détails de l'information. Leur étude démontre que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.

Le retour d'expérience de la filière éolienne française (Figure 1) et internationale permet d'identifier les principaux événements redoutés (effondrements, ruptures de pales, chutes de pales et d'éléments de l'éolienne, incendie).

Concernant les causes, ce retour d'expérience montre l'importance des causes "tempêtes et vents forts" dans les accidents. Il souligne également le rôle de la foudre.

Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est 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.

Le tableau suivant a pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées sur les éoliennes. Certaines fonctions ne remplissent pas les critères "efficacité" ou "indépendance" : elles ont une fiabilité trop faible pour être considérées comme Mesure de Maîtrise des Risques, elles sont néanmoins décrites dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.

N°	Fonction de sécurité	Mesure de sécurité	Temps de réponse	Efficacité
1	Détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace	Système de détection du givre/glace Procédure adéquate de redémarrage	Quelques minutes (< 60 min conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011).	100 %
2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Panneautage en pied de machine Éloignement des zones habitées et fréquentées	NA	100 %
3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de t° pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement	NA	100 %
4	Prévenir la survitesse	Détection de survitesse et système de freinage	Mise à l'arrêt en moins d'une minute. L'exploitant désigné est 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'éolienne conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.	100 %
5	Prévenir les courts-circuits	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique	De l'ordre de la seconde	100 %
6	Prévenir les effets de la foudre	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur	Immédiat	100 %
7	Protection et intervention incendie	Capteurs de température 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	< 1 minute pour la détection Transmission de l'alerte par l'exploitant aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes.	100 %
8	Prévention et rétention des fuites	Détecteurs de niveau (huiles, liquide de refroidissement) Procédure d'urgence Kit antipollution	Dépendant du débit de fuite	100 %
9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (brides, joints...) Procédures qualités	NA	100 %
10	Prévenir les erreurs de maintenance	Procédure maintenance et formation	NA	100 %
11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite Surveillance des vibrations et turbulences	Moins d'une minute	100 %

E - ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

L'étude détaillée des risques poursuit et complète l'analyse préliminaire des risques pour les accidents considérés comme étant potentiellement les plus importants.

E1 - GÉNÉRALITÉS

Comme la réglementation l'impose aux exploitants, l'étude de dangers doit caractériser chaque scénario d'accident majeur potentiel retenu en fonction de plusieurs paramètres. L'étude porte donc sur la **probabilité** que l'accident se produise, la **vitesse** avec laquelle il produit des effets et à laquelle les secours sont en mesure d'intervenir (**cinétique**), l'effet qu'il aura s'il se produit (**intensité**) et le nombre de personnes exposées (**gravité**).

Le croisement de la probabilité et de la gravité renseigne sur l'acceptabilité du risque et la nécessité de mise en place de mesure de maîtrise des risques.

Certains scénarios ont été exclus de l'analyse préliminaire des risques, d'autres ont été écartés de l'étude détaillée des risques. C'est le cas des incendies de l'éolienne ou du poste de livraison et de l'infiltration d'huile dans le sol, ce qui n'empêche que des mesures de sécurité leurs soient associées. Les scénarios d'effondrement de la machine, de chute et de projection de pale, de fragments de pale ou encore de glace ont été étudiés en détail. Les principaux éléments relatifs à ces différents scénarios sont présentés ci-après.

E2 - EFFETS DOMINOS

Aucune autre installation ICPE ne se situe dans un rayon de 100 m autour des éoliennes du projet. De ce fait, l'étude des effets domino n'est pas nécessaire dans le cas du projet.

E3 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

Le projet est composé de 5 éoliennes dans un espace de cultures.

La situation des éoliennes en pleins champs induit une faible présence humaine. Ainsi, pour les scénarios d'effondrement et de chute d'éléments de l'éolienne ou de glace, moins d'une personne est exposée au risque. Pour les scénarios de projection, dont la zone d'effet est plus étendue, entre 1 et 8 personnes sont concernées (l'INERIS place la limite d'acceptabilité du risque à 1000 personnes).

Le tableau ci-dessous présente le rayon de chacun des différents scénarios :

Scénarios Eoliennes	Effondrement	Chute de glace	Projection de glace	Chute d'éléments	Projection d'éléments
E1, E4, E5 et E6	180 m	68 m	372 m	68 m	500 m
E2	180 m	58,5 m	357,75 m	58,5 m	500 m

Les intensités varient en fonction du ratio zone d'impact / zone d'effet, les scénarios effondrement de la machine et chute d'un élément (cas majorant de la pale) ont des intensités fortes tandis que pour les autres scénarios l'intensité est modérée.

