



PARC EOLIEN DE L'EPINETTE

Communes de Coullemelle, Grivesnes et Villers-Tournelle (80)

5. ETUDE DE DANGERS



VALECO
INGENIERIE

SOMMAIRE

Contexte réglementaire	9
<i>Application du régime des installations classées aux parcs éoliens.....</i>	<i>9</i>
<i>Réglementation relative à l'étude de dangers.....</i>	<i>10</i>
Démarche générale de l'étude de dangers.....	12
I. PREAMBULE.....	14
I.1. Objectif de l'étude de dangers	14
I.2. Contexte législatif et réglementaire	14
I.3. Nomenclature des installations classées	15
II. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION.....	16
II.1. Renseignements administratifs	16
II.2. Localisation du site	16
II.3. Définition de l'aire d'étude.....	17
III. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	18
III.1. Environnement humain	18
III.1.1. Zones urbanisées	18
III.1.2. Etablissements recevant du public (ERP).....	18
III.1.3. Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base.....	18
III.1.4. Autres activités.....	18
III.2. Environnement naturel	21
III.2.1. Contexte climatique.....	21
III.2.2. Risques naturels	22
III.3. Environnement matériel.....	24
III.3.1. Voies de communication	24
III.3.2. Réseaux publics et privés.....	26
III.3.3. Autres ouvrages publics.....	26
III.4. Cartographie de synthèse.....	26
IV. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	37
IV.1. Caractéristiques de l'installation	37
IV.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	37
IV.1.2. Activité de l'installation	39
IV.1.3. Composition de l'installation.....	39
IV.2. Fonctionnement de l'installation.....	41
IV.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur	41
IV.2.2. Sécurité de l'installation	42
IV.2.3. Opérations de maintenance de l'installation	42
IV.2.4. Conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur45	
IV.2.5. Stockage et flux de produits dangereux	45
IV.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation.....	46

IV.3.1.	<i>Raccordement électrique</i>	47
IV.3.2.	<i>Autres réseaux</i>	47
V.	IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	49
V.1.	Potentils de dangers liés aux produits.....	49
V.2.	Potentils de dangers liés au fonctionnement de l'installation	49
V.3.	Réduction des potentiels de dangers à la source	50
V.3.1.	<i>Principales actions préventives</i>	50
V.3.2.	<i>Utilisation des meilleures techniques disponibles</i>	51
VI.	ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	51
VI.1.	Inventaire des accidents et incidents en France	51
VI.2.	Inventaire des accidents et incidents à l'international.....	53
VI.3.	Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant	54
VI.4.	Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	54
VI.4.1.	<i>Analyse de l'évolution des accidents en France</i>	54
VI.4.2.	<i>Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents</i>	55
VI.5.	Limites d'utilisation de l'accidentologie	55
VII.	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	56
VII.1.	Objectif de l'analyse préliminaire des risques.....	56
VII.2.	Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	56
VII.3.	Recensement des agressions externes potentielles.....	57
VII.3.1.	<i>Agression externes liées aux activités humaines</i>	57
VII.3.2.	<i>Agressions externes liées aux phénomènes naturels</i>	57
VII.4.	Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques.....	58
VII.5.	Effets dominos.....	61
VII.6.	Mise en place des mesures de sécurité	62
VII.7.	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	67
VIII.	ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	68
VIII.1.	Rappel des définitions	68
VIII.1.1.	<i>Cinétique</i>	69
VIII.1.2.	<i>Intensité</i>	69
VIII.1.3.	<i>Gravité</i>	70
VIII.1.4.	<i>Probabilité</i>	70
VIII.2.	Caractérisation des scénarios retenus.....	71
VIII.2.1.	<i>Effondrement de l'éolienne</i>	71
VIII.2.2.	<i>Chute de glace</i>	74
VIII.2.3.	<i>Chute d'éléments de l'éolienne</i>	76
VIII.2.4.	<i>Projection de pales ou de fragments de pales</i>	78
VIII.2.5.	<i>Projection de glace</i>	81
VIII.3.	Synthèse de l'étude détaillée des risques	84
VIII.3.1.	<i>Tableaux de synthèse des scénarios étudiés</i>	84

VIII.3.2.	<i>Synthèse de l'acceptabilité des risques</i>	85
VIII.3.3.	<i>Cartographie des risques</i>	85
IX.	CONCLUSION	96
X.	RESUME NON TECHNIQUE	99
X.1.	Une étude de danger : qu'est-ce que c'est ?	99
X.1.1.	<i>Objectif de l'étude de dangers</i>	99
X.1.2.	<i>Contexte législatif et réglementaire</i>	99
X.1.3.	<i>Nomenclature des installations classées</i>	99
X.2.	Informations générales concernant l'installation	100
X.2.1.	<i>Renseignements administratifs</i>	100
X.2.2.	<i>Localisation du site</i>	100
X.2.3.	<i>Définition de l'aire d'étude</i>	101
X.3.	Caractéristiques de l'installation	103
X.4.	Etude détaillée des risques	104
X.4.1.	<i>Synthèse de l'étude détaillée des risques</i>	104
X.4.2.	<i>Synthèse de l'acceptabilité des risques</i>	104
X.4.3.	<i>Cartographie des risques</i>	105
X.5.	Conclusion	116
	Annexe 1 – Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne	119
	<i>Terrains non bâtis</i>	119
	<i>Voies de circulation</i>	119
	<i>Logements</i>	120
	<i>Etablissements recevant du public (ERP)</i>	120
	<i>Zones d'activité</i>	121
	Annexe 2 – Tableau de l'accidentologie française	122
	Annexe 3 – Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques	133
	<i>Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)</i>	133
	<i>Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)</i>	133
	<i>Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)</i>	134
	<i>Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)</i>	135
	<i>Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)</i>	135
	<i>Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10)</i>	136
	Annexe 4 – Probabilité d'atteinte et Risque individuel	137
	Annexe 5 – Glossaire	138
	Annexe 6 – Bibliographie et références utilisées	142

INTRODUCTION

A la suite des accords du protocole de Kyoto et conformément à la directive européenne 2001/77/CE relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables, la France s'est engagée à augmenter la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité au niveau national.

En particulier, la loi n°2005-781 du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique (loi POPE) a donné un cap à suivre pour les décennies suivantes. Cette loi s'était construite autour de quatre grands objectifs à long terme :

- l'indépendance énergétique du pays ;
- l'assurance de prix compétitifs de l'énergie ;
- la garantie de la cohésion sociale et territoriale par l'accès de tous à l'énergie ;
- la préservation de la santé, notamment en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre.

Les objectifs par filière ont été déclinés dans des arrêtés de programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité (arrêtés PPI). L'éolien représente une des technologies les plus prometteuses pour atteindre les objectifs fixés par la France. Ainsi, l'arrêté du 15 décembre 2009 a fixé des objectifs ambitieux pour l'éolien :

- 10 500 MW terrestres et 1 000 MW en mer en 2012,
- 19 000 MW terrestres et 6 000 MW en mer en 2020.

Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, les engagements de la France en matière de production d'énergies renouvelables ont été confirmés, précisés et élargis. La loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement (loi Grenelle I) prévoit que la France porte la part des énergies renouvelables à au moins 23 % de sa consommation d'énergie finale d'ici 2020.

La publication de ces objectifs, dans un contexte mondial favorable au développement des énergies renouvelables, a donc permis un développement technologique spectaculaire. Alors que, dans les années 1980, une éolienne permettait d'alimenter environ 10 personnes en électricité, une éolienne de nouvelle génération fournit en moyenne de l'électricité pour 2 000 personnes hors chauffage (source : SER-FEE, ADEME).

Fin 2011, la puissance installée en France atteignait ainsi 6 640 MW, permettant la production de 11,9 TWh (contre 9,7 TWh en 2010 et 7,9 TWh en 2009). Le taux de couverture de la consommation électrique par la production éolienne a donc atteint 2,5 % sur l'année 2011.

Si les éoliennes ont évolué en taille et en puissance dans le monde entier, leur technologie actuelle est également sensiblement différente des premières éoliennes installées. Les technologies sont aujourd'hui plus sûres et plus fiables grâce à de nombreuses évolutions technologiques telles que :

- les freins manuels (sur le moyeu) de rotor qui ont été remplacés par des systèmes de régulation aérodynamiques (pitch), évitant l'emballement et assurant des vitesses de rotation nominales constantes ;
- l'évolution des matériaux des pales vers des fibres composites ;
- le développement de nouveaux systèmes de communication par fibre optique, satellites, etc. qui ont permis d'améliorer la supervision des sites et la prise de commande à distance ;
- l'installation de nouveaux systèmes de sécurité (détection de glace, vibrations, arrêt automatiques, etc.).

Ainsi, les premiers incidents qui ont été rencontrés (bris de pales, incendies, effondrement, etc.) ont amené les constructeurs à améliorer sans cesse leurs aérogénérateurs. Grâce à ces évolutions, et le retour d'expérience le montre bien, les incidents sont aujourd'hui très rares et concernent en majorité des éoliennes d'ancienne génération.

Il convient aussi de noter qu'à ce jour, en France et dans le monde, aucun accident n'a entraîné la mort d'une personne tierce (promeneurs, riverains) du fait de l'effondrement d'éoliennes, de bris de pales ou de projections de fragment de pales.

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (loi Grenelle II) réaffirme tout d'abord la nécessité du développement de la filière éolienne pour atteindre les objectifs nationaux fixés dans les PPI. En particulier, l'article 90 fixe l'objectif d'installer au moins 500 aérogénérateurs par an en France.

Cette loi prévoit d'autre part de soumettre les éoliennes au régime d'autorisation au titre de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Conformément à cette nouvelle réglementation, les exploitants sont notamment amenés à formaliser leur savoir-faire en matière de maîtrise des risques dans une étude de danger.

Cette étude a été réalisée conformément au guide générique établi par la DGPR (Direction Générale de la Prévention des Risques).

CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

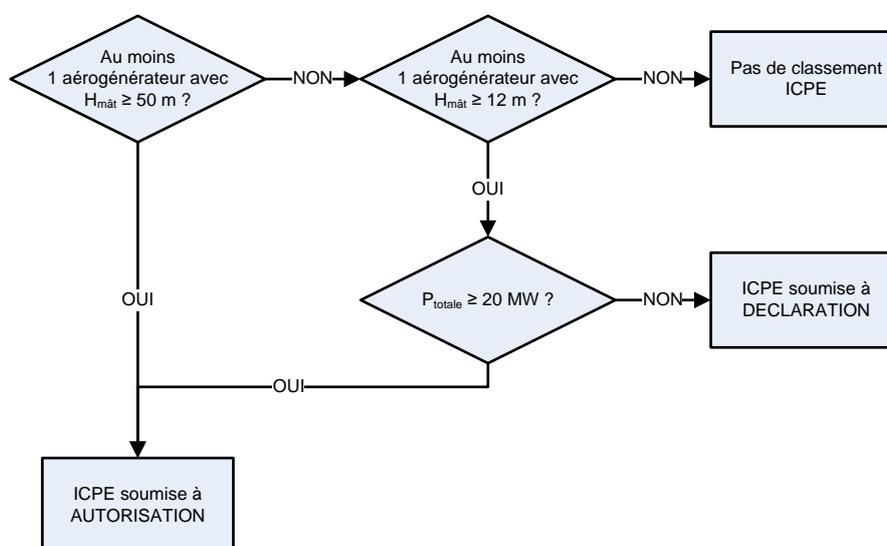
Application du régime des installations classées aux parcs éoliens

En application de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle II, les éoliennes sont désormais soumises au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

En effet, l'article 90 de ladite loi précise que « les installations terrestres de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent constituant des unités de production telles que définies au 3° de l'article 10 de la loi n°2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité, et dont la hauteur des mâts dépasse 50 mètres sont soumises à autorisation au titre de l'article L. 511-2, au plus tard un an à compter de la date de publication de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 précitée. »

Le décret n°2011-984 du 23 août 2011, modifiant l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, crée la rubrique 2980 pour les installations de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs. Il prévoit deux régimes d'installations classées pour les parcs éoliens terrestres :

- Le régime d'autorisation pour les installations comprenant au moins une éolienne dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m et pour les installations comprenant uniquement des éoliennes dont le mât a une hauteur comprise entre 12 et 50 m et dont la puissance totale est supérieure ou égale à 20 MW
- Le régime de déclaration pour les installations comprenant uniquement des éoliennes dont le mât a une hauteur comprise entre 12 et 50 m et dont la puissance totale est inférieure à 20 MW



La réglementation prévoit que, dans le cadre d'une demande d'autorisation d'exploiter, l'exploitant doit réaliser une étude de dangers.

Enfin, 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 prévoit un certain nombre de dispositions par rapport à l'implantation, la construction, l'exploitation et la prévention des risques. Ces prescriptions nationales sont applicables à tous les nouveaux parcs éoliens et, pour partie, aux installations existantes. Elles devront être prises en compte dans le cadre de l'étude de dangers.

Réglementation relative à l'étude de dangers

Selon l'article L. 512-1 du Code de l'environnement, 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. Les impacts de l'installation sur ces intérêts en fonctionnement normal sont traités dans l'étude d'impact sur l'environnement.

Article L. 512-1 du Code de l'environnement :

Sont soumises à autorisation préfectorale les installations qui présentent de graves dangers ou inconvénients pour les intérêts visés à l'article L. 511-1.

L'autorisation ne peut être accordée que si ces dangers ou inconvénients peuvent être prévenus par des mesures que spécifie l'arrêté préfectoral.

Le demandeur fournit une étude de dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation. En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite.

Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents.

La délivrance de l'autorisation, pour ces installations, peut être subordonnée notamment à leur éloignement des habitations, immeubles habituellement occupés par des tiers, établissements recevant du public, cours d'eau, voies de communication, captages d'eau, ou des zones destinées à l'habitation par des documents d'urbanisme opposables aux tiers. Elle prend en compte les capacités techniques et financières dont dispose le demandeur, à même de lui permettre de conduire son projet dans le respect des intérêts visés à l'article L. 511-1 et d'être en mesure de satisfaire aux obligations de l'article L. 512-6-1 lors de la cessation d'activité.

Les intérêts visés à l'article L. 511-1 sont la commodité du voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publiques, l'agriculture, la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, l'utilisation rationnelle de l'énergie, la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique. Cependant, il convient de noter que 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] 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 s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement (notamment le paysage), l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

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

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par la circulaire du 10 mai 2010 :

- description de l'environnement et du voisinage ;
- description des installations et de leur fonctionnement ;

- identification et caractérisation des potentiels de danger ;
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers ;
- réduction des potentiels de danger ;
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs) ;
- analyse préliminaire des risques et nature et organisation des moyens d'alerte et de secours dont dispose l'exploitant ;
- 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.

Enfin, d'autres textes législatifs et réglementaires, concernant les installations classées soumises à autorisation, s'appliquent aux études de dangers, notamment en ce qui concerne les objectifs et la méthodologie à mettre en œuvre :

- **Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003** relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages
- **Décret n°2005-1170 du 13 septembre 2005** modifiant le décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour application de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement
- **Arrêté du 10 mai 2000** relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation
- **Arrêté du 29 septembre 2005** modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement 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.

DÉMARCHE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

Cette partie de l'étude rappelle les différentes étapes de la démarche d'analyse des risques qui doit être mise en œuvre, conformément à la réglementation en vigueur et aux recommandations de l'inspection des installations classées. Elles sont énumérées ici dans l'ordre dans lequel elles sont présentées ensuite au sein de l'étude de dangers des parcs éoliens.

Identifier les enjeux pour permettre une bonne caractérisation des conséquences des accidents (présence et vulnérabilité de maisons, infrastructures, etc.). Cette étape s'appuie sur une description et caractérisation de l'environnement.

Connaître les équipements étudiés pour permettre une bonne compréhension des dangers potentiels qu'ils génèrent. Cette étape s'appuie sur une description des installations et de leur fonctionnement.

Identifier les potentiels de danger. Cette étape s'appuie sur une identification des éléments techniques et la recherche de leurs dangers. Suit une étape de réduction / justification des potentiels.

Connaître les accidents qui se sont produits sur le même type d'installation pour en tirer des enseignements (séquences des événements, possibilité de prévenir ces accidents, etc.). Cette étape s'appuie sur un retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs).

Analyser les risques inhérents aux installations étudiées en vue d'identifier les scénarios d'accidents possibles (qui se sont produits et qui pourraient se produire). Cette étape utilise notamment les outils d'analyses de risques classiques (tableaux d'Analyse Préliminaire des Risques par exemple).

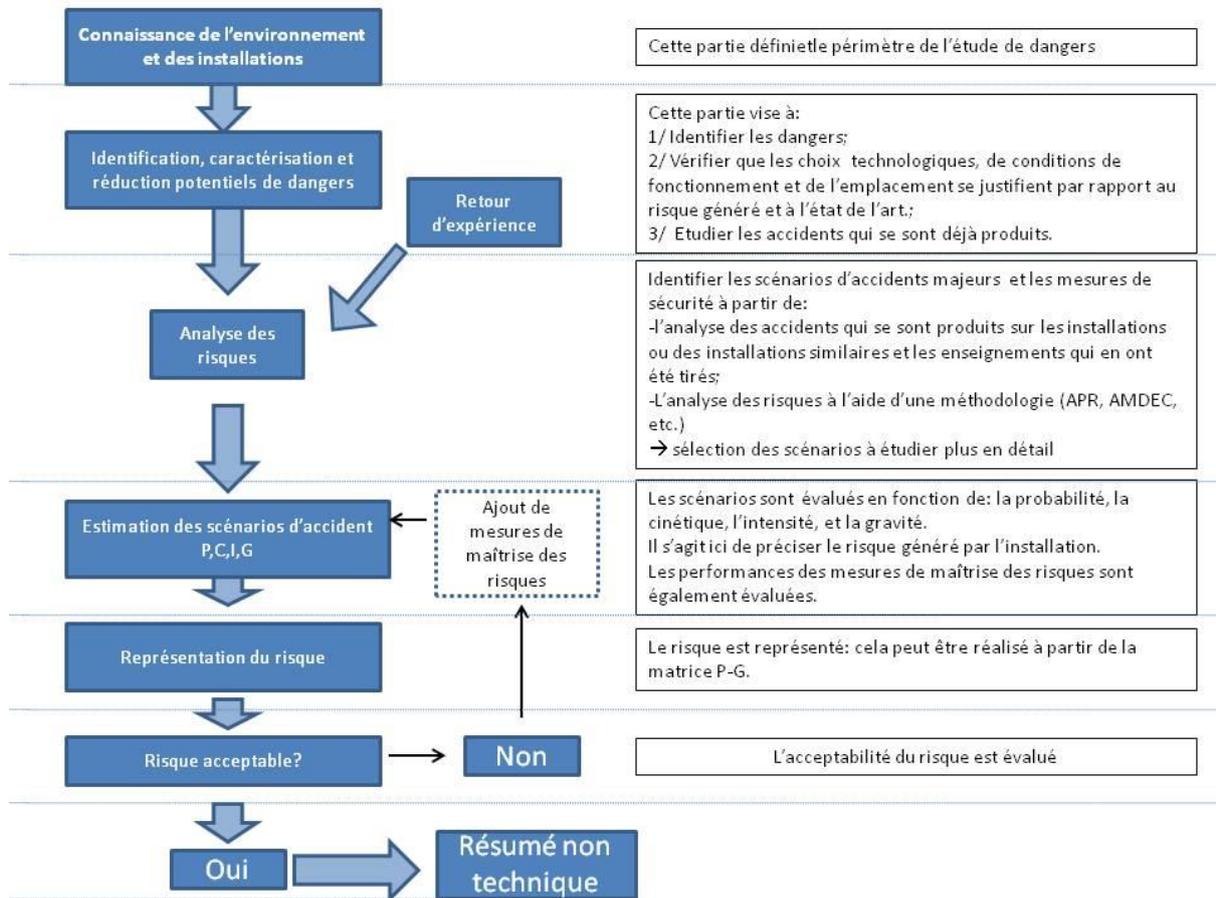
Caractériser et classer les différents phénomènes et accidents en termes de probabilités, cinétique, intensité et gravité. C'est l'étape détaillée des risques, avec mise en œuvre des outils de quantification en probabilité et en intensité / gravité.

Réduire le risque si nécessaire. Cette étape s'appuie sur des critères d'acceptabilité du risque : si le risque est jugé inacceptable, des évolutions et mesures d'amélioration sont proposées par l'exploitant.

Représenter le risque. Cette étape s'appuie sur une représentation cartographique.

Résumer l'étude de dangers. Cette étape s'appuie sur un résumé non technique de l'étude des dangers.

Le graphique ci-dessous synthétise ces différentes étapes et leurs objectifs :



Si la démarche de réduction du risque est considérée comme acceptable, une représentation cartographique et un résumé non-technique sont réalisés.

I. PRÉAMBULE

I.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS

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

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

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

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

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

I.2. CONTEXTE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE

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

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

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

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par la circulaire du 10 mai 2010 :

- description de l'environnement et du voisinage ;
- description des installations et de leur fonctionnement ;
- identification et caractérisation des potentiels de danger ;
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers ;
- réduction des potentiels de danger ;
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs) ;
- analyse préliminaire des risques et nature et organisation des moyens d'alerte et de secours dont dispose l'exploitant ;
- 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.

I.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	
(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.			

Le Parc éolien de l'Épinette comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter. Plus précisément le parc éolien est composé de 5 aérogénérateurs ayant une hauteur en sommet de nacelle de :

- 114m pour la V136
- 116m pour la G132
- 116m pour la N131
- 112m pour la GE137

II. INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION

II.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Dénomination	PARC ÉOLIEN DE L'EPINETTE
N° SIREN	828 251 371
Registre de commerce	RCS Montpellier
Forme juridique	SARL au capital de 500 €
Actionnariat	Groupe Valeco : 100%
Gérant	Sébastien APPY
Adresse	188 Rue Maurice Béjart – CS 57392 – 34184 Montpellier Cedex 4
Téléphone	04 67 40 74 00
Télécopie	04 67 40 74 05
Site internet	www.groupevaleco.com

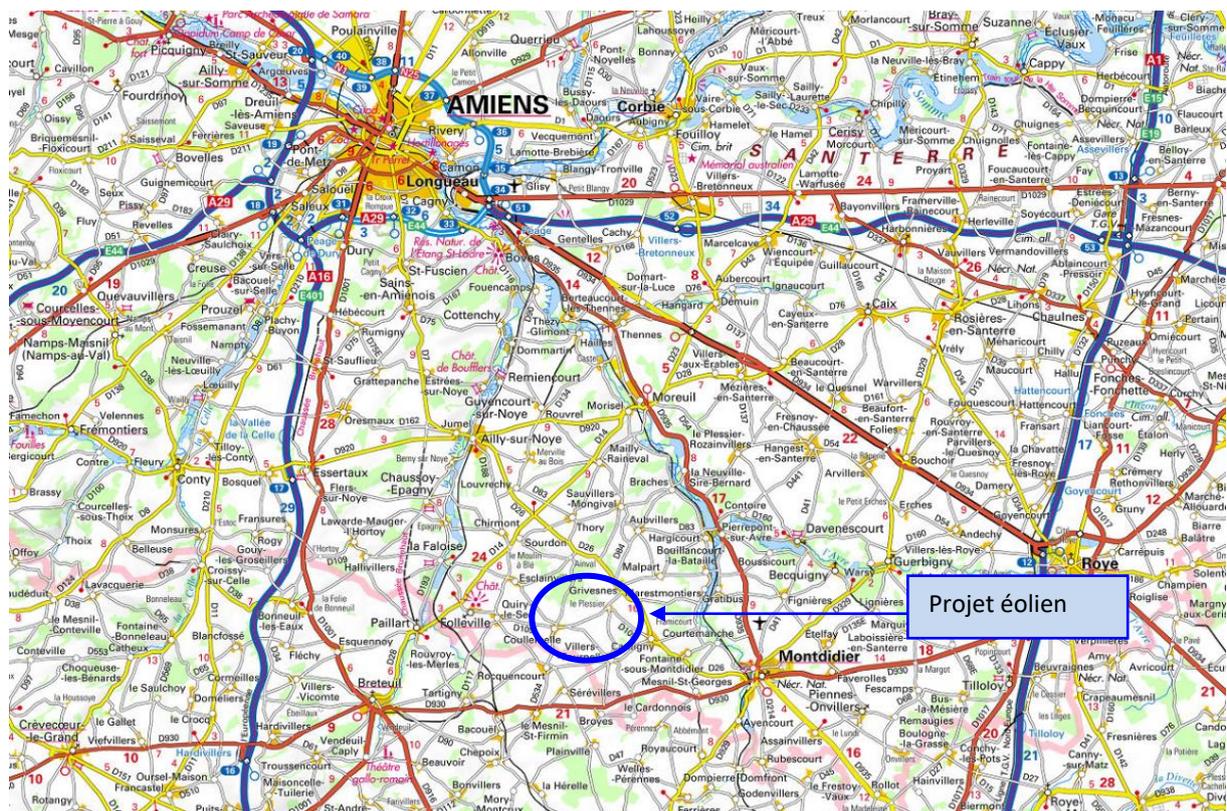
Le Parc Eolien de l'Épinette est une société spécialement créée et détenue à 100% par le Groupe VALECO pour être le maître d'ouvrage et exploitant du Parc éolien de l'Épinette.

La personne qui a réalisé la présente étude de dangers est la suivante :

Amandine Daminato
 Chef de projets
 0784392896
 amandinedaminato@groupevaleco.com

II.2. LOCALISATION DU SITE

Le Parc éolien de l'Épinette, composé de 10 aérogénérateurs, est localisé sur les communes de Coulemelle, Grivesnes et Villers-Tournelle dans le département de la Somme et de la région Hauts de France. Le secteur proposé, d'une surface totale de près de 1080 ha, se compose de grandes parcelles agricoles et est traversé par la D109 et la D188 reliant les trois communes.

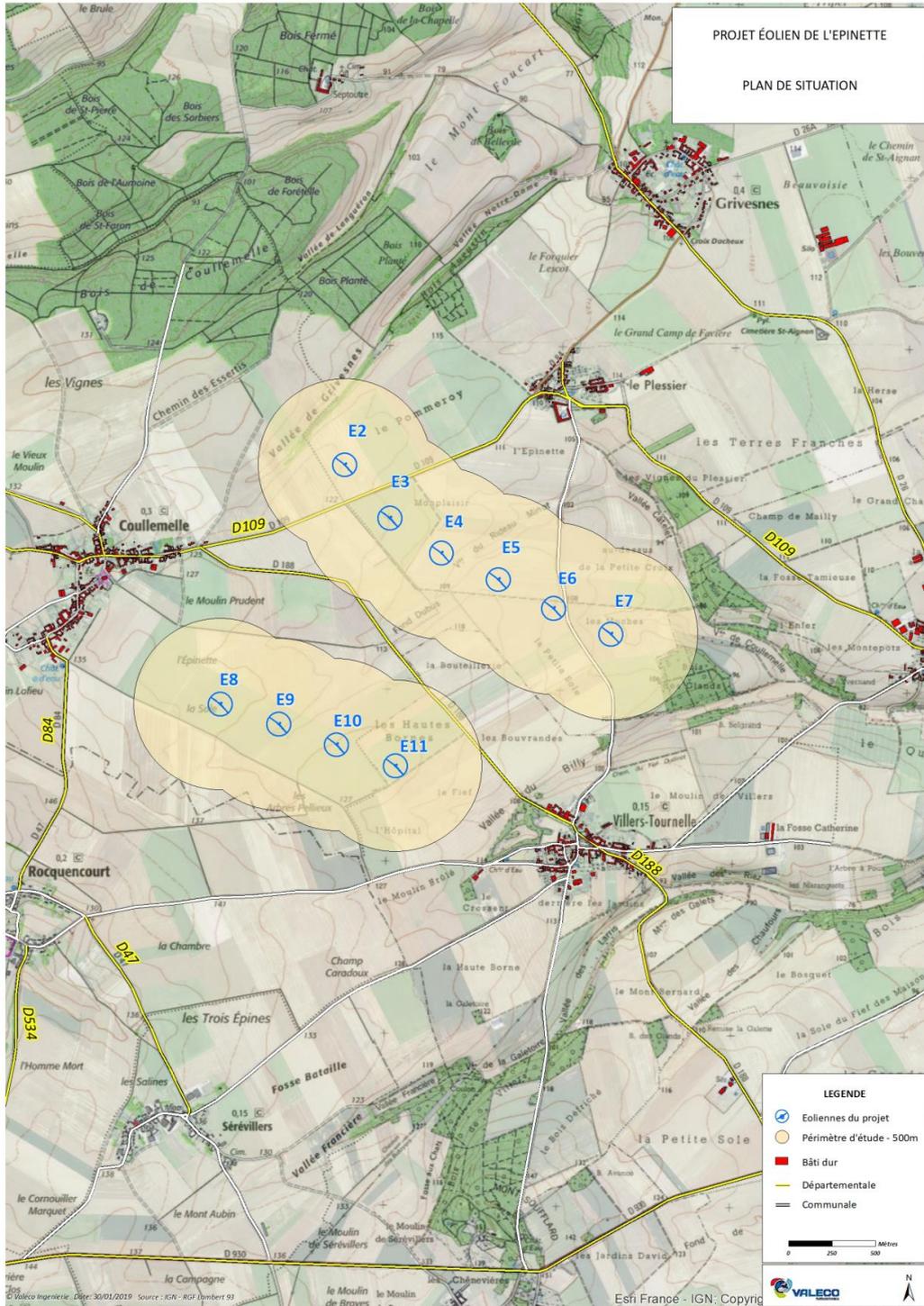


II.3. DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe VIII.2.4.

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



III. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

III.1. ENVIRONNEMENT HUMAIN

III.1.1. ZONES URBANISÉES

Il n'est recensé aucune habitation au sein de la zone d'étude (rappel : 500m autour des éoliennes), et aucune éolienne n'a été implantée à moins de 900m des zones habitées. L'habitation la plus proche étant la première maison à l'Ouest de Villers-Tournelle, située à 907m de l'éolienne E11.

La carte ci-après permet de localiser les habitations les plus proches et donne leur distance depuis les éoliennes.

III.1.2. ÉTABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Aucun ERP ne se trouve dans la zone d'étude.

III.1.3. INSTALLATIONS CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE) ET INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE

Aucune installation ICPE et aucune installation nucléaire de base ne se situent dans la zone d'étude.

III.1.4. AUTRES ACTIVITÉS

La majeure partie des parcelles situées au sein de la zone d'étude sont des parcelles destinées à la culture.

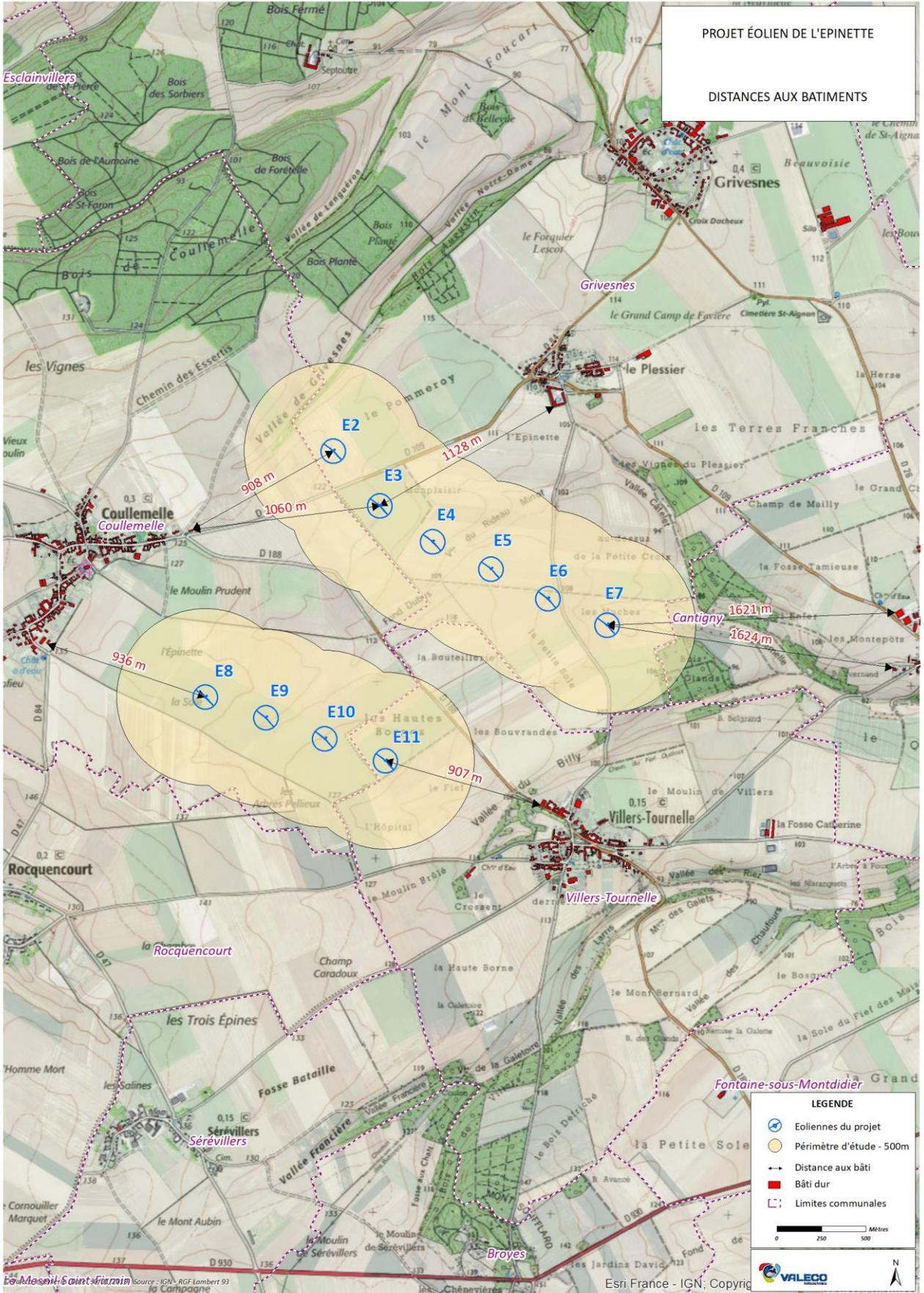
Plusieurs pistes traversent le site et permettent d'accéder aux différentes parcelles agricoles.

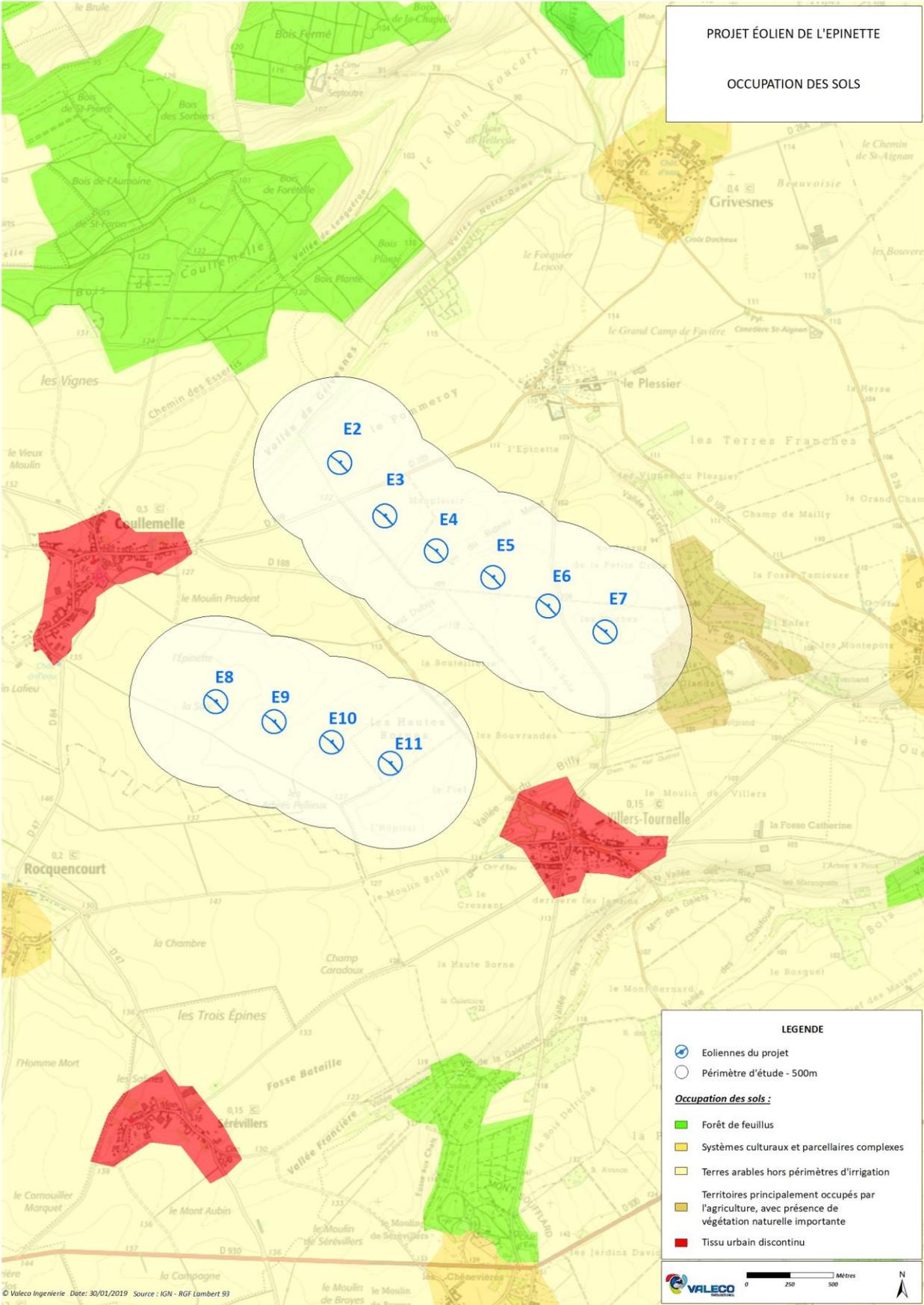
L'ensemble des terrains de la zone d'étude sont donc considérés comme non aménagés et très peu fréquentés.

La carte ci-après permet de localiser l'implantation des éoliennes par rapport aux parcelles agricoles et boisées au sein de l'aire d'étude.

PROJET ÉOLIEN DE L'EPINETTE

DISTANCES AUX BATIMENTS





PROJET ÉOLIEN DE L'EPINETTE
OCCUPATION DES SOLS

LEGENDE

- Eoliennes du projet
- Périmètre d'étude - 500m

Occupation des sols :

- Forêt de feuillus
- Systèmes culturaux et parcellaires complexes
- Terres arables hors périmètres d'irrigation
- Territoires principalement occupés par l'agriculture, avec présence de végétation naturelle importante
- Tissu urbain discontinu

0 250 500 mètres

III.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

III.2.1. CONTEXTE CLIMATIQUE

Les Hauts-de-France appartiennent à la frange méridionale de l'Europe du nord-ouest et, comme l'ensemble de ce grand domaine géographique, la région est largement occupée au cours de l'année par des masses d'air humides et fraîches venues de l'Atlantique nord, réchauffées cependant par les eaux plus tièdes de la dérive Nord-atlantique. L'empreinte climatique est donc caractérisée par les principaux traits des climats tempérés océaniques dont l'influence maritime se manifeste dans l'intérieur des terres :

- Un climat doux (température constante et douce) et humide (ciel changeant et nuageux) ;
- Des étés tempérés par la brise marine ;
- Des hivers modérément froids.

La température moyenne annuelle enregistrée par la station de Beauvais-Tillé sur la période 1981-2010 est de 10,7 °C. Le mois de janvier est le plus froid (normale mensuelle minimale : 1°C, normale mensuelle maximale : 6,3°C), tandis que les mois de juillet et août sont les plus chauds (normale mensuelle minimale : 12,9°C, normale mensuelle maximale : 23,9°C).

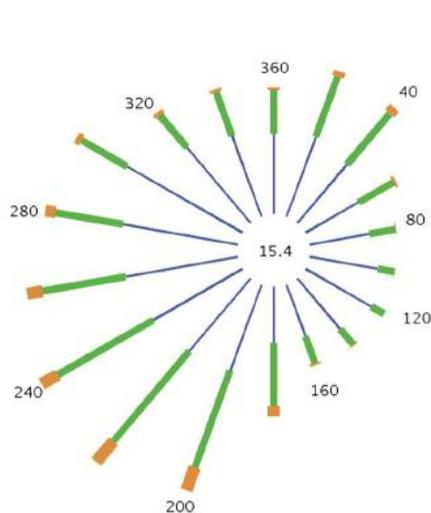
La hauteur moyenne annuelle des précipitations est de 669,4 mm. Au cours de l'année, la pluviométrie oscille entre 45,5 mm en février et 68,6 mm en décembre. La station de Beauvais-Tillé compte en moyenne 116,9 jours de précipitations chaque année.

La station de Beauvais-Tillé enregistre, sur la période 2000-2009, une vitesse de vent moyenné sur 10 minutes de 14,1 m/s. La rose des vents de la station de Beauvais-Tillé montre une prédominance, tous groupes de vitesses confondus, des vents de secteur sud-ouest puis des vents de secteur nord-est. Pour la vélocité, les vents les plus forts (> 8,0 m/s) sont majoritairement de secteur sud-ouest.

Sur cette même période, on enregistre :

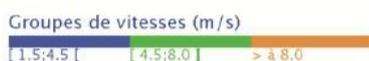
- 40,4 jours par an ayant subi des rafales d'une vitesse supérieure à 16 m/s (soit 57 km/h) ;
- 0,8 jour par an ayant subi des rafales d'une vitesse supérieure à 28 m/s (soit 101 km/h).

Tableau de répartition
Nombre de cas étudiés : 29032
Manquants : 192



Dir.	[1,5;4,5 [[4,5;8,0 [> 8,0 m/s	Total
20	2,7	2,0	0,2	4,9
40	2,4	2,1	0,2	4,8
60	1,9	1,3	+	3,3
80	1,9	0,8	+	2,8
100	2,2	0,5	+	2,7
120	2,4	0,5	+	2,9
140	2,1	0,6	+	2,8
160	1,7	0,9	+	2,7
180	1,8	2,0	0,3	4,1
200	2,9	3,3	0,8	6,9
220	3,0	3,7	0,8	7,6
240	3,3	3,5	0,6	7,3
260	3,6	2,7	0,5	6,8
280	3,7	2,1	0,3	6,2
300	4,2	1,7	0,2	6,0
320	3,1	1,3	0,1	4,6
340	2,7	1,5	0,1	4,3
360	2,6	1,4	+	4,0
Total	48,2	31,9	4,5	84,6
[0;1,5 [15,4

*Rose des vents du
site d'étude
(Source : Météo
France, données de
2000 à 2009)*



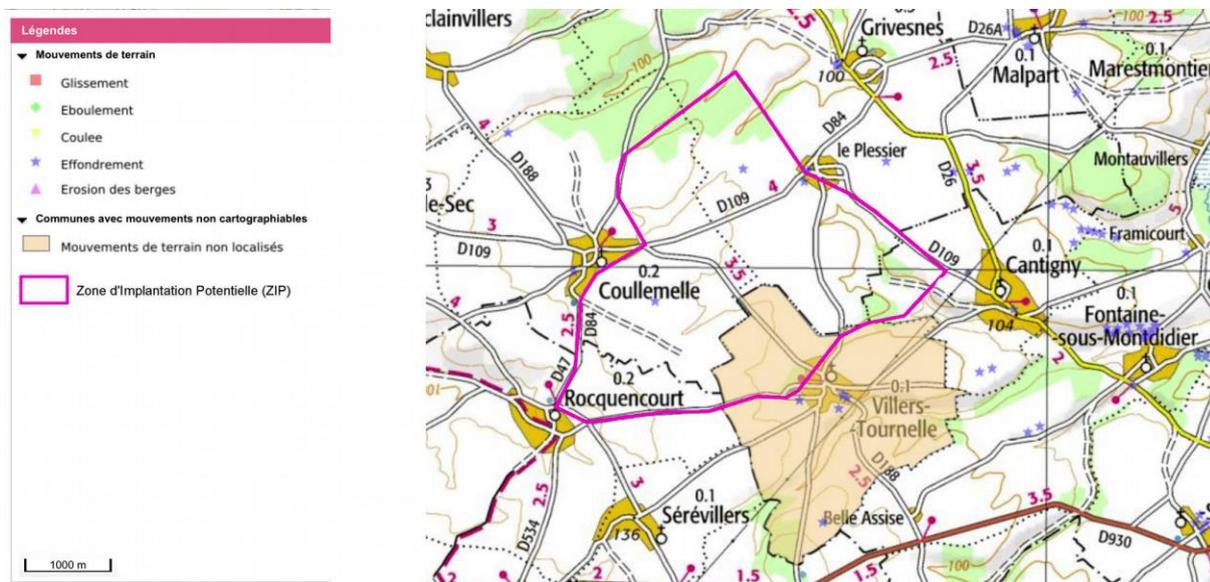
III.2.2. RISQUES NATURELS

❖ Sismicité :

Dans la nomenclature des zones de sismicité (décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français et décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique), le projet s'inscrit dans une zone de sismicité faible : les communes de la zone d'implantation potentielle (ZIP) sont classées en zone de sismicité 1.

❖ Mouvements de terrain :

La base de données nationale des risques naturels en France métropolitaine recense plusieurs mouvements de terrain de type « Effondrement » dans la zone d'implantation potentielle (ZIP), ainsi que l'emprise de la commune de Villers-Tournelle pour laquelle il existe des mouvements de terrain non localisés.



Sensibilité à l'aléa "Mouvements de terrain"

D'autres arrêtés de reconnaissance de catastrophes naturelles ont été publiés, ils sont listés ci-dessous :

Événement recensé	Début de l'événement	Fin de l'événement	Commune concernée				
			Cantigny	Coullemelle	Grivesnes	Rocquencourt	Villers-Tournelle
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	x	x	x	x	x
Inondations et coulées de boue	06/06/1998	06/06/1998				x	
	26/07/2001	26/07/2001	x		x		x
	03/09/2011	03/09/2011		x	x	x	
Mouvements de terrain	21/03/2001	15/09/2001			x		
	07/07/2001	26/07/2001					x

❖ **Aléa retrait-gonflement des argiles :**

Au droit de la zone d'implantation potentielle (ZIP), l'aléa 10 « Retrait-gonflement des argiles » est faible (sur le plateau) à moyen (au niveau des vallées).

❖ **Foudre :**

L'activité orageuse est définie par deux paramètres :

- La Densité de foudroiement (niveau Ng) définit le nombre d'impact foudre par an et par km² dans une région.
- Le Niveau kéraunique (niveau Nk) définit le nombre de jour d'orage par an.

Ces 2 paramètres sont liés par une relation approximative : $Ng = Nk/10$

La densité de foudroiement dans les communes des départements de la Somme et de l'Oise est de 0,5 coup/km²/an, nettement inférieure aux valeurs nationales (moyenne nationale : 1,5).

❖ **Inondations :**

L'inondation par ruissellement suite aux orages est l'aléa le plus fréquent dans la Somme, suivi des inondations par remontées de nappes phréatiques. Toute commune riveraine d'un cours d'eau peut être inondée de façon plus ou moins importante. Selon les DDRM 80 et 60, aucune des communes de la zone d'implantation potentielle (ZIP) n'est concernée par un risque d'inondation.

Par ailleurs, l'emprise de la ZIP présente en grande partie une sensibilité faible au risque « inondation par remontée de nappe », qui est toutefois ponctuellement qualifiée de moyenne, voire très élevée (nappe affleurant) au niveau des vallées (vallée du Rideau Minot, vallée du Câtelet, vallée de Coullemelle notamment).

❖ **Incendies de forêts :**

Au vu de la situation globale, le site étudié n'est pas répertorié comme étant prioritaire en matière de risque incendie. Néanmoins, ce risque n'est pas nul et devra être pris en compte. Le SDIS de la région a été consulté et les préconisations de celui-ci seront appliquées.

III.3. ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

III.3.1. VOIES DE COMMUNICATION

Les principaux axes routiers dans l'aire d'étude éloignée sont les autoroutes A16, A29 et A1 qui encadrent la zone d'implantation potentielle :

- L'A16, orientée selon un axe nord/sud, passe à environ 14 km à l'ouest du projet;
- L'A29, orientée selon un axe est/ouest, coupe la limite nord de l'aire d'étude éloignée,
- L'A1, également orientée nord/sud coupe quant à elle la limite est de l'aire d'étude éloignée.

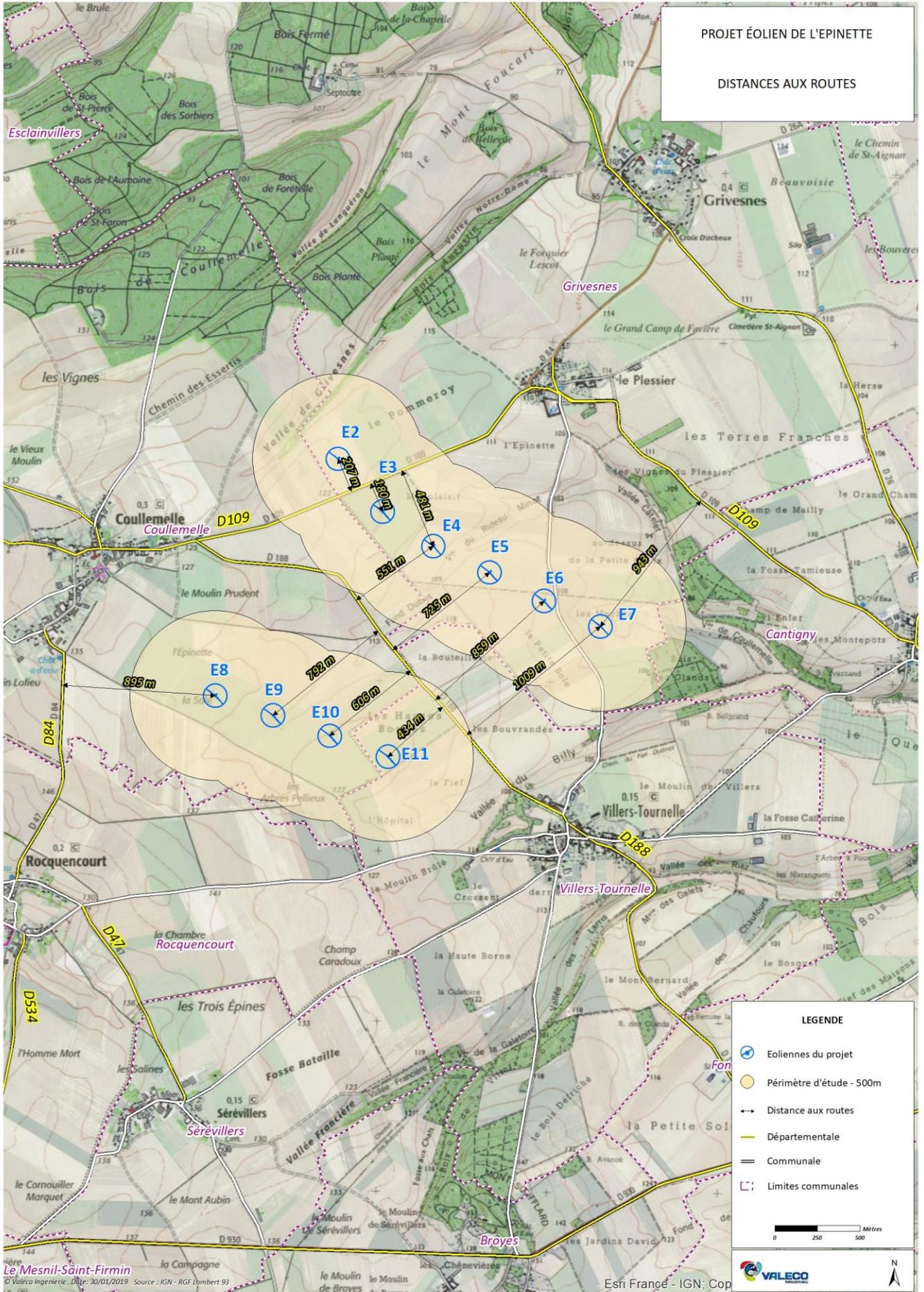
L'aire d'étude immédiate est quant à elle desservie par les routes départementales RD109, RD188, RD84 et RD47, parmi lesquelles les RD109 et RD188 traversent la zone d'implantation potentielle. Pour ces routes aucun comptage ne semble disponible, mais d'après les données du trafic moyen journalier annuel fourni par le Conseil Départemental de la Somme, ce sont moins de 500 véhicules par jour, qui fréquentent ces routes au niveau du site, ce qui en font des routes non structurantes. Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes. En effet, les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicule/jour) sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

A titre d'information, la RD26, qui relie Cantigny à Grivesnes et qui contourne l'aire d'étude immédiate par le nord-ouest, compte 944 véhicules par jour à l'entrée de Grivesnes.

Aucune voie ferroviaire, fluviale ou aérienne n'est par ailleurs recensée sur la zone d'étude.

PROJET ÉOLIEN DE L'EPINETTE

DISTANCES AUX ROUTES



III.3.2. RÉSEAUX PUBLICS ET PRIVÉS

Aucune installation publique n'est recensée dans la zone d'étude (transport d'électricité, canalisation de transport, réseau d'assainissement).

III.3.3. AUTRES OUVRAGES PUBLICS

Aucun autre ouvrage public n'est recensé dans la zone d'étude (barrages, digues, châteaux d'eau, bassins de rétention, etc.).

III.4. CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

En conclusion de ce chapitre de l'étude de dangers, une cartographie lisible pour chaque aérogénérateur permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans la zone d'étude :

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

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.

Sur chacune des éoliennes, les terrains avoisinants des éoliennes sont soit des :

- Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha. C'est le cas de l'ensemble des parcelles avoisinantes des éoliennes, à l'exception des voies de circulation et chemins agricoles ;
- 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. Il s'agit exclusivement des routes et chemins présents dans la zone d'étude de chaque éolienne.

Ainsi, pour chaque éolienne, le nombre de personnes impactées sera le suivant :

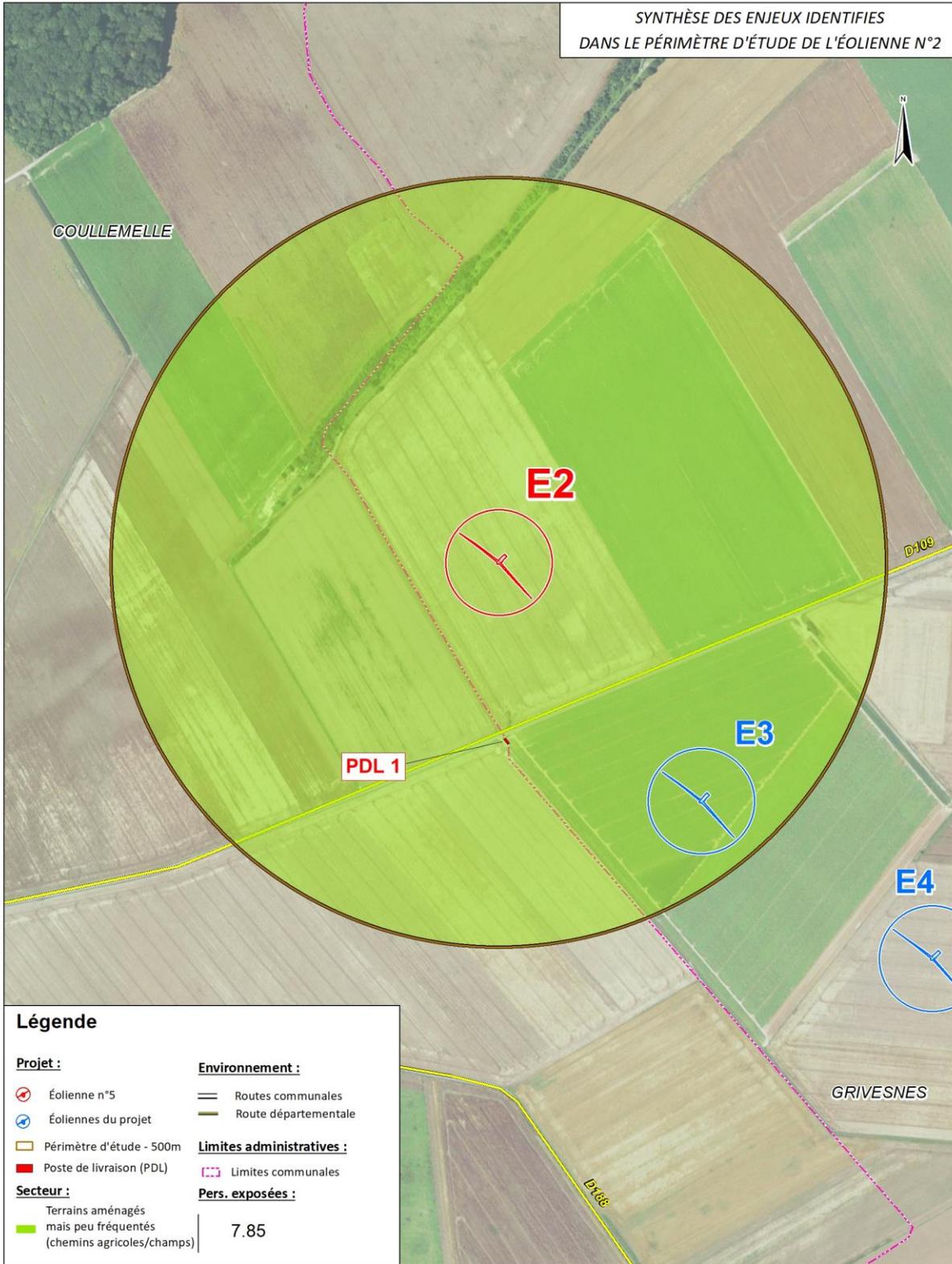
Eolienne	Sols concernés	Nombre de personnes potentiellement présentes dans le secteur**
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (ha)*	
E2	78,5	7,85
E3	78,5	7,85
E4	78,5	7,85
E5	78,5	7,85
E6	78,5	7,85
E7	78,5	7,85
E8	78,5	7,85
E9	78,5	7,85
E10	78,5	7,85
E11	78,5	7,85

Terrains aménagés mais peu fréquentés	1pers / 10ha	Pour 78.5 ha = 7.85 personnes
--	---------------------	--------------------------------------

* Afin de conserver une approche majorante, la surface comptabilisée correspond à la surface de la zone d'étude. Les surfaces des voies de circulations automobiles ainsi que celle de l'ERP n'ont donc pas été soustraites.