La gravité du phénomène, résultant de l'intensité et du nombre de personnes exposées, n'est jamais plus que "modérée" ou "sérieuse".

La gravité du phénomène comparée à sa probabilité d'occurrence renseigne sur son acceptabilité. **Ainsi le niveau de risque est jugé acceptable pour tous les scénarios.**

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des scénarios étudiés et les paramètres de cinétique, intensité, gravité, probabilité qui leur sont associés. Il rappelle également les fonctions de sécurité présentes et conclut sur le niveau de risque et son acceptabilité. Des cartes (Figure 2) sont également présentées pour illustrer ces éléments.

La numérotation des fonctions de sécurité (FS) est celle établie dans l'Analyse Préliminaire des Risques. Rappelons également les fonctions de sécurité suivantes qui ne peuvent pas être directement reliées à un scénario, mais qui contribuent à la sécurité de l'installation : FS3 - Prévenir l'échauffement significatif des pièces, FS7 - Protection et intervention incendie et FS8 - Prévention et rétention des fuites.

FIGURE 2 : SYNTHÈSE DES RISQUES

LEGENDE

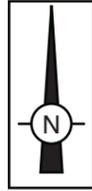
● Eoliennes du projet

Intensité du risque

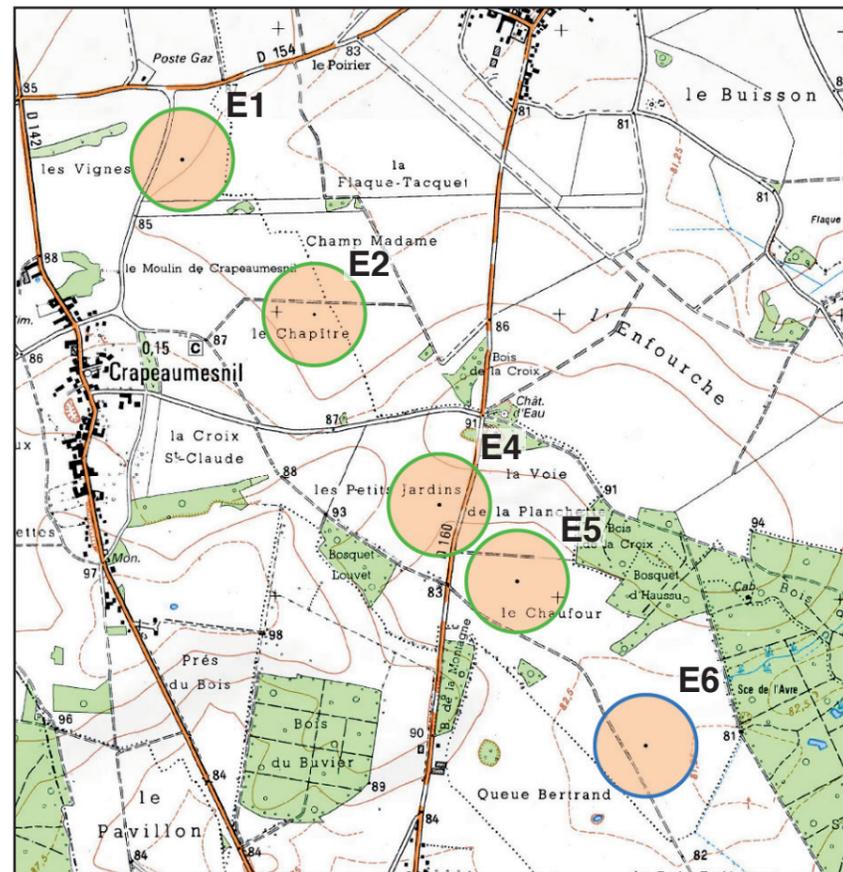
- Très forte
- Forte
- Modérée

Nombre de personnes exposées

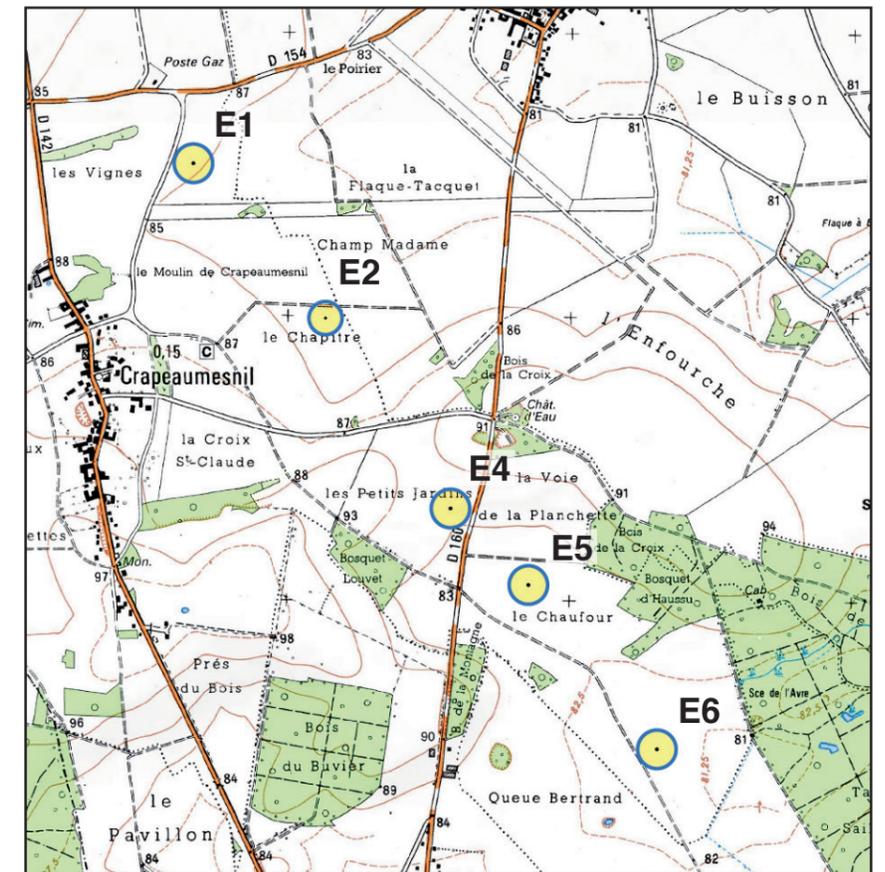
- Moins d'une personne
- Entre 1 et 10 personnes
- Entre 10 et 100 personnes