** Comme indiqué en annexe 1, les pistes agricoles et les pistes d'exploitations n'ont pas été prises en considération car elles ne sont pas empruntées par un nombre significatif de personnes. En effet, les voies de circulation non structurantes sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

SYNTHÈSE DES ENJEUX IDENTIFIÉS
DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DE L'ÉOLIENNE N°2



Légende

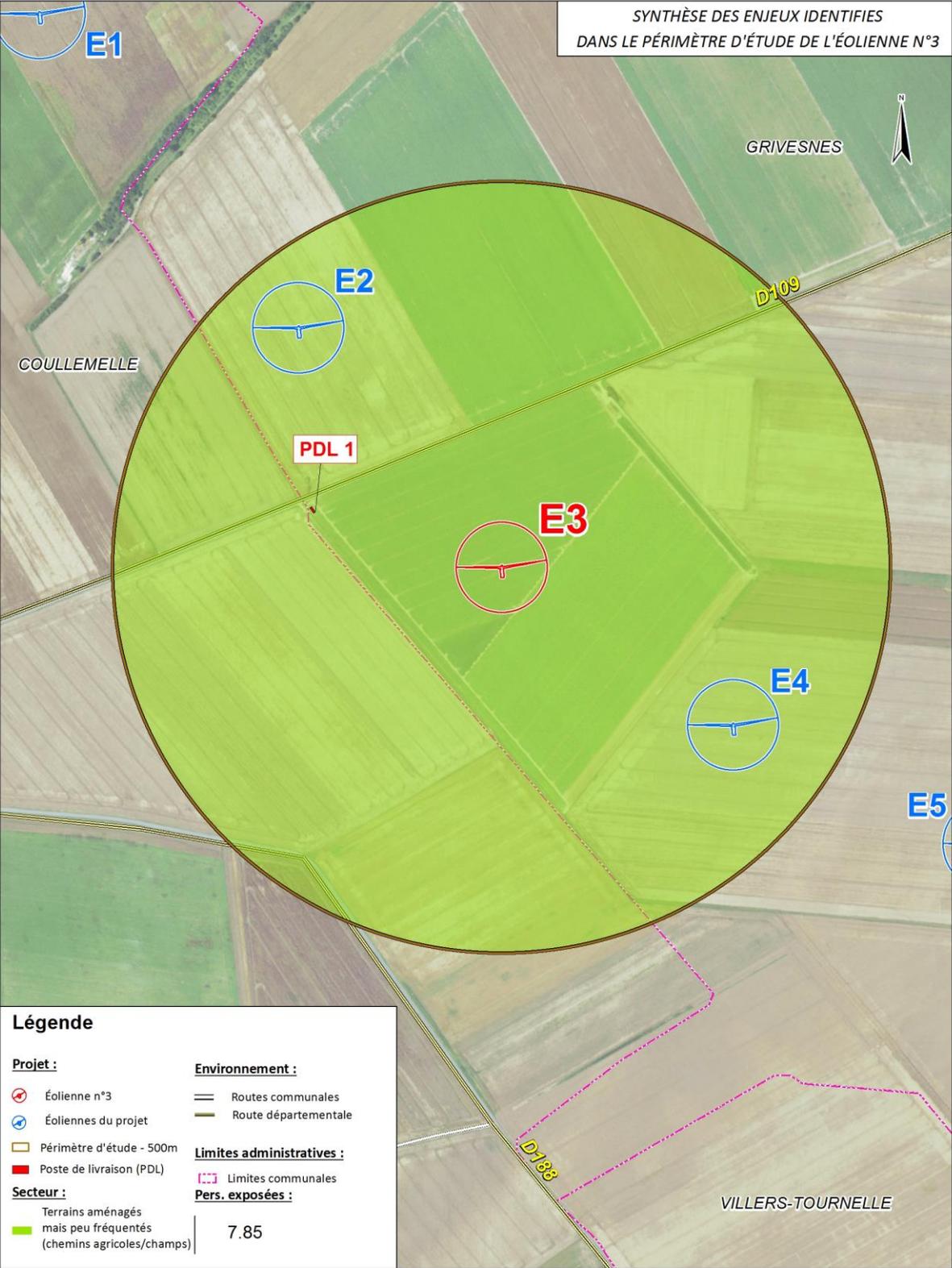
Projet :	Environnement :
<ul style="list-style-type: none"> Éolienne n°5 Éoliennes du projet Périmètre d'étude - 500m Poste de livraison (PDL) 	<ul style="list-style-type: none"> Routes communales Route départementale Limites administratives : Limites communales
Secteur :	Pers. exposées :
<ul style="list-style-type: none"> Terrains aménagés mais peu fréquentés (chemins agricoles/champs) 	7.85

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 15/11/2018
© VALECO INGENIERIE
© Projection : Lambert 93
© Source : IGN

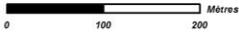
SYNTHÈSE DES ENJEUX IDENTIFIÉS
DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DE L'ÉOLIENNE N°3



Légende

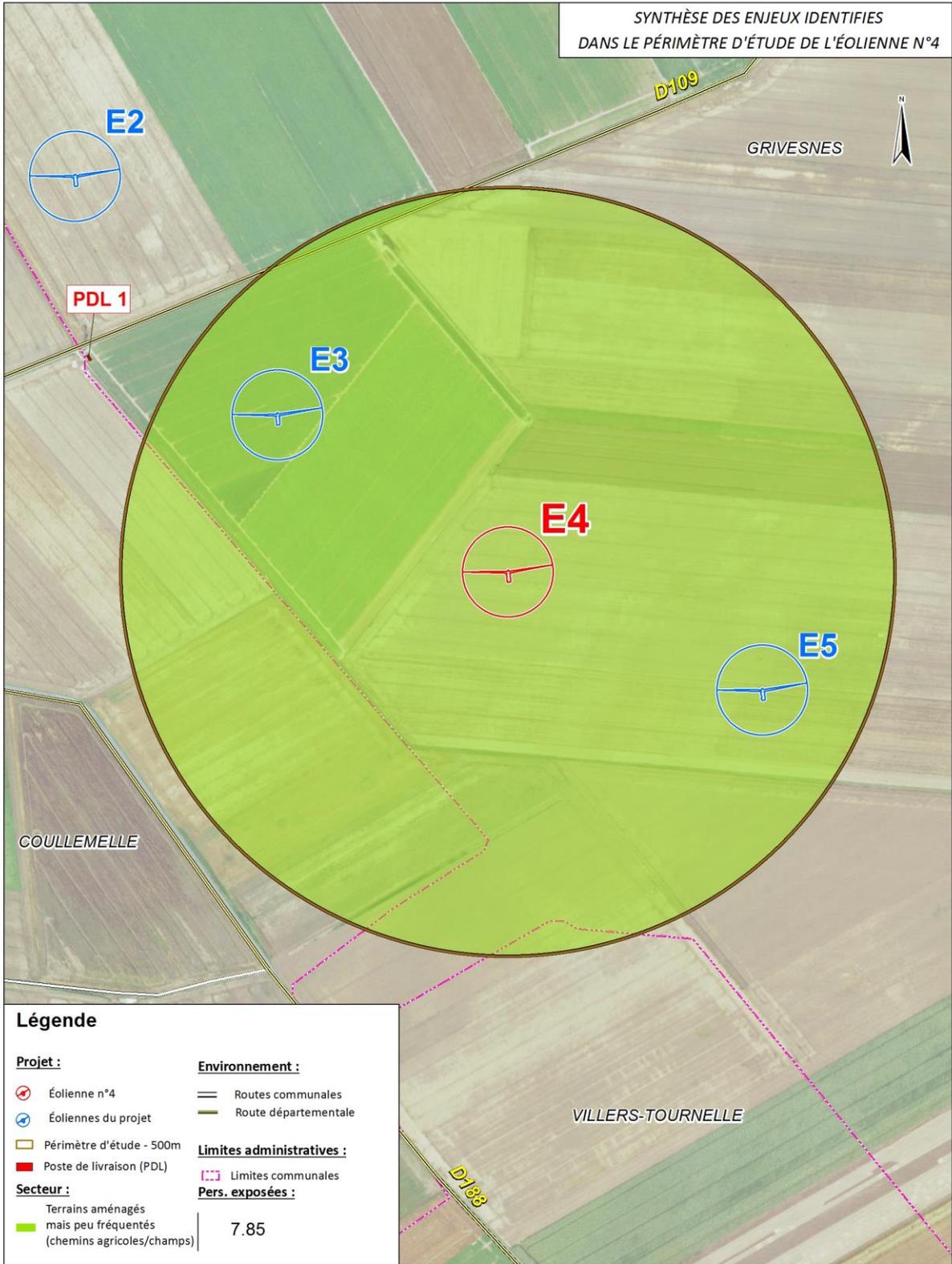
Projet :	Environnement :
<ul style="list-style-type: none"> Éolienne n°3 Éoliennes du projet Périmètre d'étude - 500m Poste de livraison (PDL) 	<ul style="list-style-type: none"> Routes communales Route départementale
Secteur :	Limites administratives :
<ul style="list-style-type: none"> Terrains aménagés mais peu fréquentés (chemins agricoles/champs) 	<ul style="list-style-type: none"> Limites communales
	Pers. exposées :
	7.85

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 20/12/2017
© VALECO INGENIERIE
© Projection : Lambert 93
© Source : IGN

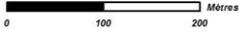
SYNTHÈSE DES ENJEUX IDENTIFIÉS
DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DE L'ÉOLIENNE N°4



Légende

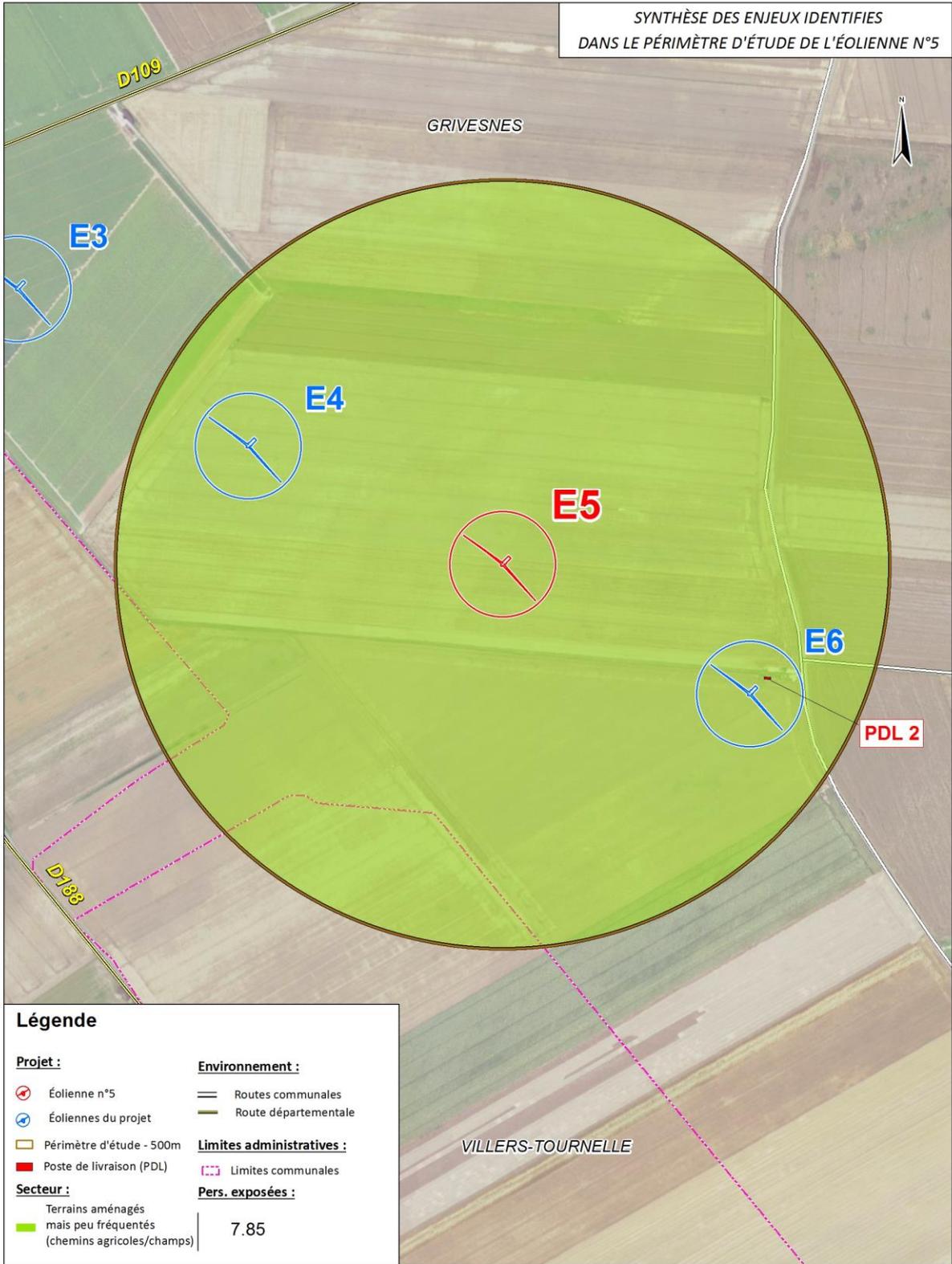
Projet :	Environnement :
<ul style="list-style-type: none"> Éolienne n°4 Éoliennes du projet Périmètre d'étude - 500m Poste de livraison (PDL) 	<ul style="list-style-type: none"> Routes communales Route départementale
Secteur :	Limites administratives :
<ul style="list-style-type: none"> Terrains aménagés mais peu fréquentés (chemins agricoles/champs) 	<ul style="list-style-type: none"> Limites communales
	Pers. exposées :
	7.85

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 20/12/2017
© VALECO INGENIERIE
© Projection : Lambert 93
© Source : IGM

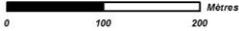
SYNTHÈSE DES ENJEUX IDENTIFIÉS
DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DE L'ÉOLIENNE N°5



Légende

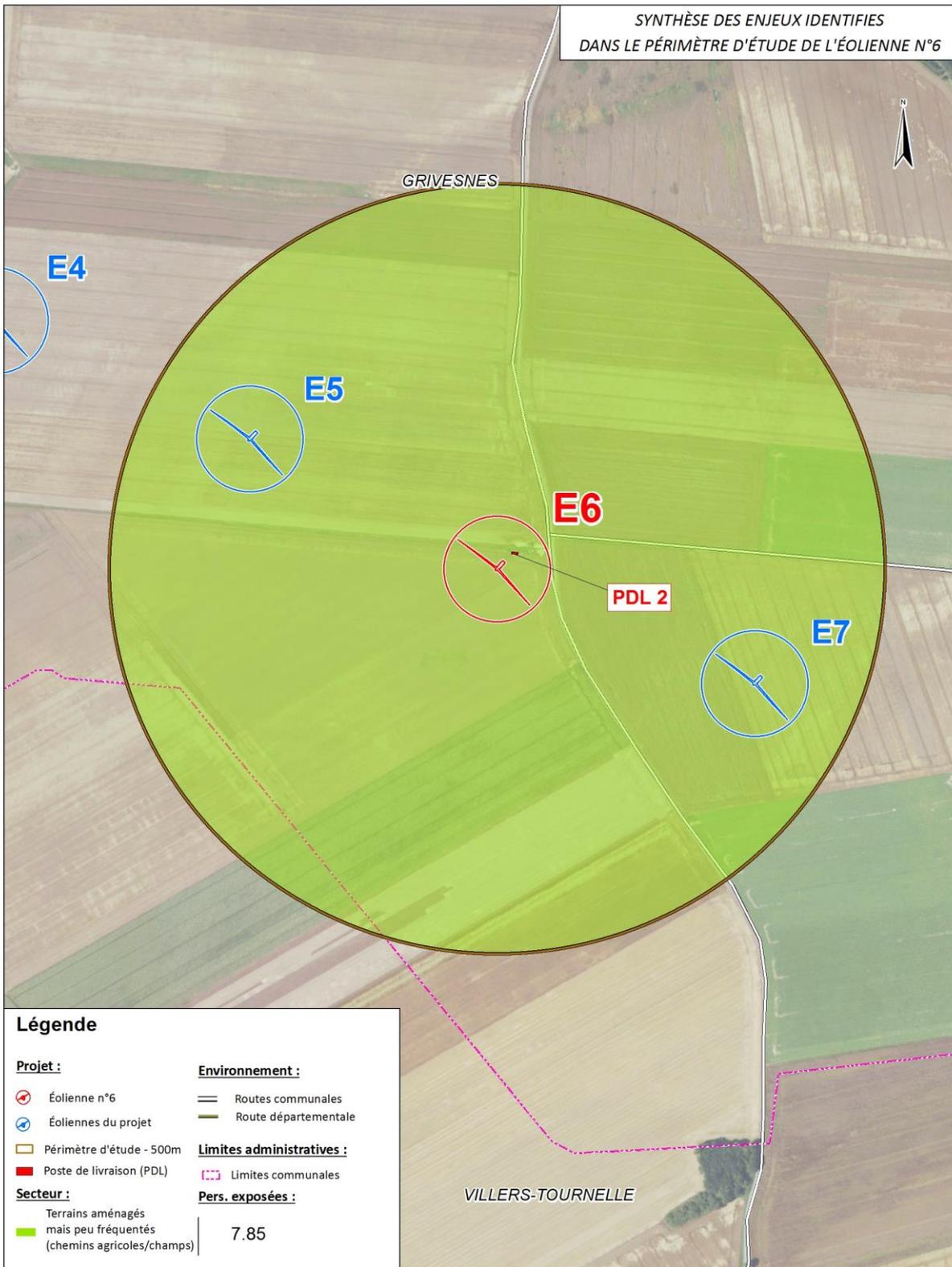
Projet :	Environnement :
<ul style="list-style-type: none"> Éolienne n°5 Éoliennes du projet PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE - 500m Poste de livraison (PDL) 	<ul style="list-style-type: none"> Routes communales Route départementale
Secteur :	Limites administratives :
<ul style="list-style-type: none"> Terrains aménagés mais peu fréquentés (chemins agricoles/champs) 	<ul style="list-style-type: none"> Limites communales
	Pers. exposées :
	7.85

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
© VALECO INGENIERIE
© Projection : Lambert 93
© Source : IGM

SYNTHÈSE DES ENJEUX IDENTIFIÉS
DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DE L'ÉOLIENNE N°6



Légende

Projet :

-  Éolienne n°6
-  Éoliennes du projet
-  Périmètre d'étude - 500m
-  Poste de livraison (PDL)

Secteur :

-  Terrains aménagés
-  mais peu fréquentés (chemins agricoles/champs)

Environnement :

-  Routes communales
-  Route départementale

Limites administratives :

-  Limites communales

Pers. exposées :

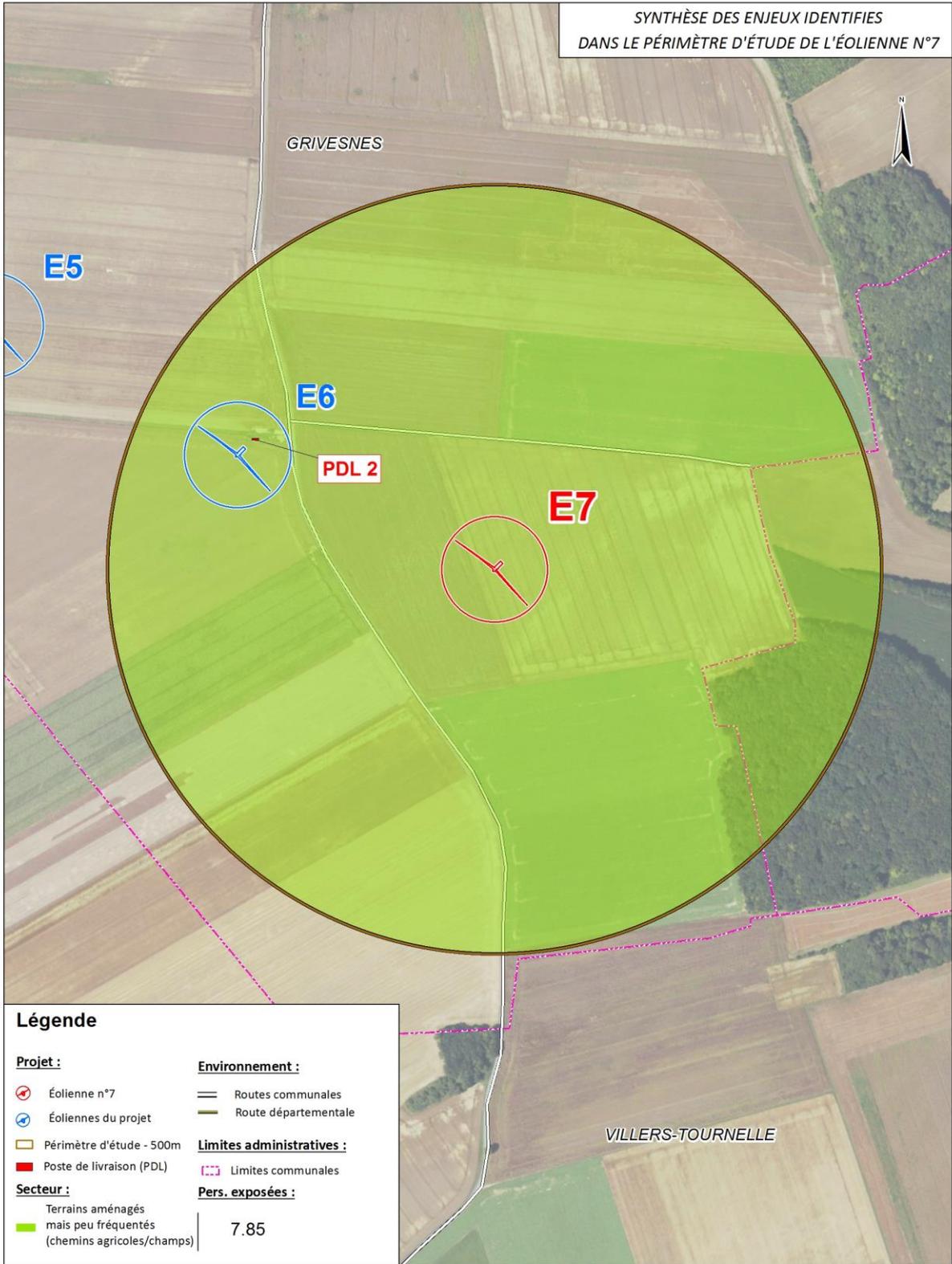
7.85

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
© VALECO INGENIERIE
© Projection : Lambert 93
© Source : IGM

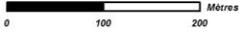
SYNTHÈSE DES ENJEUX IDENTIFIÉS
DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DE L'ÉOLIENNE N°7



Légende

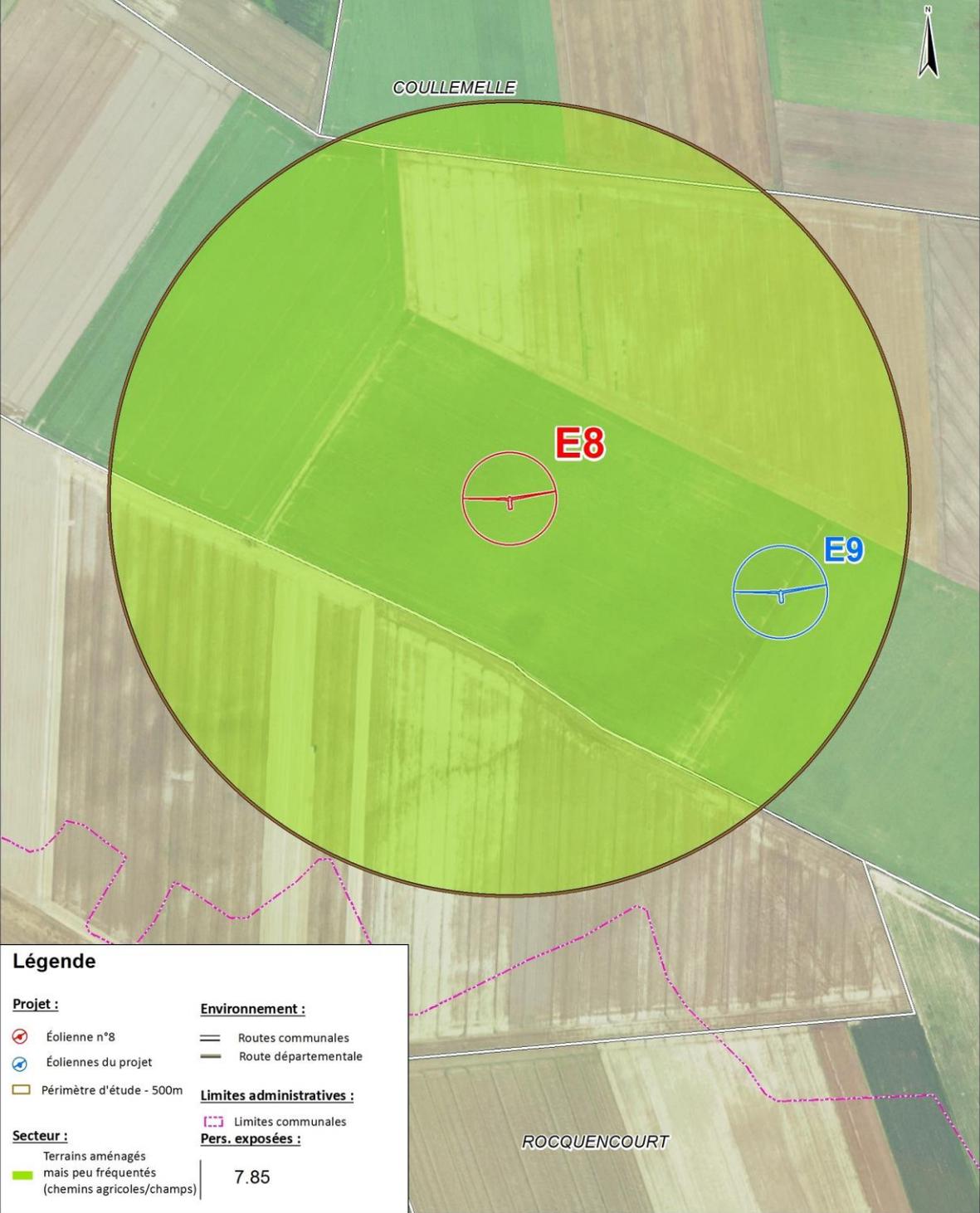
Projet :		Environnement :	
	Éolienne n°7		Routes communales
	Éoliennes du projet		Route départementale
	Périmètre d'étude - 500m	Limites administratives :	
	Poste de livraison (PDL)		Limites communales
Secteur :		Pers. exposées :	
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (chemins agricoles/champs)		7.85

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
© VALECO INGENIERIE
© Projection : Lambert 93
© Source : IGM

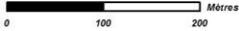
SYNTHÈSE DES ENJEUX IDENTIFIÉS
DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DE L'ÉOLIENNE N°8



Légende

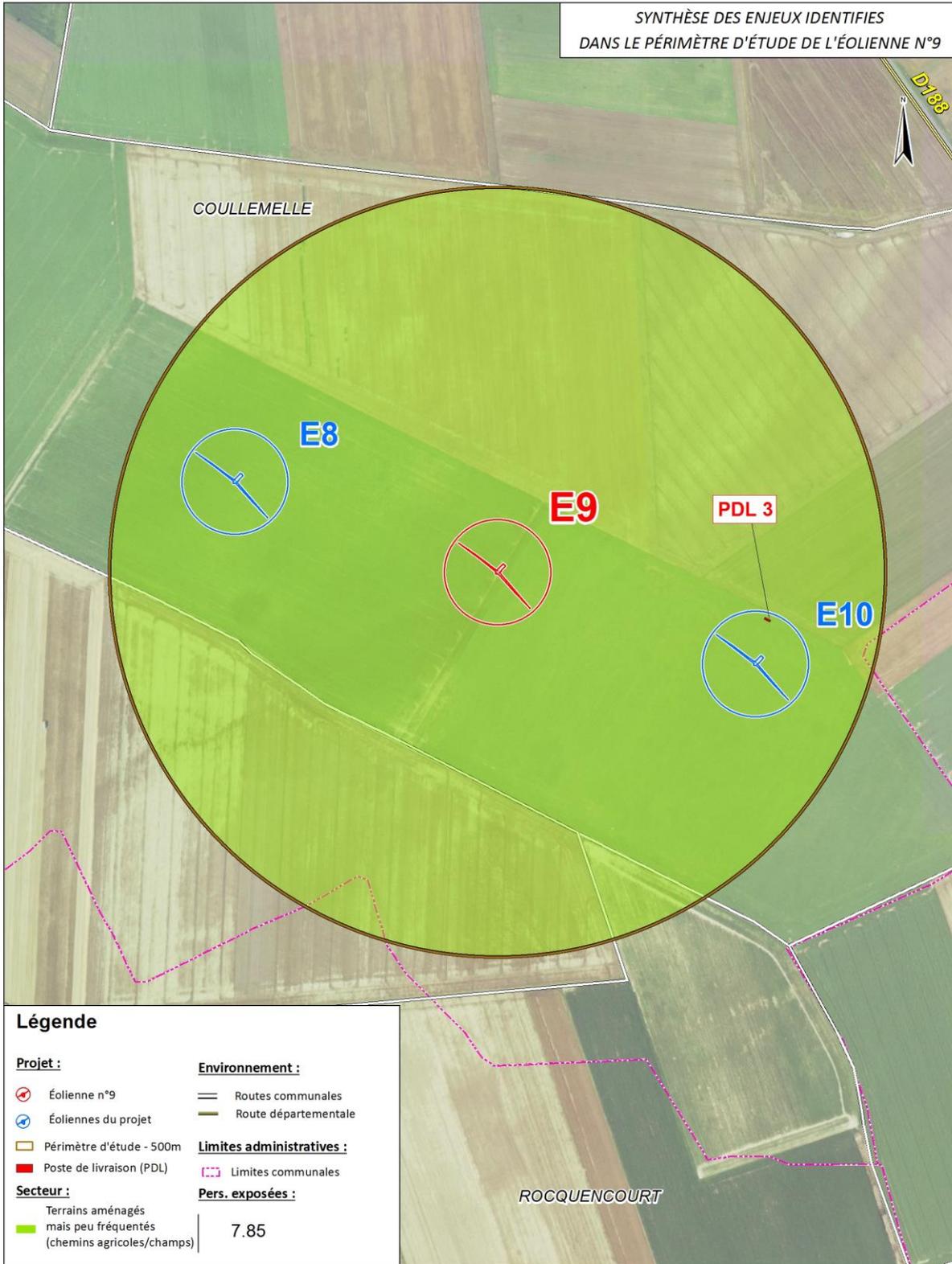
- | | |
|--|---|
| Projet : | Environnement : |
| <ul style="list-style-type: none"> Éolienne n°8 Éoliennes du projet Périmètre d'étude - 500m | <ul style="list-style-type: none"> Routes communales Route départementale |
| Secteur : | Limites administratives : |
| <ul style="list-style-type: none"> Terrains aménagés mais peu fréquentés (chemins agricoles/champs) | <ul style="list-style-type: none"> Limites communales |
| | Pers. exposées : |
| | 7.85 |

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 18/12/2017
© VALECO INGENIERIE
© Projection : Lambert 93
© Source : IGM

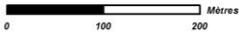
SYNTHÈSE DES ENJEUX IDENTIFIÉS
DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DE L'ÉOLIENNE N°9



Légende

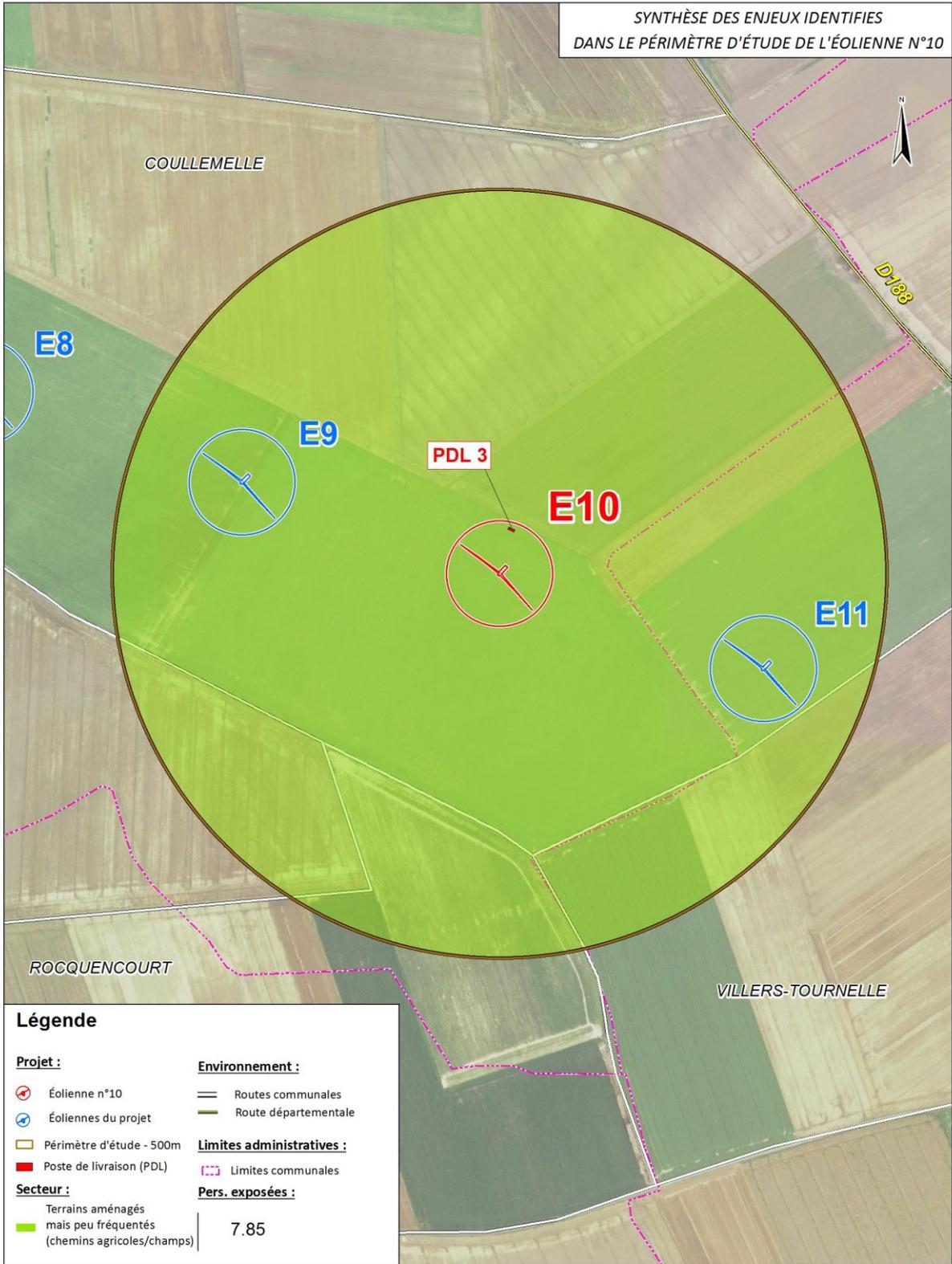
Projet :	Environnement :
Éolienne n°9	Routes communales
Éoliennes du projet	Route départementale
Périmètre d'étude - 500m	Limites administratives :
Poste de livraison (PDL)	Limites communales
Secteur :	Pers. exposées :
Terrains aménagés	7.85
mais peu fréquentés (chemins agricoles/champs)	

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
© VALECO INGENIERIE
© Projection : Lambert 93
© Source : IGM

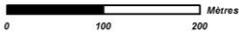
SYNTHÈSE DES ENJEUX IDENTIFIÉS
DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DE L'ÉOLIENNE N°10



Légende

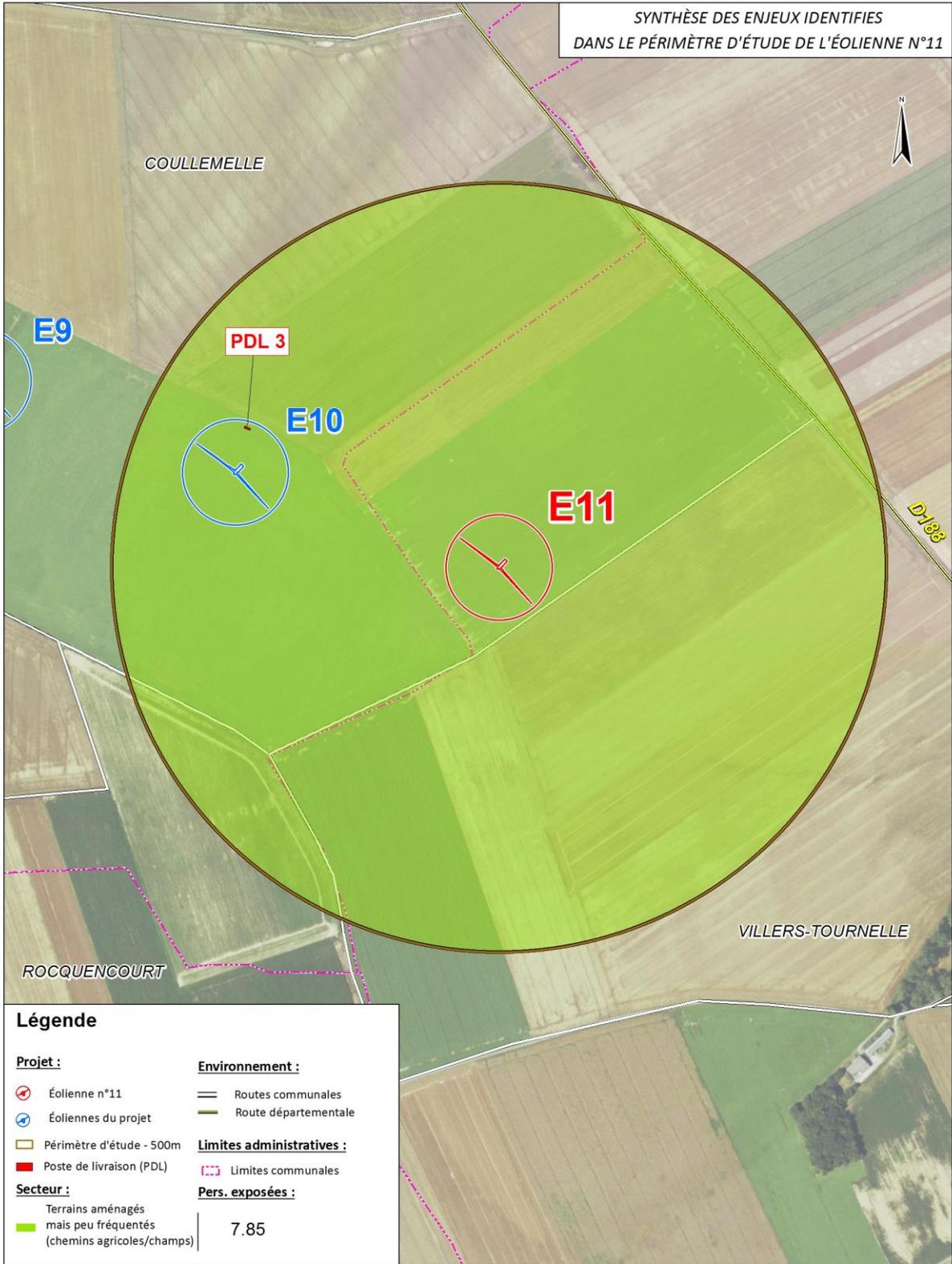
Projet :	Environnement :
<ul style="list-style-type: none"> Éolienne n°10 Éoliennes du projet Périmètre d'étude - 500m Poste de livraison (PDL) 	<ul style="list-style-type: none"> Routes communales Route départementale Limites administratives : Limites communales
Secteur :	Pers. exposées :
<ul style="list-style-type: none"> Terrains aménagés mais peu fréquentés (chemins agricoles/champs) 	7.85

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
© VALECO INGENIERIE
© Projection : Lambert 93
© Source : IGM

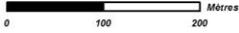
SYNTHÈSE DES ENJEUX IDENTIFIÉS
DANS LE PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DE L'ÉOLIENNE N°11



Légende

Projet :		Environnement :	
	Éolienne n°11		Routes communales
	Éoliennes du projet		Route départementale
	Périmètre d'étude - 500m	Limites administratives :	
	Poste de livraison (PDL)		Limites communales
Secteur :		Pers. exposées :	
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (chemins agricoles/champs)		7.85

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
© VALECO INGENIERIE
© Projection : Lambert 93
© Source : IGM

IV. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

IV.1. CARACTÉRISTIQUES DE L'INSTALLATION

IV.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 IV.3.1) :

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

❖ Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

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

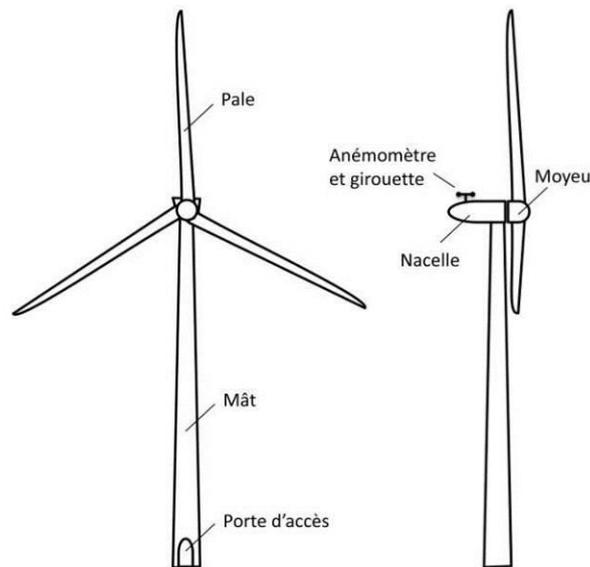


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

❖ Emprise au sol

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

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

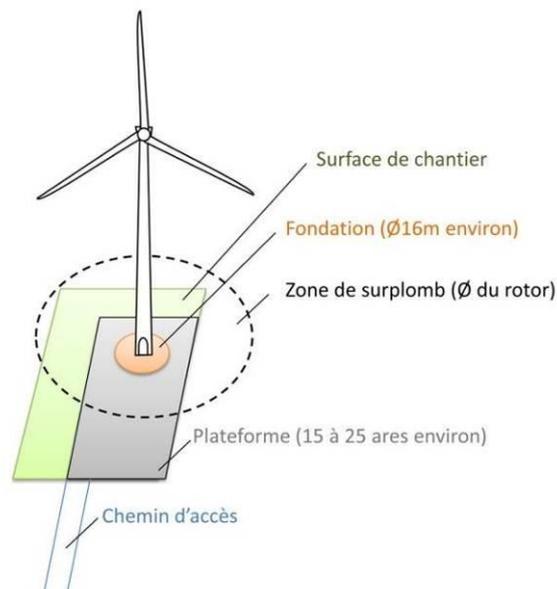


Figure 2 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

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

❖ Chemins d'accès

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

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

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

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

IV.1.2. ACTIVITÉ DE L'INSTALLATION

L'activité principale du Parc éolien de l'Épinette est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) comprise entre 113 et 117m selon le type de machine. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

IV.1.3. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le Parc éolien de l'Épinette est composé de 10 aérogénérateurs et de 3 postes de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de mât comprise entre 110 à 114 mètres et un diamètre de rotor compris entre 131 et 137 mètres, par contre la hauteur totale en bout de pale ne dépassera pas 180 mètres.

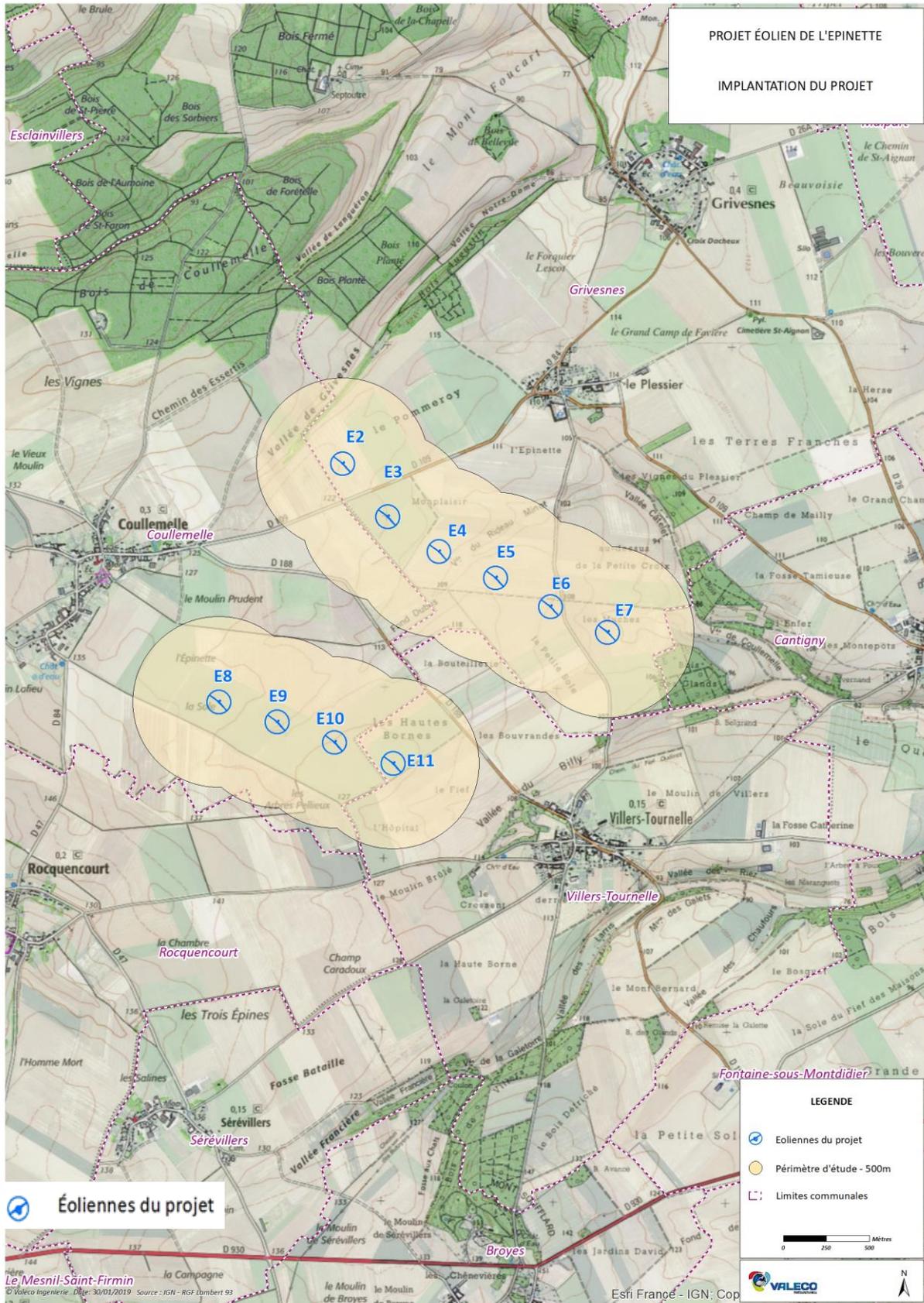
Modèle	Hauteur de mât	Diamètre de rotor	Hauteur hors tout	Puissance unitaire
Vestas V136	112	136	180	3450 kW
Gamesa G132	114	132	180	3300 kW
Nordex N131	114	131	179.5	3600 kW
GE137	110	137	178.5	3400 KW

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques (système de coordonnées Lambert II étendu) des aérogénérateurs et du poste de livraison :

Eolienne	Lambert 93		WGS 84		Z
	X	Y	Latitude (N)	Longitude (E)	
E2	659832,2041	6952849,867	49°40'24.4792"N	2°26'37.7939"E	121
E3	660093,3858	6952539,634	49°40'14,5032"N	2°26'50,9206"E	119
E4	660391,1466	6952335,234	49°40'7,9585"N	2°27'5,8323"E	112
E5	660719,7687	6952181,425	49°40'3,0567"N	2°27'22,2636"E	114
E6	661038,7957	6952012,81	49°39'57,6731"N	2°27'38,2209"E	109
E7	661370,8457	6951864,096	49°39'52,9356"N	2°27'54,8195"E	101
E8	659113,8291	6951456,696	49°39'39,2482"N	2°26'2,4847"E	126
E9	659452,4463	6951339,051	49°39'35,5208"N	2°26'19,4004"E	120
E10	659784,9795	6951220,035	49°39'31,7470"N	2°26'36,0128"E	124
E11	660125,5647	6951096,443	49°39'27,8264"N	2°26'53,0272"E	125
Poste de livraison 1	659842,3279	6952617,596	49°40'16,9681"N	2°26'38,3800"E	121
Poste de livraison 2	661061,6892	6952033,156	49°39'58,3363"N	2°27'39,3549"E	108
Poste de livraison 3	659800,324	6951277,512	49°39'33,6097"N	2°26'36,7572"E	121

PROJET ÉOLIEN DE L'EPINETTE

IMPLANTATION DU PROJET



IV.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

IV.2.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AÉROGÉNÉRATEUR

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

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

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

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

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

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

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Ferrailage : environ 40 t Volume total : environ 416 m ³
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Hauteur : 110 à 114 m Couleur : blanc cassé (réglementaire) Porte d'accès en partie basse, verrouillage manuel avec détecteur de présence.
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	Hauteur : 3m Forme elliptique Couleur : blanc cassé (réglementaire)
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Nombre de pales : 3 Diamètre : 131 à 137 m Couleur : blanc cassé (réglementaire)
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Intégré au mât de chaque éolienne
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Bardage bois Hauteur : 3m24 Longueur : 8m85 Largeur : 2m73
Lignes et réseaux	Raccorder les éoliennes au poste de livraison et aux réseaux nationaux de distribution (électrique, télécom...)	Tracé identique que celui des pistes Câble souterrain triphasé type HN33S23 / 20 kV de 240 mm ²

IV.2.2. SÉCURITÉ DE L'INSTALLATION

Conformément à 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 seront conformes aux dispositions de la norme IEC 61 400-1. Conformément aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation, les aérogénérateurs subiront un contrôle technique.

L'installation sera mise à la terre et respectera les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010). Les opérations de maintenance incluront un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.

Les installations électriques à l'intérieur des aérogénérateurs respecteront les dispositions de la directive 2006/42/CE du parlement européen et du conseil du 17 mai 2006 relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE qui leur sont applicables.

Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur seront conformes aux normes NFC 15-100. Ces installations seront entretenues et maintenues en bon état et seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification. Ces interventions seront effectuées par du personnel du constructeur d'éoliennes dans le cadre de la garantie constructeur ou du personnel de l'équipe de maintenance du groupe VALECO.

La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 fixant la périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications.

Le balisage de l'installation sera conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.

Pour ce faire, la société Parc éolien de l'Épinette tient à disposition de l'inspection des installations classées l'ensemble des rapports de conformité aux normes précédemment citées.

Le site dispose en permanence d'une voie d'accès carrossable au moins pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours. Cet accès est entretenu.

Les abords de l'installation placés sous le contrôle de l'exploitant sont maintenus en bon état de propreté.

IV.2.3. OPÉRATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Un système de surveillance complet garantit la sécurité de l'éolienne. Toutes les fonctions pertinentes pour la sécurité (par exemple : vitesse du rotor, températures, charges, vibrations) sont surveillées par un système électronique et, en plus, par l'intervention à un niveau hiérarchique supérieur de capteurs mécaniques. L'éolienne est immédiatement arrêtée si l'un des capteurs détecte une anomalie sérieuse.

De manière générale, l'exploitant dispose d'un **manuel d'entretien** de l'installation dans lequel sont précisés la nature et les fréquences des opérations d'entretien. Il tient également à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

Le retour d'expérience de Valeco et des nombreuses éoliennes mises en service à travers le monde, l'analyse fonctionnelle des parcs éoliens et l'analyse des diverses défaillances ont permis de définir des plans de maintenance permettant d'optimiser la production électrique des éoliennes en minimisant les arrêts de production.

Une maintenance prédictive et préventive des éoliennes peut être mise en place. Celle-ci porte essentiellement sur l'analyse des huiles, l'analyse vibratoire des machines tournantes et l'analyse électrique des éoliennes.

La maintenance préventive des éoliennes a pour but de réduire les coûts d'interventions et d'immobilisation des éoliennes. En effet, grâce à la maintenance préventive, les arrêts de maintenance sont programmés et optimisés afin d'intervenir sur les pièces d'usure avant que n'intervienne une panne. Les arrêts de production d'énergie éolienne sont anticipés pour réduire leur durée et leurs coûts.

Une première inspection est prévue au bout de 3 mois de fonctionnement de l'éolienne envisagée, une liste des tâches de maintenance à effectuer est présentée ci-après.

	Composants	Opérations
Inspection des 3 mois	Base de l'éolienne	Vérification boulons Vérification des blocs de foudre et paratonnerre
	Pitch system	Vérification des boulons du cylindre principal et du bras de manivelle Vérification de la plaque de guidage extérieure Vérification des boulons de l'arbre terminal et des roulements
	Rotor	Vérification écrous Contrôle aléatoire des réservoirs de graisse pour la lubrification Tests de survitesse
	Pales	Vérification écrous et roulements Vérification s'il y a des fissures le long des pales Vérification des bandes paratonnerres
	Arbre principal	Vérification écrous
	Bras de couple	Vérification écrous Vérification fissures du bras de couple Vérification des amortisseurs caoutchoucs et des fissures des éléments en caoutchouc
	Multiplicateur	Vérification des bruits anormaux ou des vibrations lors du fonctionnement du multiplicateur Vérification du niveau d'huile Vérification des joints, de l'absence de fuite, etc. .. Vérification des fuites au niveau des points de lubrification
	Générateur	Vérification des câbles électriques dans le générateur Vérification de système Power Ring Slip
	Système de refroidissement par eau	Vérification des pompes à eau et des vannes Vérifications des tubes et des tuyaux Vérification écrous Vérification de la propreté de la surface de l'eau Vérification des marques et des absences de fissures Vérification du liquide de refroidissement dans le vase d'expansion
	Système hydraulique	Vérification des fuites dans la nacelle, dans l'arbre principal et dans le nez
	Engrenages	Vérification du niveau d'huile Vérification des écrous Vérification des roulements Vérification des fuites
	Nacelle	Vérification écrous Vérification fissures autour des raccords Vérification des points d'ancrage et des fissures autour de ceux-ci
	Tour	Vérification écrous et brides Vérification soudure des portes
	Extérieur	Vérification de la protection de surface Vérification des dommages externes Nettoyage des têtes de boulons et d'écrous, des raccords, etc..
Sécurité générale	Test des boutons d'arrêt d'urgence Test du système de freinage Test du capteur de vibration Test du disjoncteur Test des contrôleurs et des batteries Inspection visuelle des câbles Inspection du système de mise à la terre Tests de survitesse Inspection du transformateur	

Ces opérations de maintenance courante seront répétées lors de l'inspection des 6 mois puis tous les ans. D'autres opérations auront lieu en complément, elles sont présentées dans le tableau ci-après.