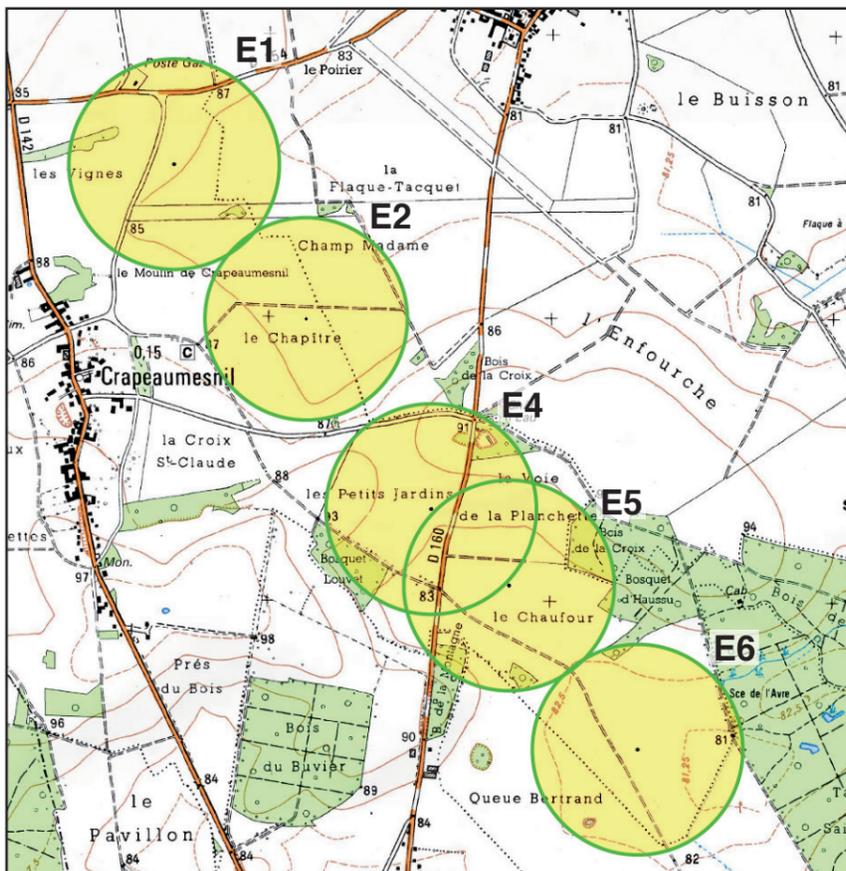
Scénario effondrement de l'éolienne



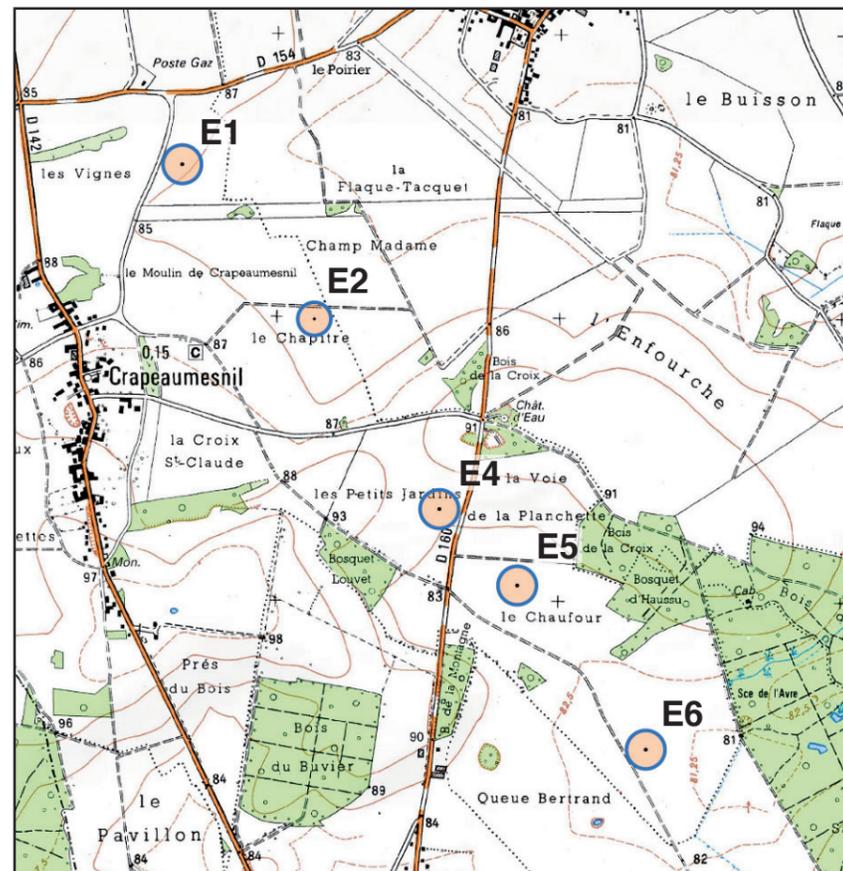
Scénario chute de glace



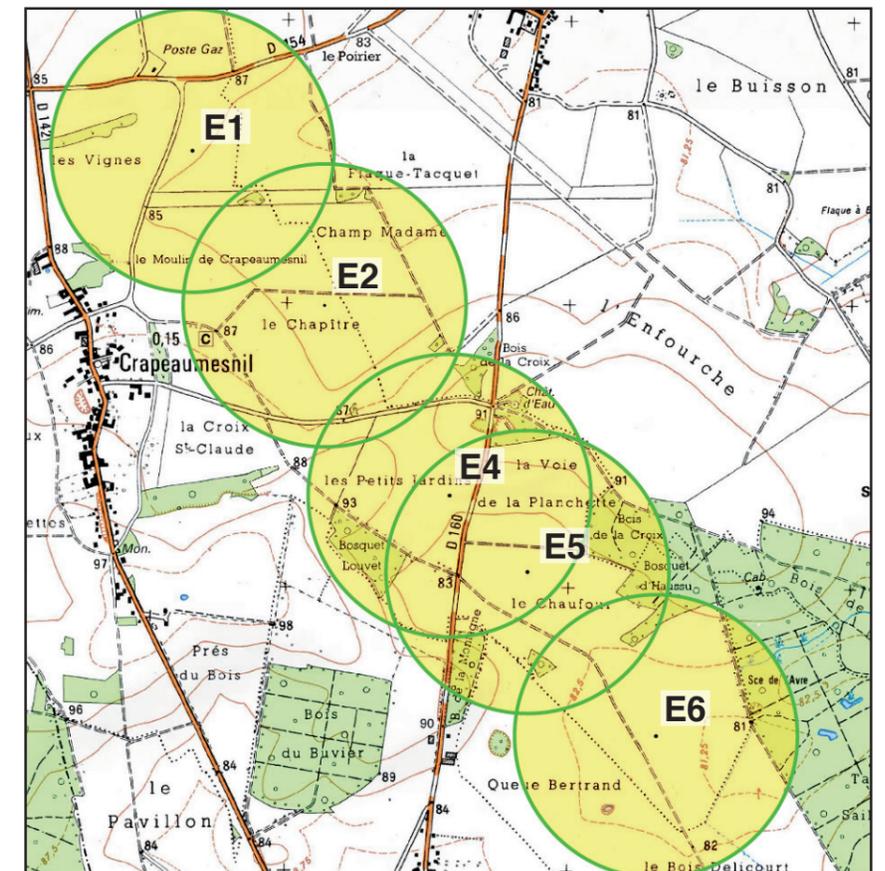
Scénario projection de glace



Scénario chute d'éléments de l'éolienne



Scénario projection d'éléments de l'éolienne



Eoliennes E1, E4, E5								
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Fonctions de sécurité concernées	Niveau de risque - Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à la hauteur totale de la machine en bout de pale (180 m)	Rapide	Forte	1,018	Important	D	FS4 ; FS5 ; FS9 ; FS10 ; FS11	Risque faible - Acceptable
Chute de glace	Zone de survol (68 m)	Rapide	Modérée	0,014	Modéré	A	FS2	Risque faible - Acceptable
Projection de glace	1,5*(H+2R) autour de l'éolienne (372 m)	Rapide	Modérée	4,347	Sérieux	B	FS1 ; FS2	Risque faible - Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (68 m)	Rapide	Forte	0,014	Sérieux	C	FS4 ; FS6 ; FS9 ; FS10 ; FS11	Risque faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragment de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Modérée	7,854	Sérieux	D	FS1 ; FS4 ; FS6 ; FS9 ; FS10 ; FS11	Risque très faible - Acceptable