Enfin, une maintenance curative pour l'éolienne est prévue dès lors qu'un défaut a été identifié lors d'une analyse ou dès qu'un incident (foudroiement) a endommagé l'éolienne. Les techniciens de maintenance éolienne se charge alors de réparer et de remettre en fonctionnement les machines lors des pannes et assurent les reconnections aux réseaux.

	Composants	Opérations
Inspection des 6 mois et annuelles	Base de l'éolienne	Vérification des dommages
	Moyeu	Vérification des contrôleurs (PTS5)
	Pitch system	Test de chaque Pitch system Vérification des bagues de guidage pour vérins Vérification des roulements entre la bielle et la manivelle Lubrification des tourillons Vérification des pistons des vérins hydrauliques
	Rotor	Vérification des joints d'étanchéité Vérification des roulements et du jeu Lubrification des roulements Remplacement des réservoirs de graisse pour la lubrification
	Pales	Vérification écrous et roulements Vérification s'il y a des fissures le long des pales Vérification des bandes paratonnerres
	Arbre principal	Vérification et lubrification des roulements principaux Vérification des dommages au niveau des boulons de blocage du rotor
	Bras de couple	Vérification des boulons reliant le bras de couple et l'assiette de la nacelle Vérification des jeux au niveau des amortisseurs
	Multiplicateur	Inspection interne du multiplicateur (débris de métal, boues, dommages, rouille, ...) Changement d'huile et nettoyage du multiplicateur si nécessaire Vérification et remplacement (si nécessaire) des filtres à air Remplacement des tuyaux tous les 7 ans Contrôle des flux et de la pression tous les 4 ans
	Générateur	Vérification et lubrification des roulements
	Système de refroidissement par eau	Remplacement du liquide de refroidissement tous les 5 ans
	Système hydraulique	Vérification des niveaux d'huile et remplacement si nécessaire Changement des différents filtres Vérification de la pompe Vérification de la soupape de surpression Vérification de la pression dans le système de frein
	Engrenages	Vérification et ajustement du couple de freinage
	Nacelle	Vérification des capteurs de vent Changement des filtres à air Changement des batteries des contrôleurs
Tour	Changement des filtres de ventilation Maintenance de l'élévateur de personnes	

Ces contrôles feront l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspecteur des installations classées.

Les installations électriques extérieure et intérieure à l'aérogénérateur seront entretenues en bon état et seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation par une personne compétente (soit par du personnel du constructeur soit celui de l'exploitant le groupe VALECO).

D'une manière générale, les vérifications suivantes seront opérées :

- Les véhicules et matériels utilisés seront contrôlés périodiquement (révision, contrôle technique),
- Les installations électriques seront vérifiées et contrôlées annuellement conformément aux dispositions du Code du Travail,
- Le matériel incendie sera vérifié chaque année,
- Les équipements de protection individuelle et les équipements de travail seront contrôlés et remplacés si nécessaire.
- 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.

Ces divers contrôles et vérifications seront réalisés soit par un organisme agréé, soit par un contrôle interne et consignés sur des registres qui seront tenus à la disposition de l'administration (inspecteur du travail et inspecteur des installations classées).

IV.2.4. CONFORMITÉ DES LIAISONS ÉLECTRIQUES INTÉRIEURES AVEC LA RÉGLEMENTATION TECHNIQUE EN VIGUEUR

Le transport de l'énergie de chaque éolienne est réalisé à partir d'un câble de 20 kV souterrain. Une ligne enterrée de 20 kV permet la liaison de chaque éolienne entre elle jusqu'au poste de livraison. Les caractéristiques du réseau sont présentées ci-dessous :

- Conducteurs souterrains

- 1 - Type de câble : HTA
- 2 - Nature de l'âme des conducteurs : NFC 33.226 Aluminium
- 3 - Nombre et section des conducteurs : 3 x 240 mm
- 4 - Caractéristiques du câble : Caractéristiques U.T.E
- 5 - Profondeur de pose du câble : 1.10 m
- 6 – Protection : Grillage avertisseur

- Transformateurs

- 1 transformateur par éolienne, situé en pied de chaque aérogénérateur
20 000 V / 400 V – 2 500 KVA

- Poste de livraison

- 1 - Type de poste : Poste HTA 20 KVA
- 2 - Nature des matériaux : Béton
- 3 – Alignement : Au début du chemin d'accès
- 4 - Protection contre l'incendie : Détecteur d'incendie, extincteurs.

L'ensemble des liaisons électriques des éoliennes jusqu'au poste de livraison répondront à la réglementation technique en vigueur, notamment aux normes C13-100, C13-200 et C15-100 ainsi qu'au recueil UTE C18-530

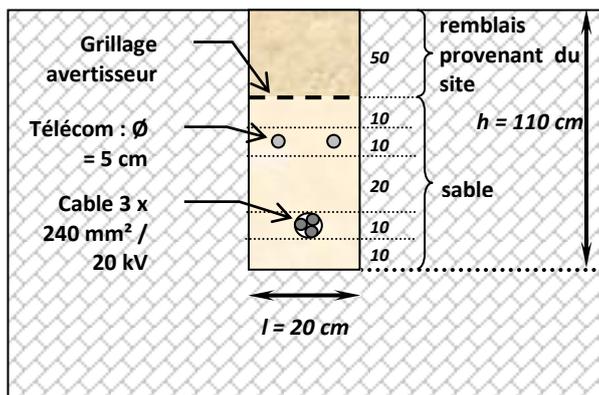
IV.2.5. STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

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

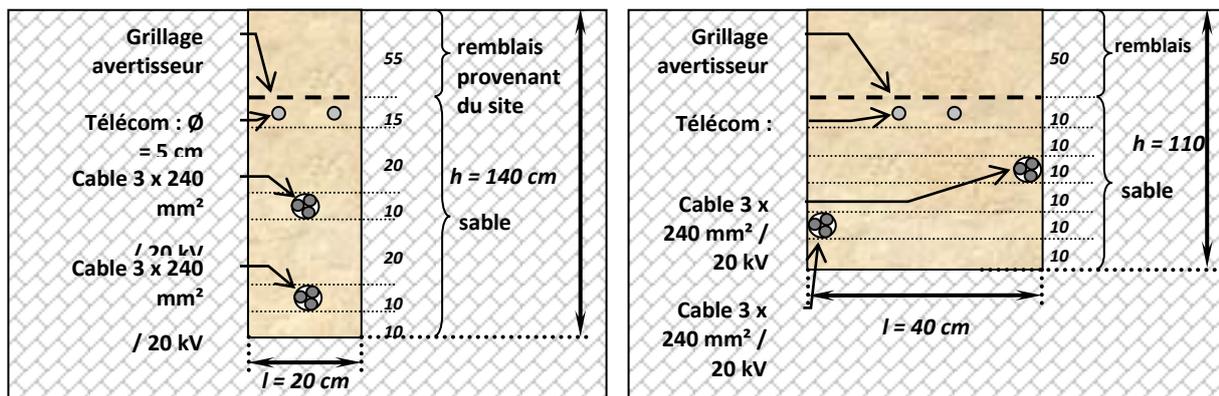
IV.3. FONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX DE L'INSTALLATION

Sur le site, le tracé des lignes électriques et téléphoniques qui relie chaque éolienne est le même que celui des pistes d'accès aux éoliennes.

Le câble ainsi que les fourreaux nécessaires au raccordement des lignes France Télécom (R.T.C, Numéris et télécommande) seront enfouis dans la même tranchée. Le traitement des tranchées est présenté sur la figure ci-dessous.



Tranchée simple câble



Tranchées double câble, type 1 et 2

Le raccordement au réseau sera réalisé depuis les postes de livraison 20 kV (20 000 volts) situés sur le parc éolien par la mise en place d'un câble souterrain triphasé type HN33S23 / 20 kV de 240 mm² de section par phase répondant à la recommandation technique permettant de l'intégrer au réseau électrique public.

Cet ouvrage fera l'objet d'une demande d'autorisation d'exécution spécifique et n'est donc pas concerné par la présente demande de permis de construire.

IV.3.1. RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

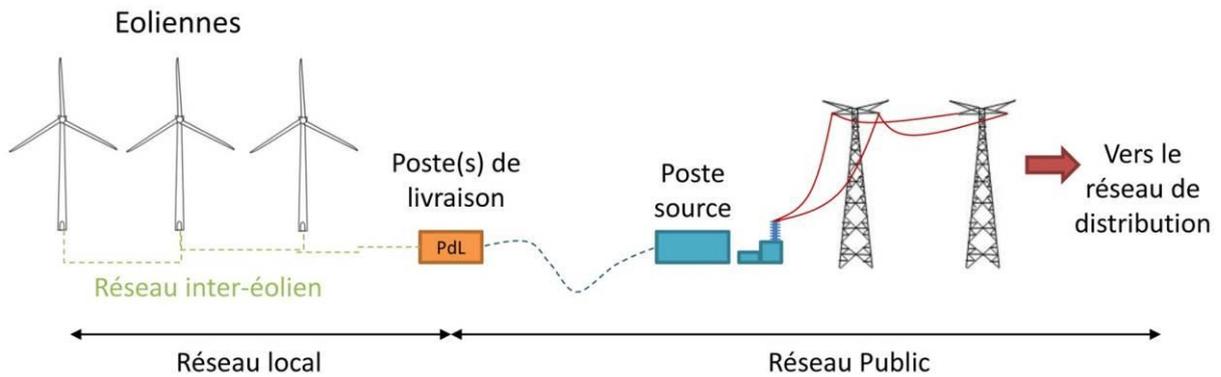


Figure 3 : Raccordement électrique des installations

❖ Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans la nacelle de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm. La carte ci-après permet de localiser le raccordement inter-éoliennes qui sera mis en place sur le parc éolien.

❖ 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. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

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

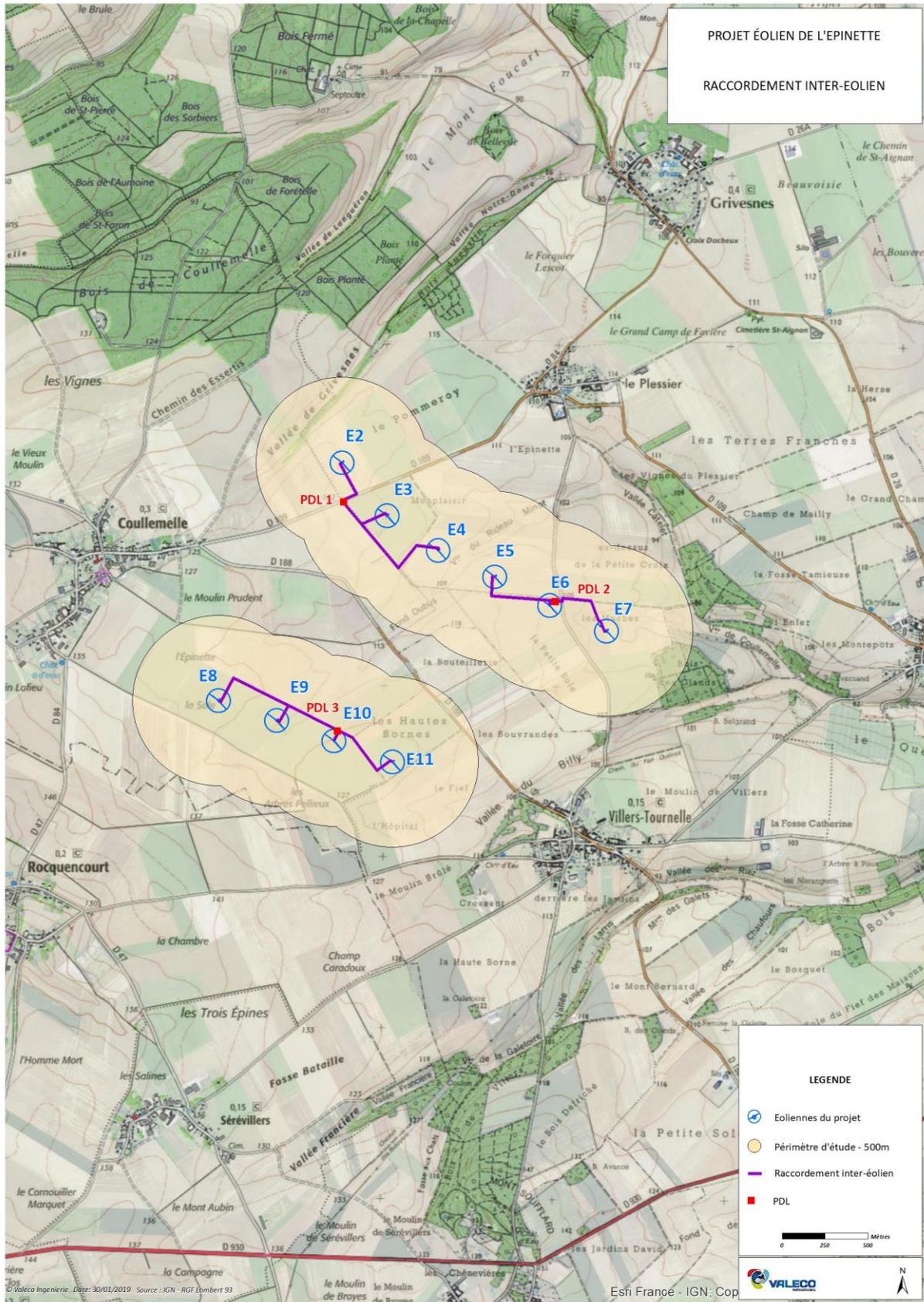
❖ Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ENEDIS). Il est lui aussi entièrement enterré. On peut émettre l'hypothèse que le Parc éolien de l'Épinette sera raccordé au poste d'Hangest en Santerre. Ce poste doit être créé au S3REnR PICARDIE. Sa commune d'implantation n'est pas encore définie précisément. Il faut noter que la solution de raccordement définitive ne sera connue que lorsque la proposition technique et financière sera effectuée. L'étude de ce tracé relève des compétences du gestionnaire de réseau qui lancera la procédure à l'issue de l'instruction du permis de construire du parc.

IV.3.2. AUTRES RÉSEAUX

Le Parc éolien de l'Épinette ne comporte aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

PROJET ÉOLIEN DE L'ÉPINETTE
RACCORDEMENT INTER-ÉOLIEN



V. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

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

V.1. POTENTIELS DE DANGERS 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 de l'Épinette sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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

Les produits mis en œuvre dans l'éolienne sont principalement des dégriffants, des freins filets, des graisses, des huiles, des nettoyants, de la peinture, du silicone. Pour plus de précisions, le lecteur pourra se référer à l'étude de dangers.

Les produits chimiques pouvant être utilisés peuvent être dangereux en raison de leur incompatibilité ou de leurs propriétés (toxicité, inflammabilité, température d'emploi).

Les risques inhérents à ces aspects pour le personnel sont :

- des brûlures chimiques (projections de produits caustiques),
- une intoxication.

Pour se prévenir de ces risques, tous les récipients contenant des matières premières seront étiquetés et le personnel intervenant sera sensibilisé aux points suivants :

- Les dangers présentés par les produits,
- Les opérations de manipulation de produits,
- Le comportement à tenir en cas d'incident ou d'accident.

Les fiches de données de sécurité des produits sont portées à la connaissance des personnes les manipulant et toujours disponibles.

V.2. POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du Parc éolien de l'Épinette sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

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

V.3. RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS À LA SOURCE

V.3.1. PRINCIPALES ACTIONS PRÉVENTIVES

En ce qui concerne les potentiels de dangers internes aux équipements associés au projet :

Les équipements et installations présentes ont été optimisés de façon à réduire au mieux les potentiels de danger dans des conditions technico économiquement acceptables.

- *Pour l'équipement en lui-même* : les éoliennes installées pour le site de l'Épinette seront des machines de dernière technologie limitant ainsi le risque d'incident.
- *Pour les pales* : le projet intègre uniquement des éoliennes tripales, permettant ainsi de limiter les vibrations et la fatigue du rotor.
- *Substitution des produits utilisés* : les huiles et lubrifiants utilisés sont des produits de base des installations de réparation et de maintenance qui ne peuvent être remplacés.
- *Pour les zones de manipulation de produits dangereux* : afin de limiter la pollution des sols et du sous-sol lors d'un déversement accidentel, la zone de fondation est bétonnée. Une aire étanche d'alimentation en carburant est prévue lors du chantier. Cette aire sera utilisée aussi pour les éventuelles opérations de maintenance du matériel de construction et lavage. De plus, les personnes en charge de la maintenance et de l'entretien possèdent une instruction technique relative aux opérations réalisées.
- *Autres* : une attention particulière est portée sur la prévention des sources d'inflammation possibles (cigarette, portable...) et les travaux à points chauds font l'objet de mesures spécifiques, « le permis feux », qui est associé à un ensemble de mesure permettant de prévenir le risque d'inflammation (surveillance permanente et extincteur à proximité).

En ce qui concerne les potentiels de dangers extérieurs au site :

- *Pour la foudre* : il n'est pas possible d'agir pour supprimer ou diminuer le nombre d'impacts de foudre. Une protection contre la foudre est installée sur les éoliennes. Toutes les éoliennes seront équipées d'un système de protection contre la foudre qui répond à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400. De plus, les matériaux constituant la pale sont des matériaux synthétiques (résine et fibre de verre) mauvais conducteurs électriques et donc ne facilitant pas l'écoulement des charges en cas de coup de foudre.
- *Pour le transport de matières dangereuses* : aucune matière dangereuse n'est utilisée pour le fonctionnement d'une éolienne.

V.3.2. UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

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

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

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

VI. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

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

VI.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le Parc éolien de l'Épinette. 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). Le tableau présent en Annexe 2 reprend également les accidents recensés de 2012 à 2016.

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

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

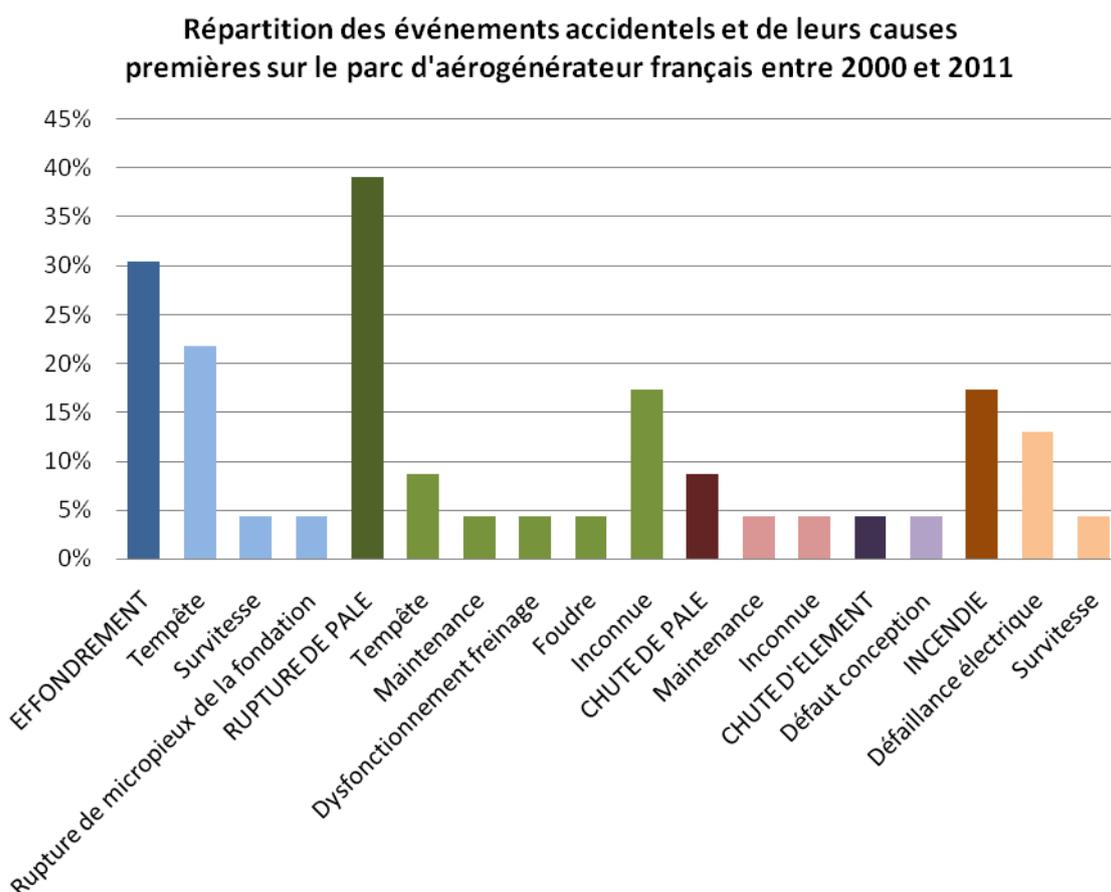
Dans le cadre de ce recensement, il n'a pas été réalisé d'enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d'incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

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

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

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

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



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

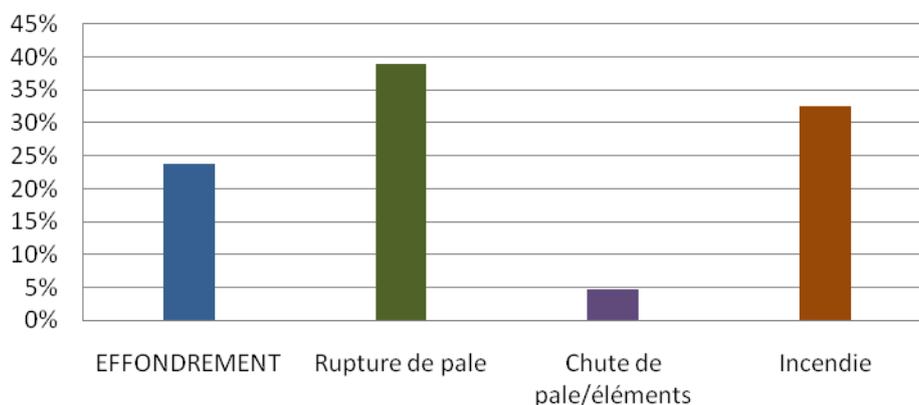
VI.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS À L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010. Un inventaire plus récent reprenant les accidents depuis 2012 est présent en Annexe 2.

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

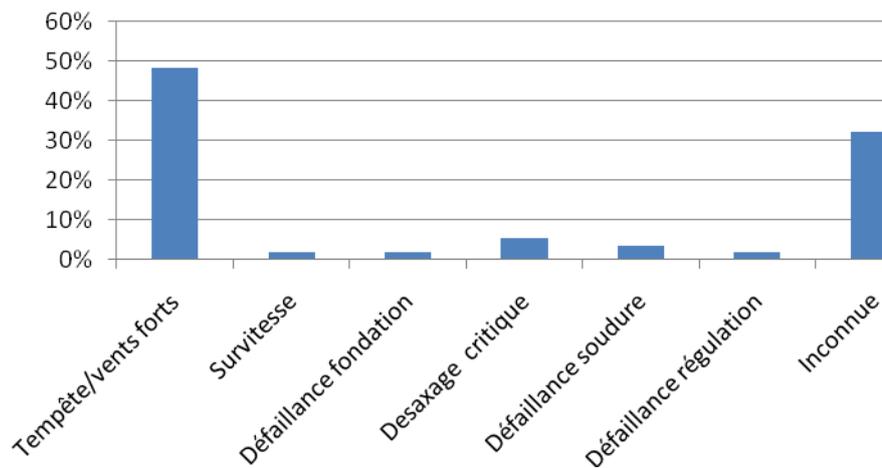
Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.

**Répartition des événements accidentels dans le monde
entre 2000 et 2011**

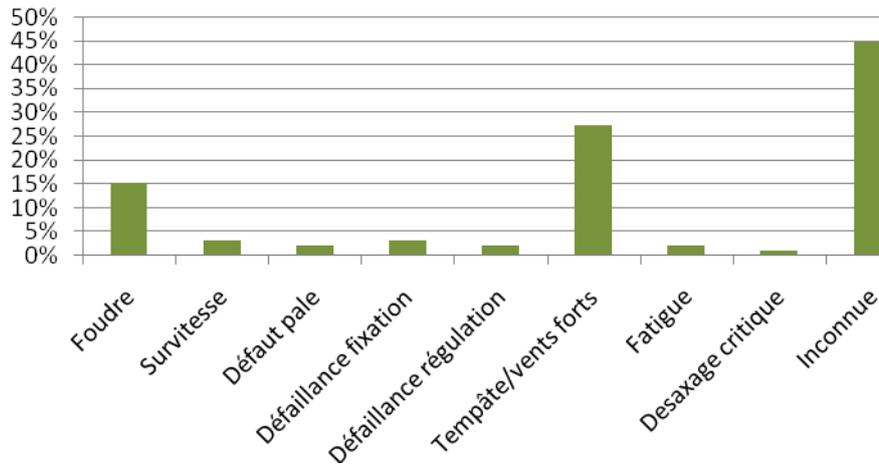


Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés).

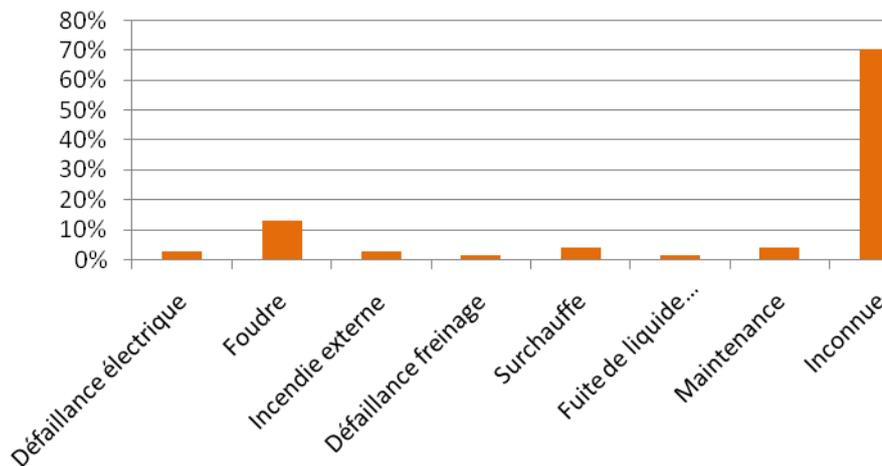
Répartition des causes premières d'effondrement



Répartition des causes premières de rupture de pale



Répartition des causes premières d'incendie



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

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

A ce jour, aucun incident ou accident n'est survenu sur les sites de Valeco Ingénierie, exploitant du Parc éolien de l'Épinette.

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

VI.4.1. ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

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

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

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

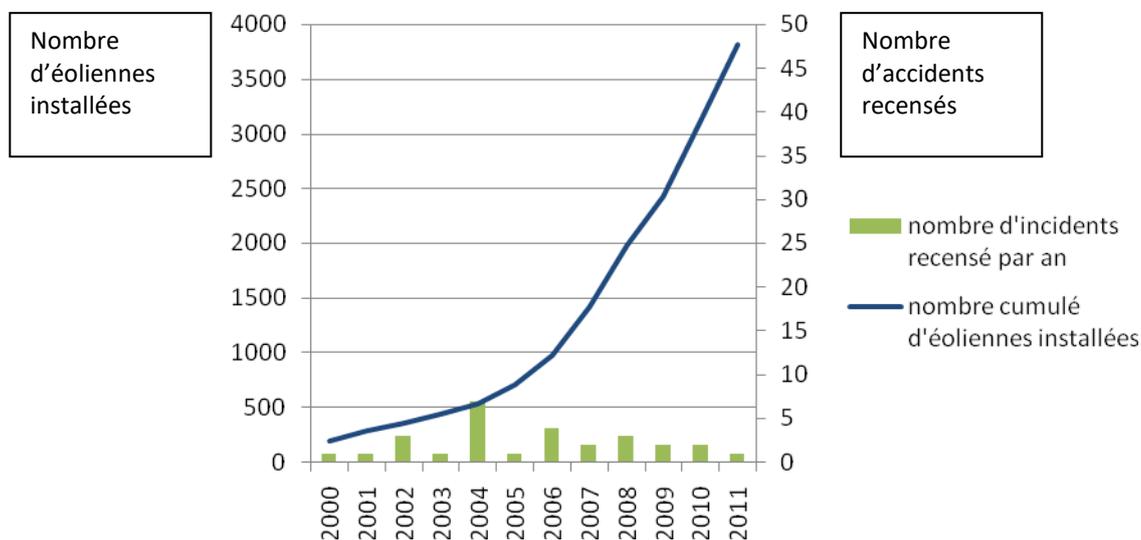


Figure 4 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées
On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'accident reste relativement constant

VI.4.2. ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FRÉQUENTS

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

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

VI.5. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

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

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

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

VII. ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

VII.1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

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

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

VII.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.

VII.3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

VII.3.1. AGRESSION EXTERNES LIÉES AUX ACTIVITÉS HUMAINES

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

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes	
					E3	Autres
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	180 m	Hors périmètre
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Hors périmètre	
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Hors périmètre	
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Hors périmètre	

VII.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	D'après les données locales de Météo France le régime de vent dominant est composé de vents de sud-ouest. La station de Beauvais-Tillé enregistre, sur la période 2000-2009, une vitesse de vent moyenné sur 10 minutes de 14,1 m/s. La zone d'implantation n'est pas concernée par les phénomènes météorologiques des zones tropicales.
Foudre	Eoliennes équipées d'un système de mise à la terre et respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010)
Glissement de sols/ affaissement miniers	mouvements de terrain recensés sur la zone d'étude

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 ci-après.

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

VII.4. SCÉNARIOS ÉTUDIÉS DANS L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

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

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

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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
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
I08	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Impact avec le mât de l'éolienne	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Protection et intervention incendie (N°7)	Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop 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)	Projection/chute fragments et chute mât	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
				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)		
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

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

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

VII.5. EFFETS DOMINOS

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

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

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

Concernant les installations situées à moins de 150m des éoliennes (hauteur totale des installations), il n'y en a pas ; aucun effet n'est à prévoir.

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

VII.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 de l'Épinette. Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

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

Remarque: Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme « NA » (Non Applicable).

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

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

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes. Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement.		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	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 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		

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. Un contrôle est réalisé un an après la mise en service du parc.		

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	Formation et mise en situation du personnel		
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	Test 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 des niveaux d'huile et remplacement si nécessaire Changement des différents filtres		

	Vérification de la pompe Vérification de la soupape de surpression Vérification de la pression dans le système de frein Vérification et ajustement du couple de freinage
--	---

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

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

Concernant les éventuelles défaillances de l'instrumentation mise en place dans le cadre des mesures de sécurité (sondes de températures, anémomètres, vitesse du rotor...), la principale mesure de prévention mise en place est la redondance de ces éléments (doublage de chaque instrument) afin que le contrôle des différents éléments puisse continuer malgré la défaillance d'un instrument.

Par ailleurs, ces instruments étant reliés au système de surveillance, une éventuelle défaillance sera détectée immédiatement et l'instrument défaillant sera réparé ou remplacé.

Enfin, selon une périodicité de 3 mois durant l'inspection de chaque éolienne, ces instruments sont inspectés et tout instrument présentant des signes de fatigue sera remplacé.

VII.7. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

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

Nom du 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.
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.

Nom du scénario exclu	Justification
Infiltration d'huile dans le sol	<p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.</p> <p>Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.</p>

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

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

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

VIII. ETUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus à l'issue de l'analyse préliminaire des risques en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation. Elle a été faite en utilisant les données d'une éolienne fictive en reprenant les dimensions les plus élevées des différents modèles d'éoliennes. Les calculs ont donc été faits pour une éolienne qui possède une hauteur de mât de 114m et un diamètre de rotor de 137m. Ce qui donne une hauteur totale de 182,5m.

Pour rappel la hauteur totale des différents types d'éoliennes mentionnées ne dépasse pas les 180m. Nous garderons donc cette hauteur totale pour les calculs.

VIII.1. RAPPEL DES DÉFINITIONS

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

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

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

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

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

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

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

VIII.1.1. 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.

VIII.1.2. INTENSITÉ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VIII.1.3. GRAVITÉ

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

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

VIII.1.4. PROBABILITÉ

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

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

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

- 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.

VIII.2. CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS RETENUS

VIII.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 de l'éolienne en bout de pale, soit 180 m dans le cas des éoliennes du parc de l'Épinette.

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

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du Parc éolien de l'Épinette. R est la longueur de pale (R= 68.5m), H la hauteur du mât (H= 114m), LB la base de largeur de la pale (LB=3m) et L la largeur du mât (L= 4,3 m).

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
$= (H) \times L + 3 \times R \times LB/2$ Pour R = 68.5m, H= 114m, LB=3m et L= 4,3m La zone d'impact est de 798.45 m ²	$=\pi \times (H+R)^2$ La zone d'effet est de 101788 m ²	$=\text{zone d'impact}/\text{zone d'effet}$ 0.8% (x<1%)	exposition modérée

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

❖ Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

- Plus de 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 »

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)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E2	< 10 personnes	Sérieuse
E3	< 10 personnes	Sérieuse
E4	< 10 personnes	Sérieuse
E5	< 10 personnes	Sérieuse
E6	< 10 personnes	Sérieuse
E7	< 10 personnes	Sérieuse
E8	< 10 personnes	Sérieuse
E9	< 10 personnes	Sérieuse
E10	< 10 personnes	Sérieuse
E11	< 10 personnes	Sérieuse

Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude a été calculé de la manière suivante :

Eoliennes 2 à 11 :

La zone d'étude $S = \pi \cdot R^2$, R (Rayon autour de l'éolienne) = 180 m, correspond à des terrains aménagés mais peu fréquentés : 1 pers/10 ha soit 1.02 personne.

❖ Probabilité

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

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

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'expérience¹, soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

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

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

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

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

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

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

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

¹ 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.

❖ Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de l'Épinette, 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)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
E2	Sérieuse	Acceptable
E3	Sérieuse	Acceptable
E4	Sérieuse	Acceptable
E5	Sérieuse	Acceptable
E6	Sérieuse	Acceptable
E7	Sérieuse	Acceptable
E8	Sérieuse	Acceptable
E9	Sérieuse	Acceptable
E10	Sérieuse	Acceptable
E11	Sérieuse	Acceptable

Ainsi, pour le Parc éolien de l'Épinette, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII.2.2. CHUTE DE GLACE

❖ Considérations générales

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

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

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

❖ Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le Parc éolien de l'Épinette, la zone d'effet à donc un rayon de 58.5 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du Parc éolien de l'Épinette. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est la longueur de pale ($R= 68.5\text{m}$), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG= 1 \text{ m}^2$).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 =$ zone de survol)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$ 1	$Z_E = \pi \times R^2$ 14 741.1	$d = Z_I / Z_E$ 0.0068 ($< 1 \%$)	exposition modérée

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

❖ Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré »

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 =$ zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E2	< 1 personne	Modérée
E3	< 1 personne	Modérée
E4	< 1 personne	Modérée
E5	< 1 personne	Modérée
E6	< 1 personnes	Modérée
E7	< 1 personnes	Modérée
E8	< 1 personnes	Modérée
E9	< 1 personnes	Modérée
E10	< 1 personnes	Modérée

E11	< 1 personnes	Modérée
-----	---------------	----------------

Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude a été calculé de la manière suivante
 La zone d'étude $S = \pi * R^2$, $R = 68.5m$, correspond à des terrains aménagés mais peu fréquentés : 1 pers/10 ha
 soit 0.15 personne

❖ **Probabilité**

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

❖ **Acceptabilité**

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de l'Épinette, 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)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable
E9	Modérée	Acceptable
E10	Modérée	Acceptable
E11	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le Parc éolien de l'Épinette, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

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

VIII.2.3. CHUTE D'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 de l'Épinette. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R= 68.5m$) et LB la largeur de la base de la pale ($LB= 3m$).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 =$ zone de survol)			
<i>Zone d'impact en m^2</i>	<i>Zone d'effet du phénomène étudié en m^2</i>	<i>Degré d'exposition du phénomène étudié en %</i>	<i>Intensité</i>
$Z_I = R \cdot LB / 2$ 102.75	$Z_E = \pi \times R^2$ 14741.1	$d = Z_I / Z_E$ 0.7 ($x < 1\%$)	exposition modérée

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

❖ **Gravité**

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, 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 »
- Au plus 1 personne exposée → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 =$ zone de survol)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
E2	< 1 personne	Modérée
E3	< 1 personne	Modérée
E4	< 1 personne	Modérée
E5	< 1 personne	Modérée
E6	< 1 personnes	Modérée
E7	< 1 personnes	Modérée
E8	< 1 personnes	Modérée
E9	< 1 personnes	Modérée
E10	< 1 personnes	Modérée

E11	< 1 personnes	Modérée
-----	---------------	---------

Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude a été calculé de la manière suivante
 La zone d'étude $S = \pi \cdot R^2$, $R = 68.5m$, correspond à des terrains aménagés mais peu fréquentés : 1 pers/10 ha
 soit 0.15 personnes

❖ **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 » : « *Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité* ».

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

❖ **Acceptabilité**

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2$ = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable
E9	Modérée	Acceptable
E10	Modérée	Acceptable
E11	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le Parc éolien de l'Epinette, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII.2.4. PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

❖ **Zone d'effet**

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 mètres par rapport au

mât de l'éolienne. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent des distances d'effet inférieures.

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

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

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

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du Parc éolien de l'Épinette. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R= 68.5m$) et LB la largeur de la base de la pale ($LB= 3m$).

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
$Z_I=R*LB/2$ 102.75	$Z_E= \pi \times 500^2$ 785 398	0.01 (< 1 %)	exposition modérée

❖ Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe VIII.1.3., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

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

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

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E2	< 10 personne	Sérieuse
E3	< 10 personne	Sérieuse
E4	< 10 personne	Sérieuse
E5	< 10 personne	Sérieuse
E6	< 10 personne	Sérieuse
E7	< 10 personne	Sérieuse
E8	< 10 personne	Sérieuse
E9	< 10 personne	Sérieuse
E10	< 10 personne	Sérieuse
E11	< 10 personne	Sérieuse

Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude a été calculé de la manière suivante :

La zone d'étude $S = \pi \cdot R^2$, $R = 500$ m, correspond à des terrains aménagés mais peu fréquentés : 1 pers/10 ha soit 7.85 personnes

❖ 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 assesment 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 » : « *Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité* ».

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

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

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

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

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

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

❖ **Acceptabilité**

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de l'Épinette, 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)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
E2	Sérieuse	Acceptable
E3	Sérieuse	Acceptable
E4	Sérieuse	Acceptable
E5	Sérieuse	Acceptable
E6	Sérieuse	Acceptable
E7	Sérieuse	Acceptable
E8	Sérieuse	Acceptable
E9	Sérieuse	Acceptable
E10	Sérieuse	Acceptable
E11	Sérieuse	Acceptable

Ainsi, pour le Parc éolien de l'Épinette, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII.2.5. PROJECTION DE GLACE

❖ **Zone d'effet**

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

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

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

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.

Dans le cas du Parc éolien de l'Épinette, les éoliennes seront équipées d'un système d'arrêt en cas de givre et de glace ce qui permettra de supprimer ce risque. Toutefois ce scénario sera quand même étudié dans le présent paragraphe.

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du Parc éolien de l'Épinette. d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R=68.5\text{m}$), H la hauteur au moyeu ($H=114\text{m}$), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = SG$ 1	$Z_E = \pi \times 1,5 \times (H+2R)^2$ 235 428	(< 1 %)	Exposition modérée

❖ Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe VIII.1.3., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

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

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

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R) = 318m$ autour de l'éolienne)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
E2	< 10 personne	Sérieuse
E3	< 10 personne	Sérieuse
E4	< 10 personne	Sérieuse
E5	< 10 personne	Sérieuse
E6	< 10 personne	Sérieuse
E7	< 10 personne	Sérieuse
E8	< 10 personne	Sérieuse
E9	< 10 personne	Sérieuse
E10	< 10 personne	Sérieuse
E11	< 10 personne	Sérieuse

Le nombre de personnes permanentes au sein de la zone d'étude a été calculé de la manière suivante :

La zone d'étude $S = \pi \cdot R^2$, $R = 270$ m, correspond à des terrains aménagés mais peu fréquentés : 1 pers/10 ha soit 2.3 personnes

❖ 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 de l'Épinette, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
E2	Sérieuse	Acceptable
E3	Sérieuse	Acceptable

E4	Sérieuse	Acceptable
E5	Sérieuse	Acceptable
E6	Sérieuse	Acceptable
E7	Sérieuse	Acceptable
E8	Sérieuse	Acceptable
E9	Sérieuse	Acceptable
E10	Sérieuse	Acceptable
E11	Sérieuse	Acceptable

Ainsi, pour le Parc éolien de l'Épinette, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

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

VIII.3.1. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

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

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	exposition modérée	D	Importante
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	C	Modérée
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	A	Modérée
Projection de pale ou de fragments	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Sérieuse
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	B	Sérieuse

VIII.3.2. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

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

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

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		E			
Sérieux		PP		PG	
Modéré			CE		CG

Légende de la matrice

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

Signification des abréviations

E = effondrement de l'éolienne
 CE = chute d'élément
 CG = chute de glace
 PP = projection de pales ou de fragments
 PG = projection de glace

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- Trois accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 sont mises en place.

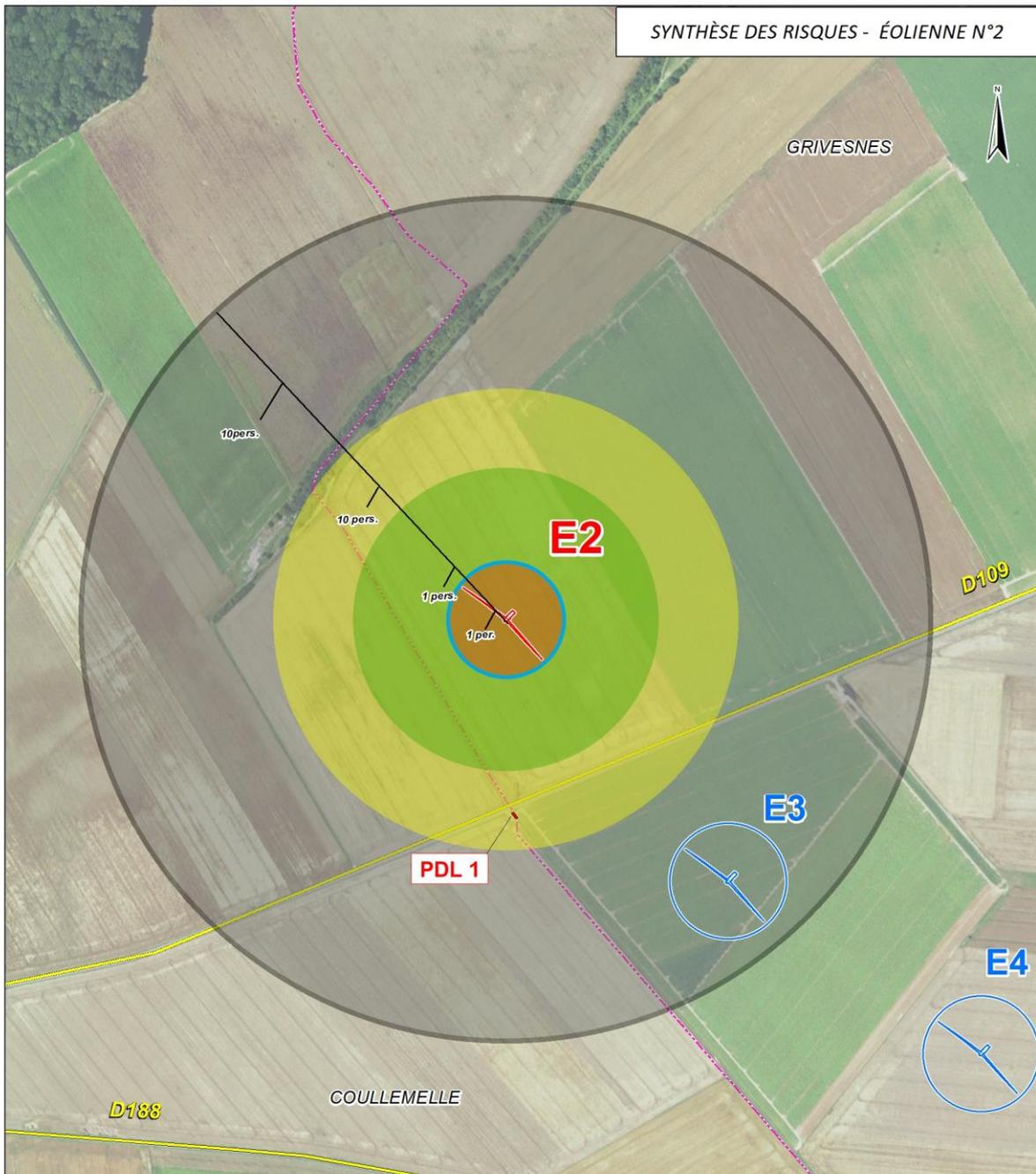
Par conséquent, les 10 éoliennes du projet de l'Épinette présentent des risques qui sont qualifiés d'acceptables.

VIII.3.3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

Une carte de synthèse des risques est proposée pour chaque aérogénérateur. Elle fait apparaître, pour les scénarios détaillés dans le tableau de synthèse :

- les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques
- le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°2



Légende

Projet :

- Éolienne n°2
- Éoliennes du projet

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

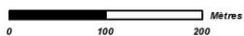
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

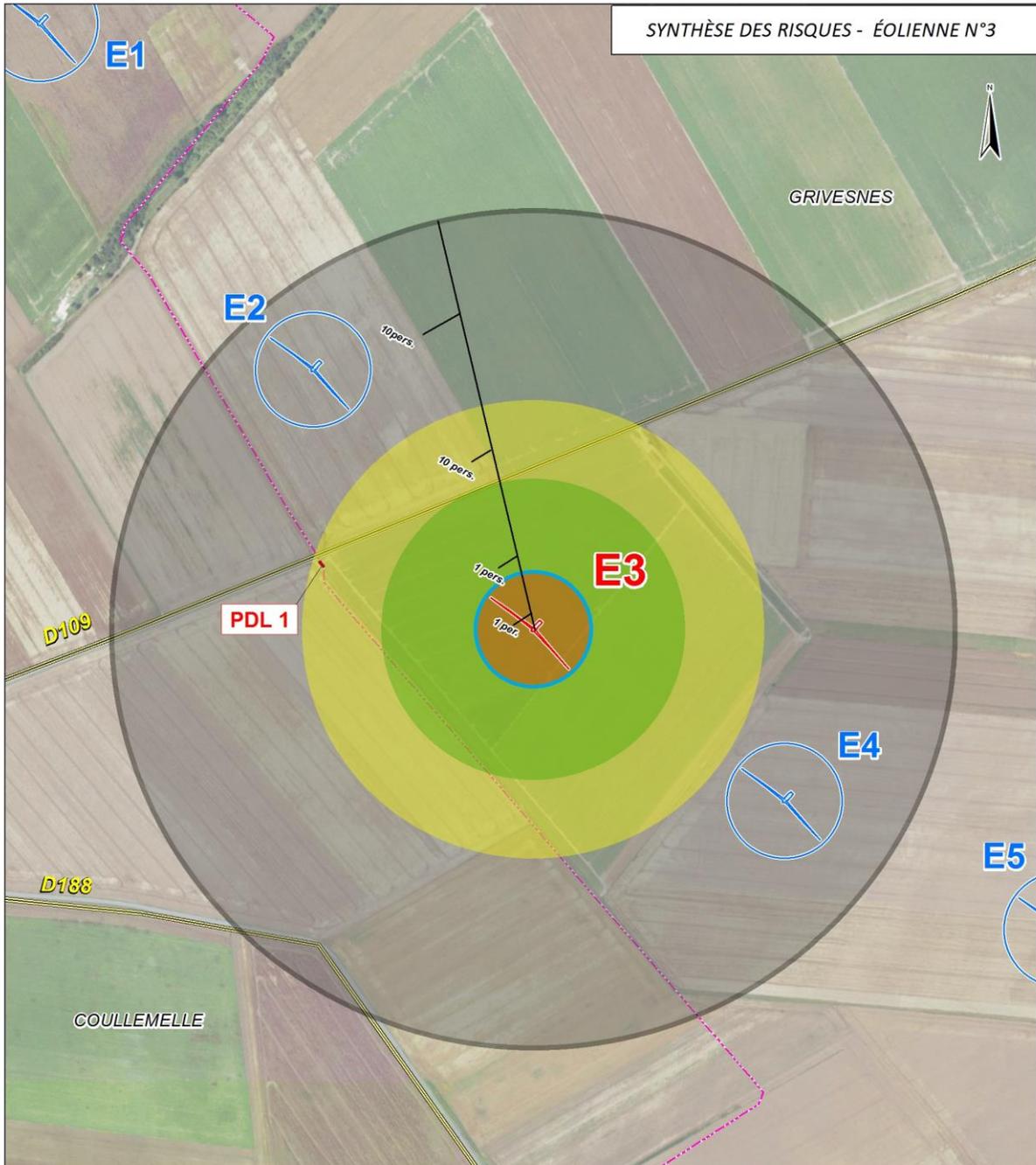
	Risque	Risque
	TRÈS FAIBLE	FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éfondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 15/11/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°3



Légende

Projet :

- Éolienne n°3
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison
- Limites administratives :**
- Limites communales

Environnement :

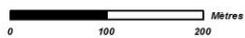
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

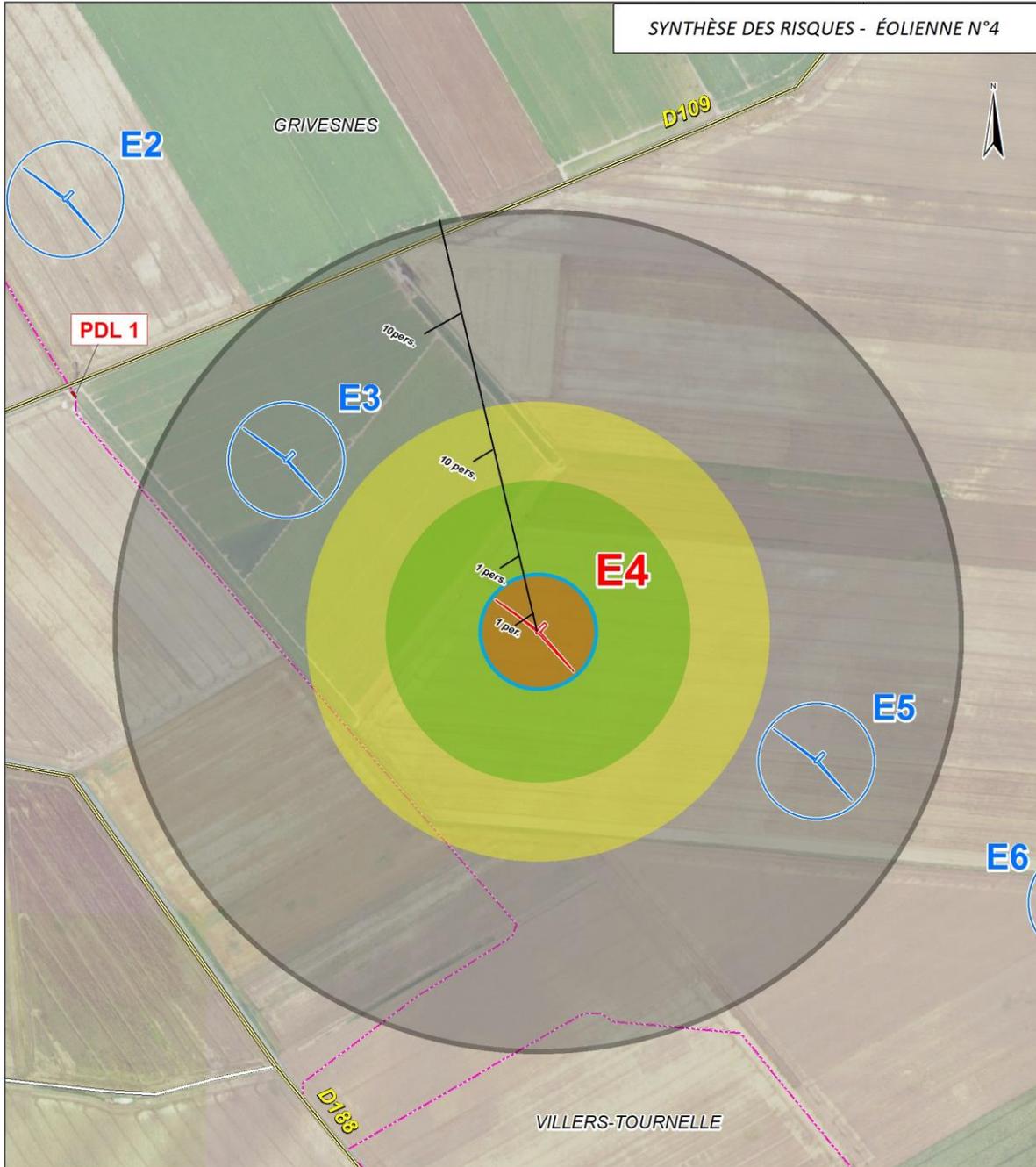
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°4



Légende

Projet :

-  Éolienne n°4
-  Éoliennes du projet
-  Poste de livraison

Limites administratives :

-  Limites communales

Environnement :

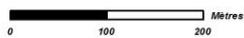
-  Routes départementales
-  Routes communales

Personnes permanentes exposées :

-  10 pers.
-  10 pers.
-  1 pers.
-  1 pers.