Eolienne E2								
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Fonctions de sécurité concernées	Niveau de risque - Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à la hauteur totale de la machine en bout de pale (180 m)	Rapide	Forte	0,102	Important	D	FS4 ; FS5 ; FS9 ; FS10 ; FS11	Risque faible - Acceptable
Chute de glace	Zone de survol (58,5 m)	Rapide	Modérée	0,011	Modéré	A	FS2	Risque faible - Acceptable
Projection de glace	1,5*(H+2R) autour de l'éolienne (357,75 m)	Rapide	Modérée	4,021	Sérieux	B	FS1 ; FS2	Risque faible - Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (58,5 m)	Rapide	Forte	0,011	Sérieux	C	FS4 ; FS6 ; FS9 ; FS10 ; FS11	Risque faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragment de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Modérée	7,854	Sérieux	D	FS1 ; FS4 ; FS6 ; FS9 ; FS10 ; FS11	Risque très faible - Acceptable

Eoliennes E6								
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Fonctions de sécurité concernées	Niveau de risque - Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à la hauteur totale de la machine en bout de pale (180 m)	Rapide	Forte	1,018	Sérieux	D	FS4 ; FS5 ; FS9 ; FS10 ; FS11	Risque très faible - Acceptable
Chute de glace	Zone de survol (68 m)	Rapide	Modérée	0,014	Modéré	A	FS2	Risque faible - Acceptable
Projection de glace	1,5*(H+2R) autour de l'éolienne (372 m)	Rapide	Modérée	4,347	Sérieux	B	FS1 ; FS2	Risque faible - Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (68 m)	Rapide	Forte	0,014	Sérieux	C	FS4 ; FS6 ; FS9 ; FS10 ; FS11	Risque faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragment de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Modérée	7,854	Sérieux	D	FS1 ; FS4 ; FS6 ; FS9 ; FS10 ; FS11	Risque très faible - Acceptable

FS 1 - Détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace
 FS 2 - Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace
 FS 4 - Prévenir la survitesse

FS 5 - Prévenir les courts-circuits
 FS 6 - Prévenir les effets de la foudre
 FS 9 - Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage

FS 10 - Prévenir les erreurs de maintenance
 FS 11 - Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important		Effondrement : E1, E2, E4, E5			
2. Sérieux		Effondrement : E6 Projection d'éléments : E1, E2, E4, E5, E6	Chute d'éléments : E1, E2, E4, E5, E6	Projection de glace : E1, E2, E4, E5, E6	
1. Modéré					Chute de glace : E1, E2, E4, E5, E6