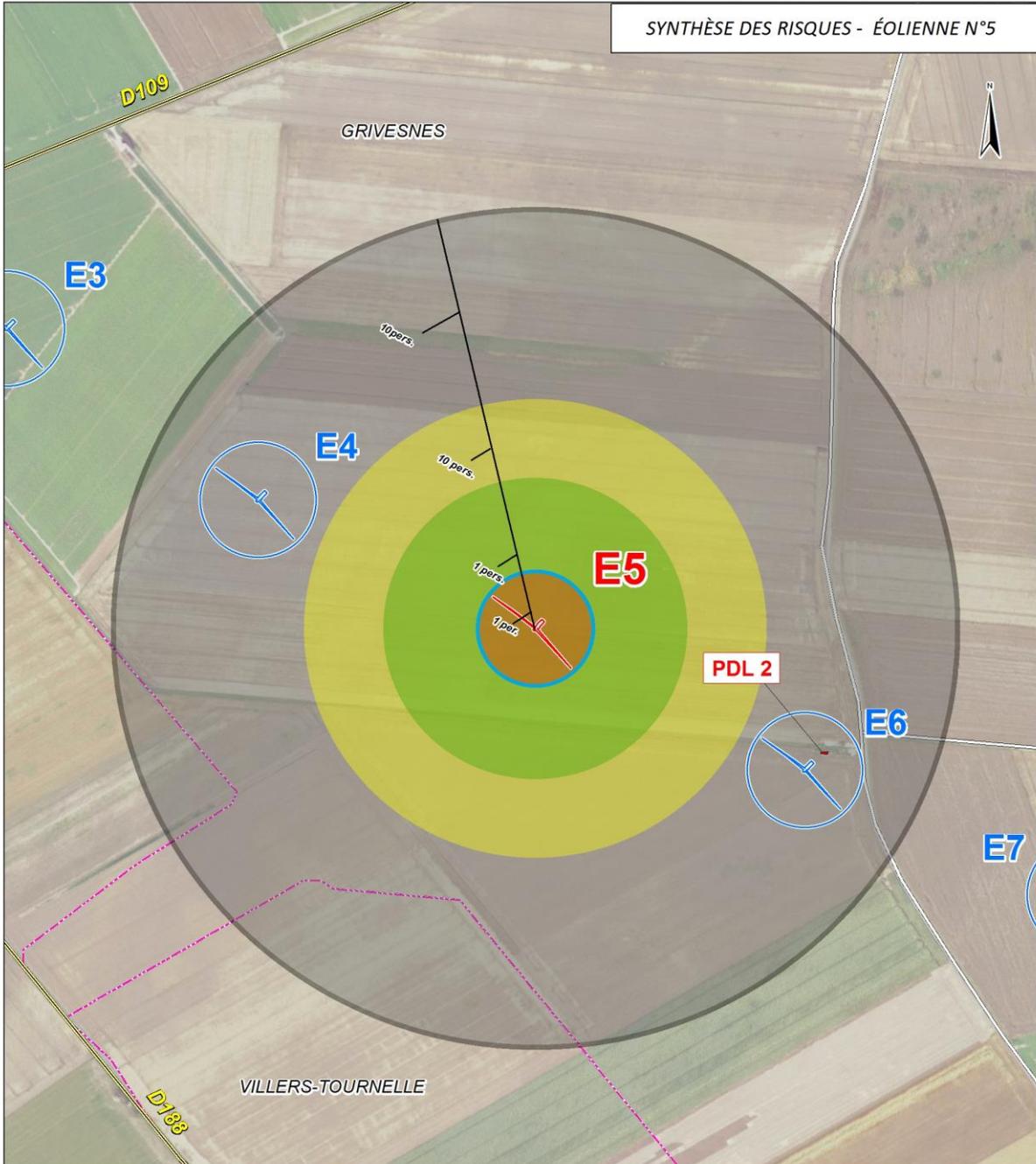
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	 Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	 Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTÉ	 Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIÉUX	 Projection de pales (rayon de 500 m)	 Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°5



Légende

Projet :

- Éolienne n°5
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison
- Limites administratives :**
- Limites communales

Environnement :

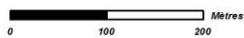
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

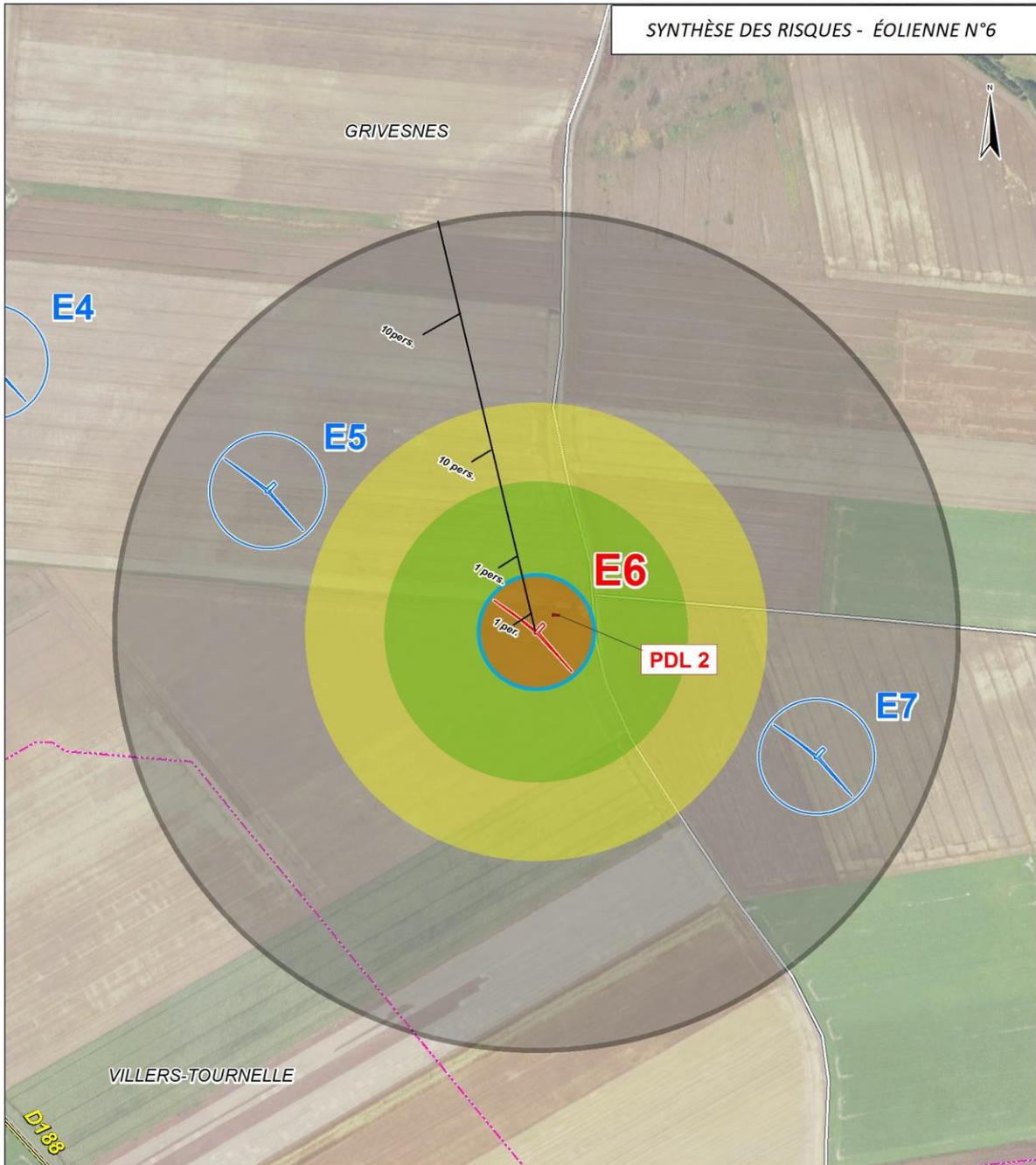
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°6



Légende

Projet :

-  Éolienne n°6
-  Éoliennes du projet
-  Poste de livraison

Limites administratives :

-  Limites communales

Environnement :

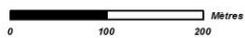
-  Routes départementales
-  Routes communales

Personnes permanentes exposées :

-  10 pers.
-  10 pers.
-  1 pers.
-  1 pers.

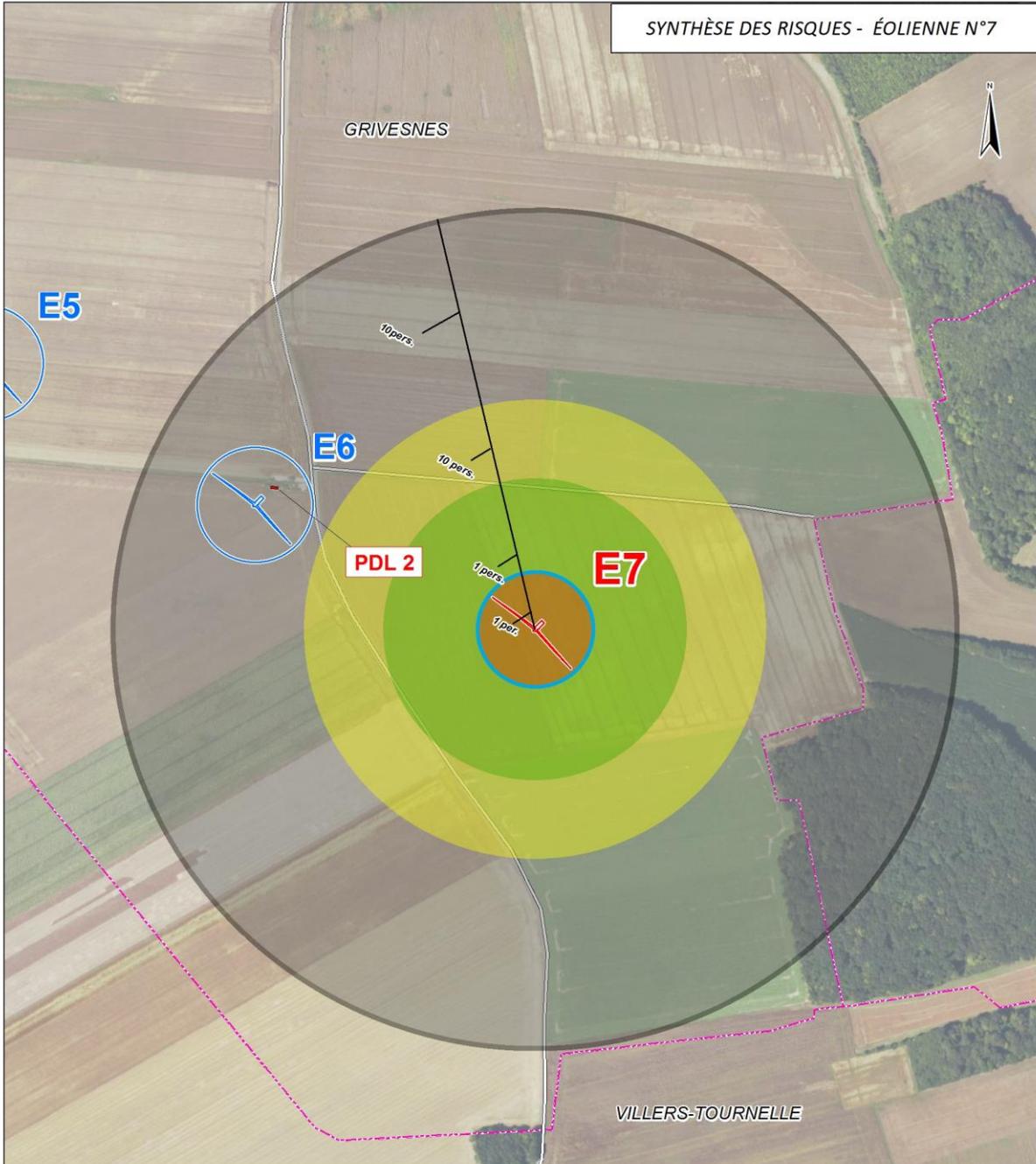
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	 Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	 Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	 Éfondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	 Projection de pales (rayon de 500 m)	 Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°7



Légende

Projet :

- Éolienne n°7
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

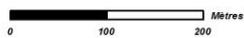
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

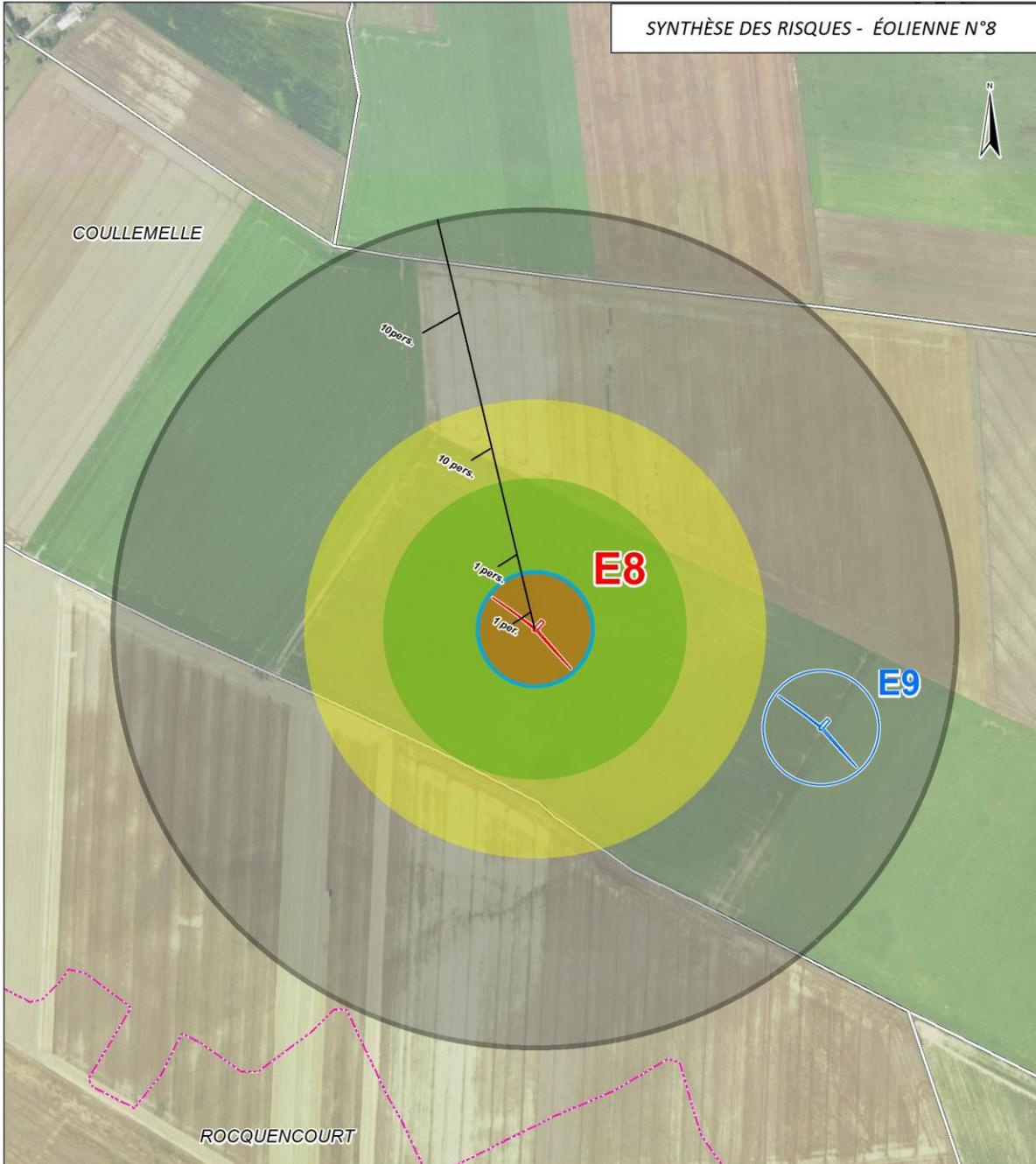
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éfondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°8



Légende

Projet :

- Éolienne n°8
- Éoliennes du projet

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

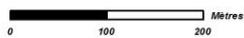
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

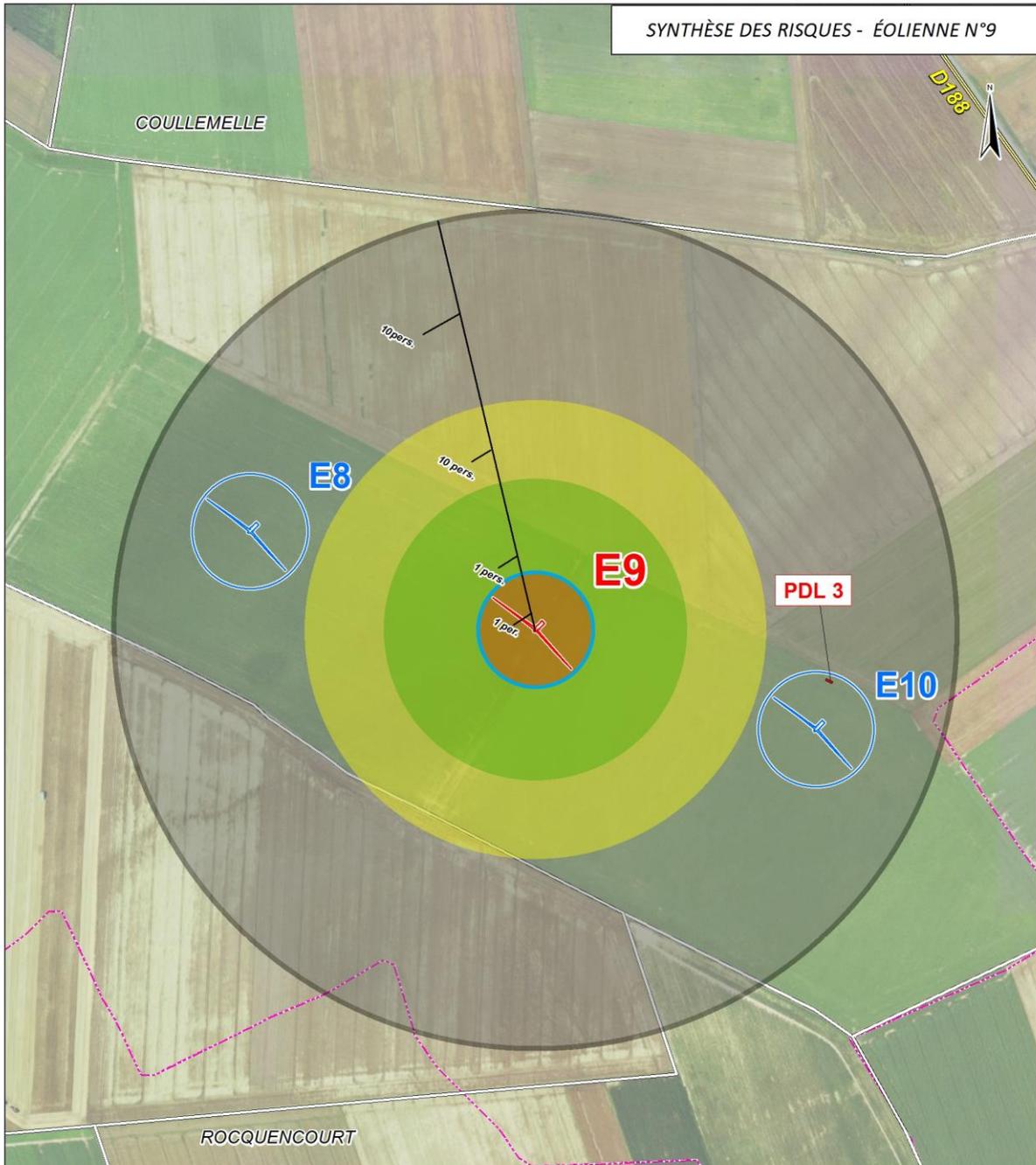
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°9



Légende

Projet :

- Éolienne n°9
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

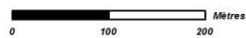
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

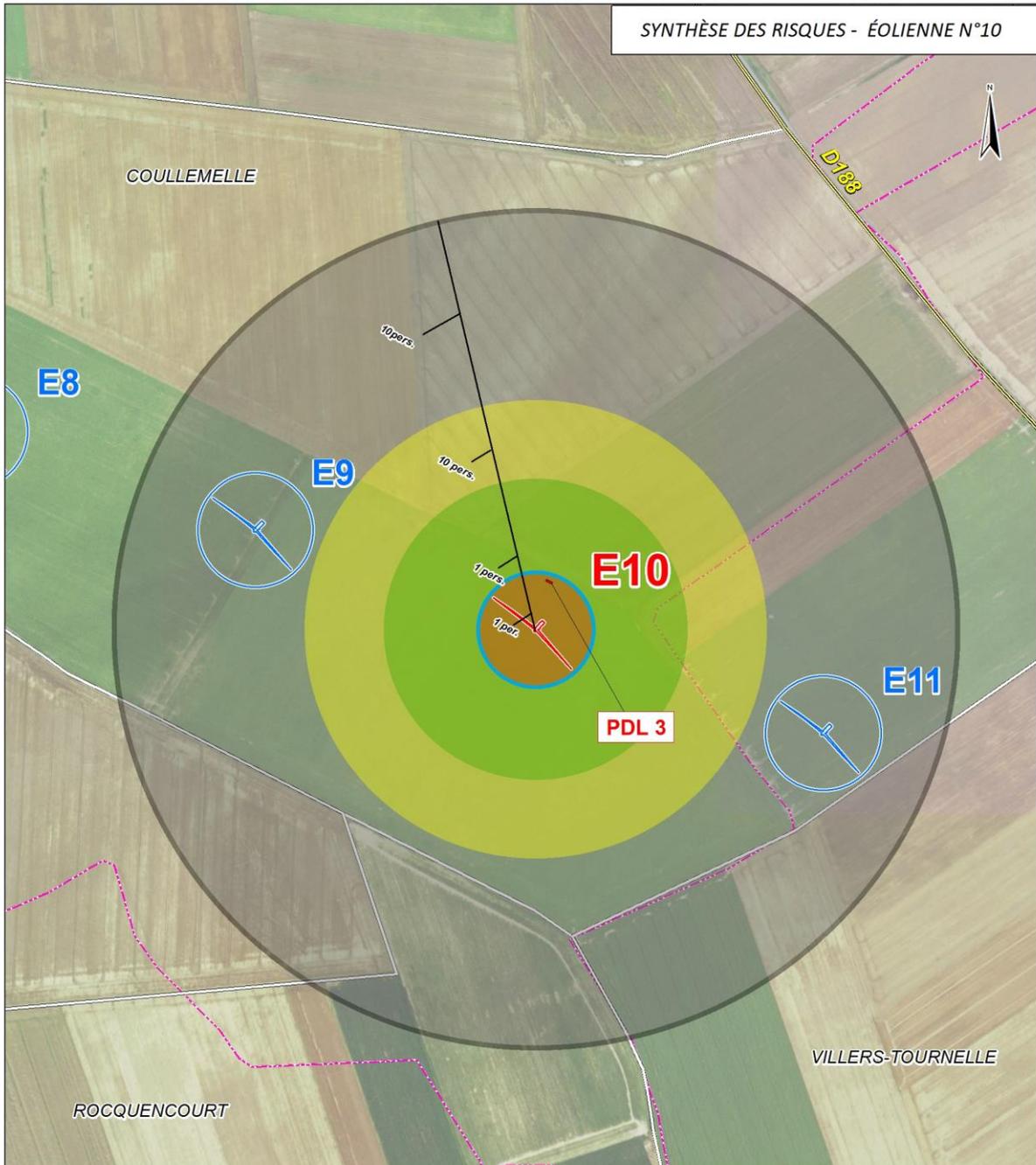
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°10



Légende

Projet :

- Éolienne n°10
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

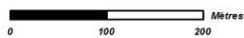
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

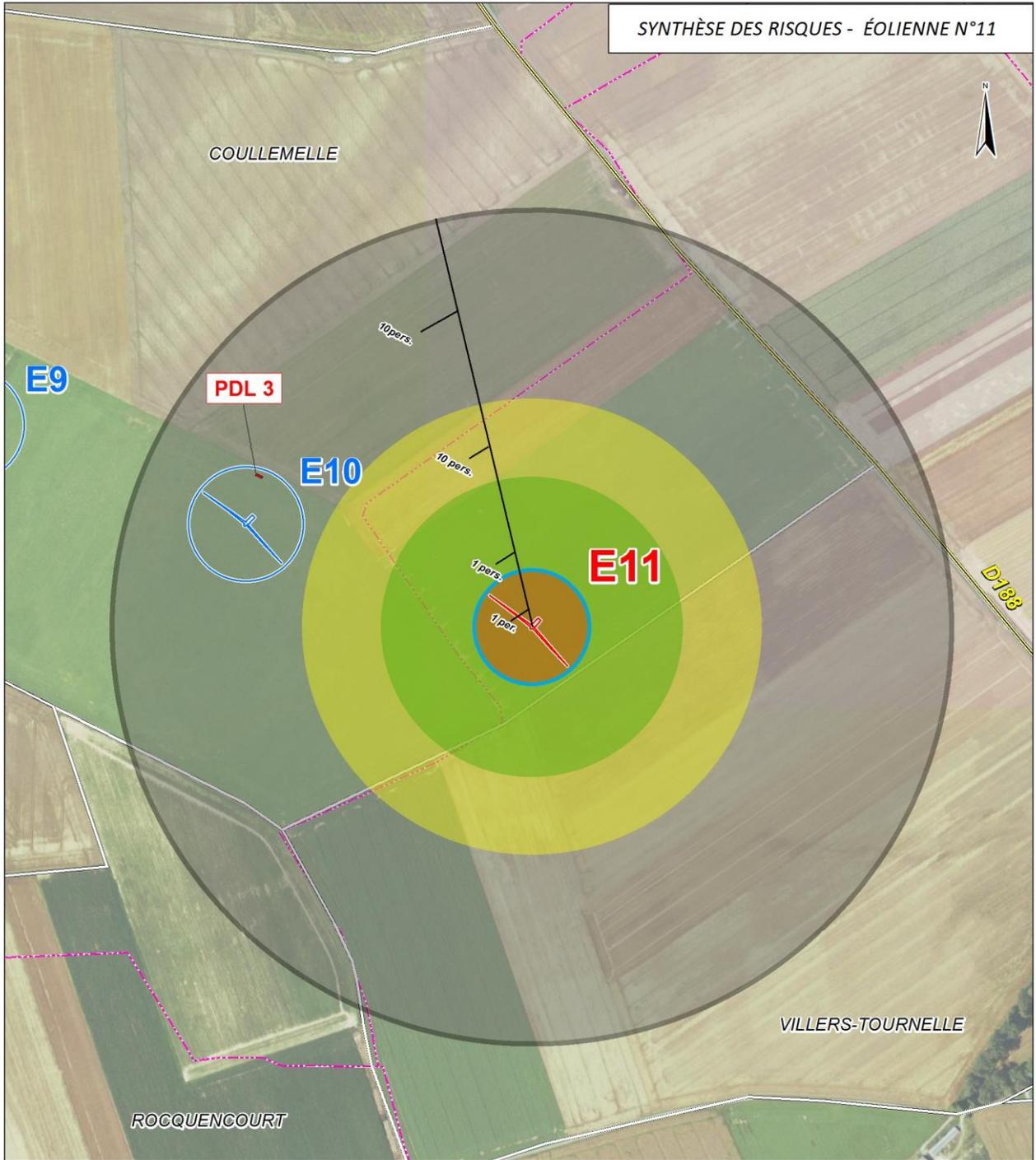
- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éfondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN



Légende

Projet :

-  Éolienne n°11
-  Éoliennes du projet
-  Poste de livraison

Limites administratives :

-  Limites communales

Environnement :

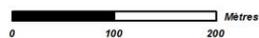
-  Routes départementales
-  Routes communales

Personnes permanentes exposées :

-  10 pers.
-  10 pers.
-  1 pers.
-  1 pers.

	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	 Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	 Chute de glace (rayon de 68,5 m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	 Effondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	 Projection de pales (rayon de 500 m)	 Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

IX. CONCLUSION

L'analyse des risques liés aux installations et équipements du site est basée sur un recensement des accidents possibles, sur de l'évaluation de leurs conséquences, de leur probabilité de se réaliser en prenant en compte les moyens de secours et de prévention adaptés notamment à la vitesse d'apparition de l'accident.

A l'issue de l'analyse détaillée des risques effectuée dans l'étude de dangers, les risques potentiels retenus pour les installations du site sont les suivants :

- ✓ *l'effondrement des éoliennes*
- ✓ *la chute d'élément*
- ✓ *la chute de glace*
- ✓ *la projection de tout ou partie de pale*
- ✓ *la projection de glace*

A l'issue de cette analyse, les niveaux de risque avec leur probabilité respective ont pu être définis selon la matrice de criticité.

Aucun ne présente d'enjeu majeur, tous étant acceptables. Deux sont parmi le niveau très faible. Trois sont classés faible.

Suite à la simulation avec une éolienne fictive de hauteur totale de 182.5m, on peut affirmer que le projet de l'Épinette, composé de 10 éoliennes de hauteur totale de 180m présente donc des risques faibles et maîtrisés pour les personnes.

Le tableau ci-après récapitule les principales mesures mises en place pour limiter les risques étudiés et fournir les dangers résiduels et leur acceptabilité.

Accidents	Mesures de prévention	Dangers résiduels			Acceptabilité
		Probabilité associée	Valeur et classe de probabilité	Gravité	
Effondrement de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite. - respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel 	Rare	D	Importante	Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite. 	Improbable	C	Modérée	Acceptable
Chute de glace	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - procédure adéquate de redémarrage après disparition du givre - réalisation d'un panneautage en pied de machine. 	Courant	A	Modérée	Acceptable

Accidents	Mesures de prévention	Dangers résiduels			Acceptabilité
		Probabilité associée	Valeur et classe de probabilité	Gravité	
Projection de pale ou de fragments de pale	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite. - respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel 	Rare	D	Sérieuse	Acceptable
Projection de glace	<ul style="list-style-type: none"> - procédure adéquate de redémarrage après disparition du givre - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. 	Probable	B	Sérieuse	Acceptable

X. RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

X.1. UNE ETUDE DE DANGER : QU'EST-CE QUE C'EST ?

X.1.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS

La présente étude expose les dangers que peuvent présenter les installations du parc éolien de l'Épinette. Elle a pour objet de caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques encourus par les personnes ou l'environnement.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par cette installation. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptées à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

X.1.2. CONTEXTE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE

Cette étude de dangers est élaborée conformément aux textes suivants notamment :

- L'article R 512-6 du code de l'environnement prévoit la réalisation d'une étude de dangers telle que prévue par l'article L512-1, préalablement à la délivrance de l'autorisation d'exploiter ;
- Arrêté ministériel 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.
- L'article R. 512-9 du Code de l'environnement précise le contenu de l'étude de dangers, qui, selon le principe de proportionnalité, doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.
- La circulaire du 10 mai 2010 précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

X.1.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSÉES

Le parc éolien de l'Épinette comprend 10 aérogénérateurs dont le mât a une hauteur comprise entre 110 et 114m. Conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2011-984 du 23 août 2011, cette installation est donc soumise à autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

X.2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

X.2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Dénomination	PARC ÉOLIEN DE L'EPINETTE
N° SIREN	828 251 371
Registre de commerce	RCS Montpellier
Forme juridique	SARL au capital de 500 €
Actionariat	Groupe Valeco : 100%
Gérant	Erick GAY
Adresse	188 Rue Maurice Béjart – CS 57392 – 34184 Montpellier Cedex 4
Téléphone	04 67 40 74 00
Télécopie	04 67 40 74 05
Site internet	www.groupevaleco.com

Le Parc Eolien de l'Épinette est une société spécialement créée et détenue à 100% par le Groupe VALECO pour être le maître d'ouvrage et exploitant du Parc éolien de l'Épinette.

La personne qui a réalisé la présente étude de dangers est la suivante : Baptiste DARCEL, chef de projets, groupeValeco.

Les modifications apportées suite à la demande de compléments (retrait de E1) ont été réalisées par :

Amandine Daminato

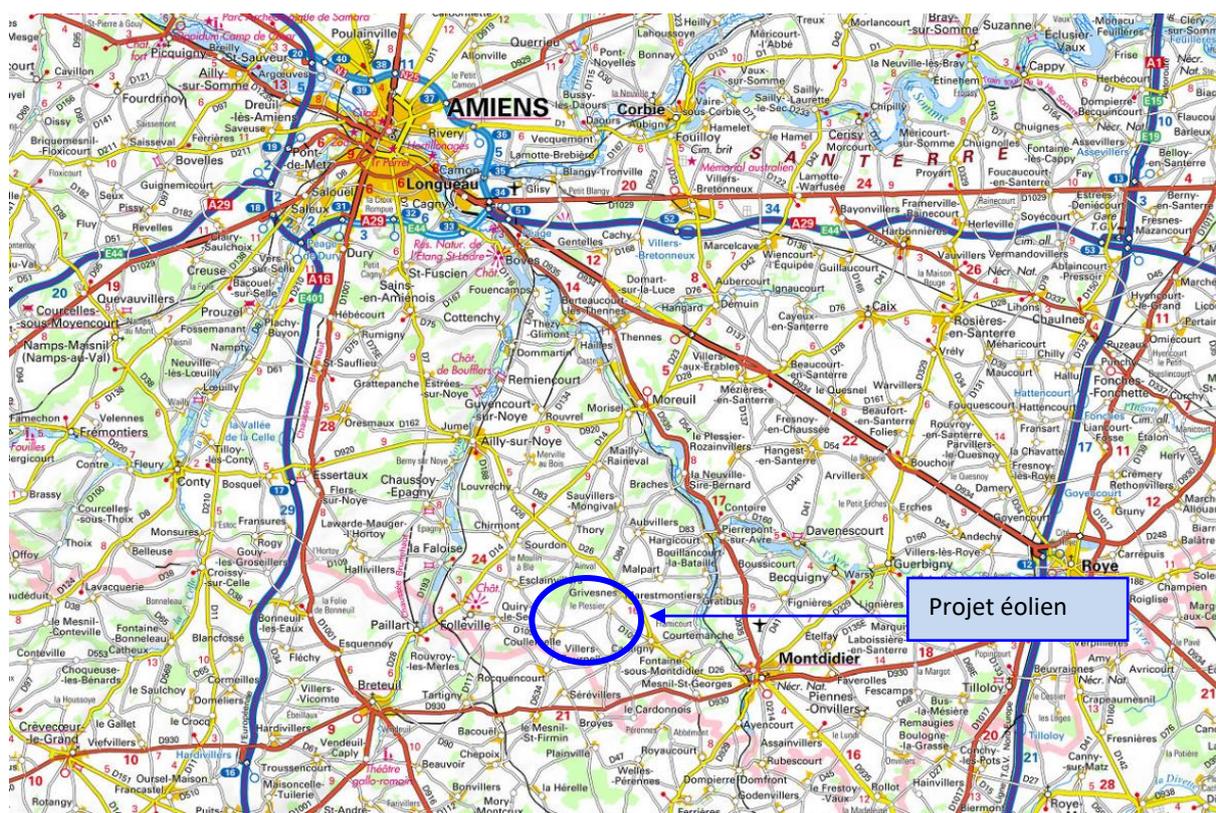
Chef de projets

0784392896

amandinedaminato@groupevaleco.com

X.2.2. LOCALISATION DU SITE

Le Parc éolien de l'Épinette, composé de 10 aérogénérateurs, est localisé sur les communes de Coulemelle, Grivesnes et Villers-Tournelle dans le département de la Somme et de la région Hauts de France. Le secteur proposé, d'une surface totale de près de 1080 ha, se compose de grandes parcelles agricoles et est traversé par la D109 et la D188 reliant les trois communes.



X.2.3. DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE

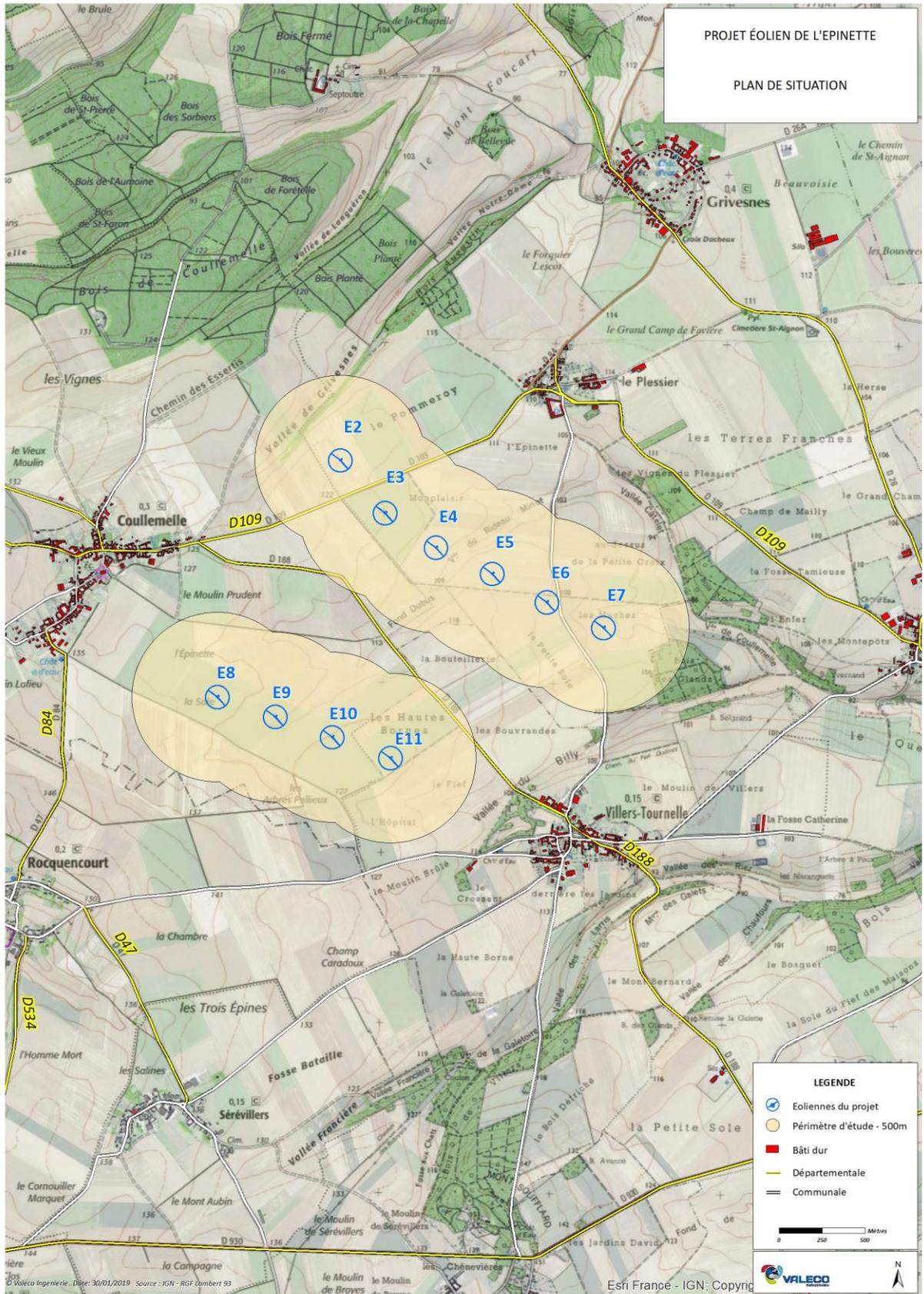
Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe VIII.2.4.

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

PROJET ÉOLIEN DE L'EPINETTE

PLAN DE SITUATION



X.3. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

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. paragraphe dédié au raccordement électrique) :

- Plusieurs éoliennes
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local
- Un réseau de chemins d'accès

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont composés des principaux éléments suivants :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles)
- **Le mât** est composé de 3 tronçons en acier. 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 tels que générateur, système de freinage, système d'orientation de la nacelle, outils de mesure du vent (anémomètre, girouette), balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

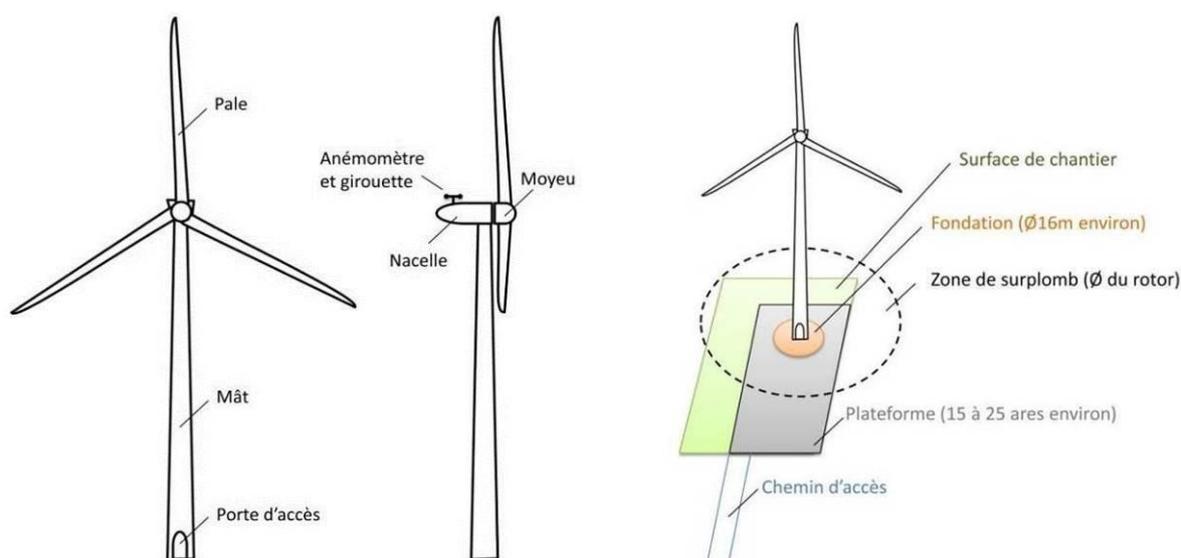


Schéma simplifié d'un aérogénérateur

Illustration des emprises au sol d'une éolienne

Le Parc éolien de l'Épinette est composé de 10 aérogénérateurs et de 3 postes de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de mât comprise entre 110 à 114 mètres et un diamètre de rotor compris entre 131 et 137 mètres, par contre la hauteur totale en bout de pale ne dépassera pas 180 mètres.

Modèle	Hauteur de mât	Diamètre de rotor	Hauteur hors tout	Puissance unitaire
Vestas V136	112	136	180	3450 kW
Gamesa G132	114	132	180	3300 kW
Nordex N131	114	131	179.5	3600 kW
GE137	110	137	178.5	3400 kW

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques (système de coordonnées Lambert II étendu) des aérogénérateurs et du poste de livraison :

Eolienne	Lambert 93		WGS 84		Z
	X	Y	Latitude (N)	Longitude (E)	
E2	659832,2041	6952849,867	49°40'24,4792"N	2°26'37,7939"E	121
E3	660093,3858	6952539,634	49°40'14,5032"N	2°26'50,9206"E	119
E4	660391,1466	6952335,234	49°40'7,9585"N	2°27'5,8323"E	112
E5	660719,7687	6952181,425	49°40'3,0567"N	2°27'22,2636"E	114
E6	661038,7957	6952012,81	49°39'57,6731"N	2°27'38,2209"E	109
E7	661370,8457	6951864,096	49°39'52,9356"N	2°27'54,8195"E	101
E8	659113,8291	6951456,696	49°39'39,2482"N	2°26'2,4847"E	126
E9	659452,4463	6951339,051	49°39'35,5208"N	2°26'19,4004"E	120
E10	659784,9795	6951220,035	49°39'31,7470"N	2°26'36,0128"E	124
E11	660125,5647	6951096,443	49°39'27,8264"N	2°26'53,0272"E	125
Poste de livraison 1	659842,3279	6952617,596	49°40'16,9681"N	2°26'38,3800"E	121
Poste de livraison 2	661061,6892	6952033,156	49°39'58,3363"N	2°27'39,3549"E	108
Poste de livraison 3	659800,324	6951277,512	49°39'33,6097"N	2°26'36,7572"E	121

X.4. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

X.4.1. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	exposition modérée	D	Importante
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	C	Modérée
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	A	Modérée
Projection de pale ou de fragments	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Sérieuse
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	B	Sérieuse

X.4.2. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

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

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

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		E			
Sérieux		PP		PG	
Modéré			CE		CG

Légende de la matrice

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

Signification des abréviations

E = effondrement de l'éolienne
 CE = chute d'élément
 CG = chute de glace
 PP = projection de pales ou de fragments
 PG = projection de glace

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

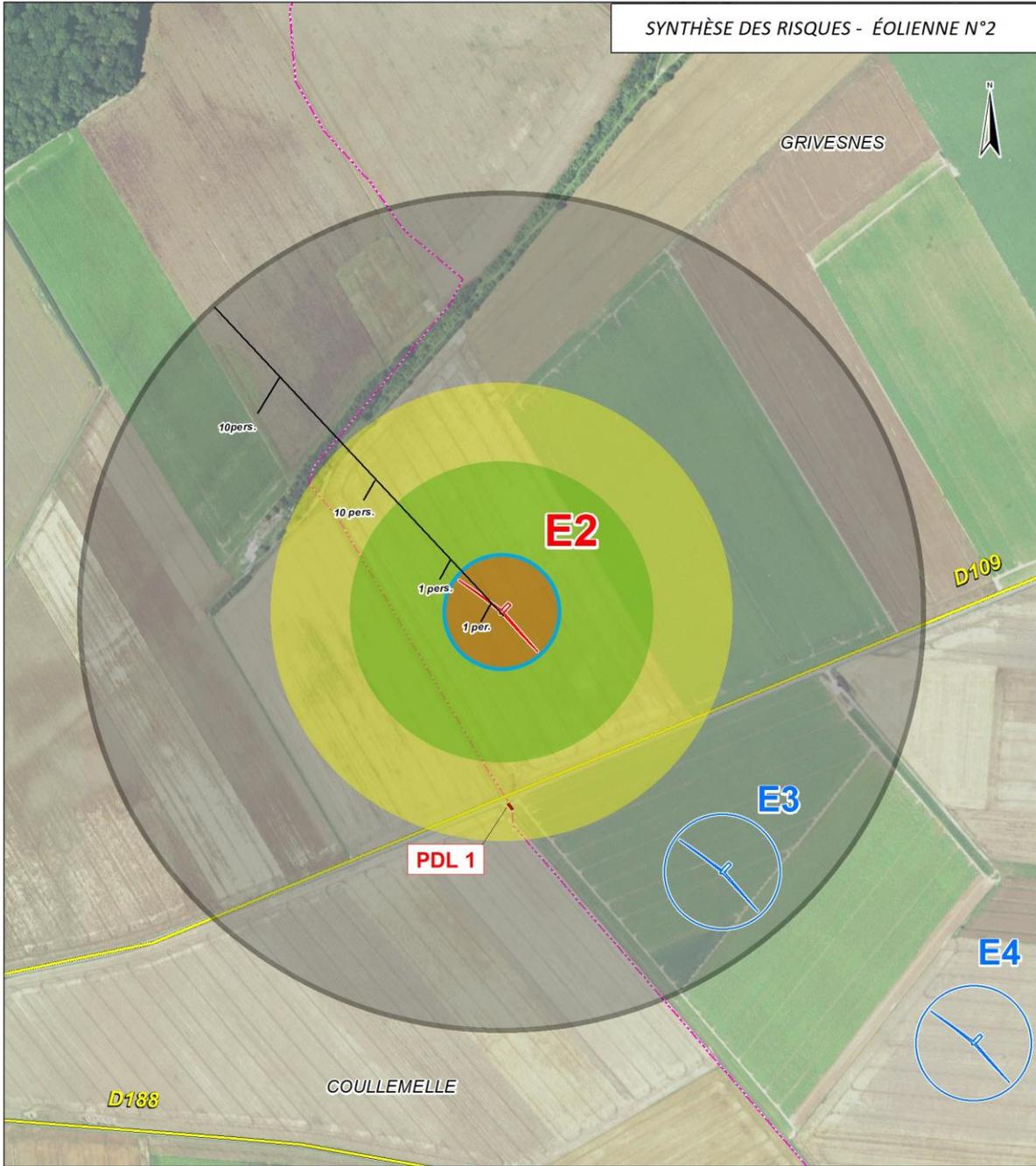
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- trois accidents figurent en case jaune. Il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 seront mises en place.

Par conséquent, les 10 éoliennes du projet de l'Épinette présentent des risques qui sont qualifiés d'acceptables.

X.4.3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

La cartographie de synthèse des risques ci-après permet de récapituler la zone d'effet pour chaque risque et chaque éolienne et le nombre de personnes permanentes exposées.

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°2



Légende

Projet :

- Éolienne n°2
- Éoliennes du projet

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

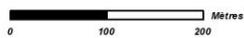
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

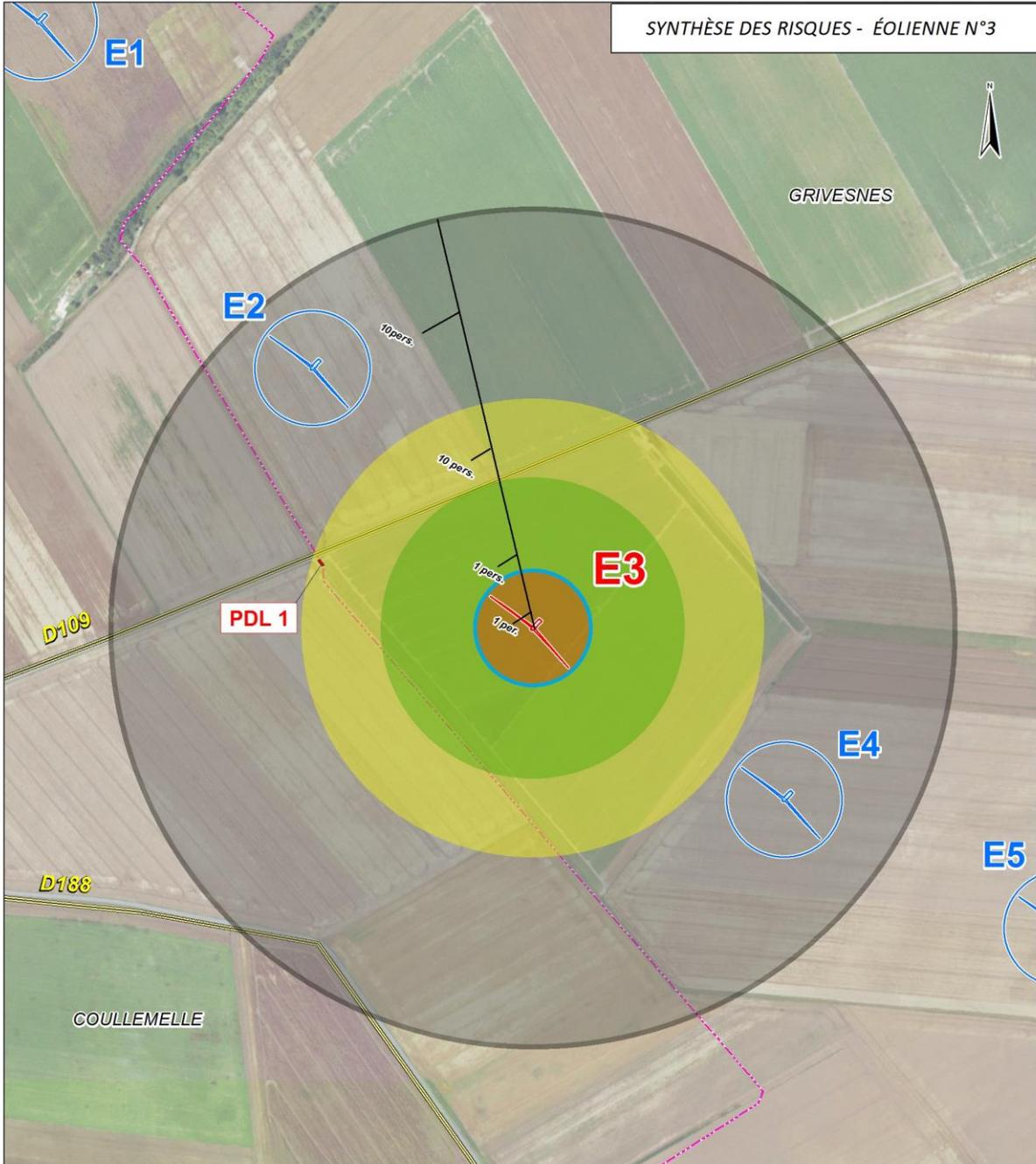
	Risque	Risque
	TRÈS FAIBLE	FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éfondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 15/11/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°3



Légende

Projet :

- Éolienne n°3
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

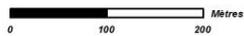
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

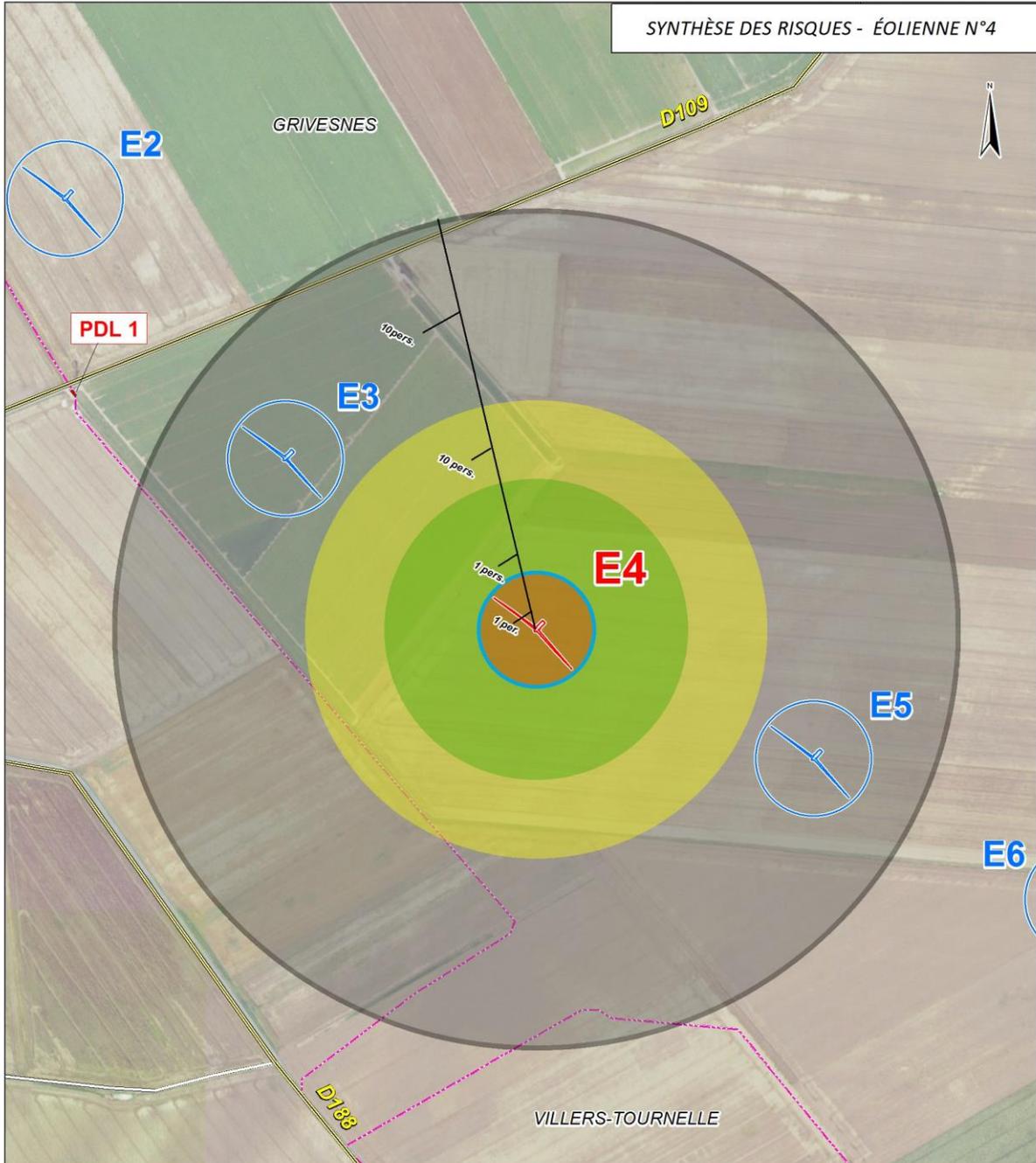
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°4



Légende

Projet :

- Éolienne n°4
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

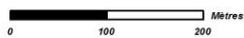
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

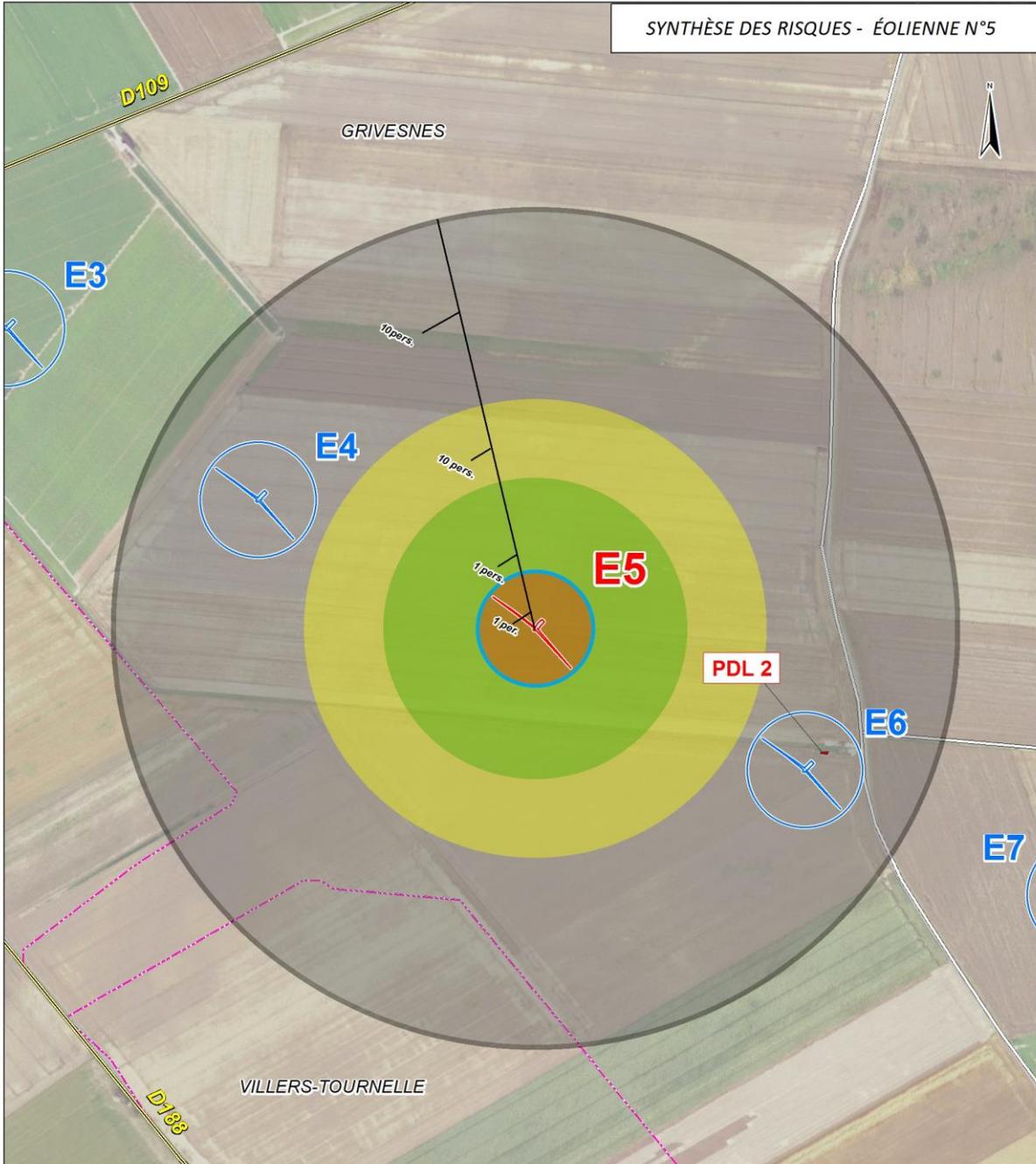
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°5



Légende

Projet :

- Éolienne n°5
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison
- Limites administratives :**
- Limites communales

Environnement :

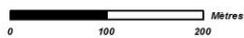
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

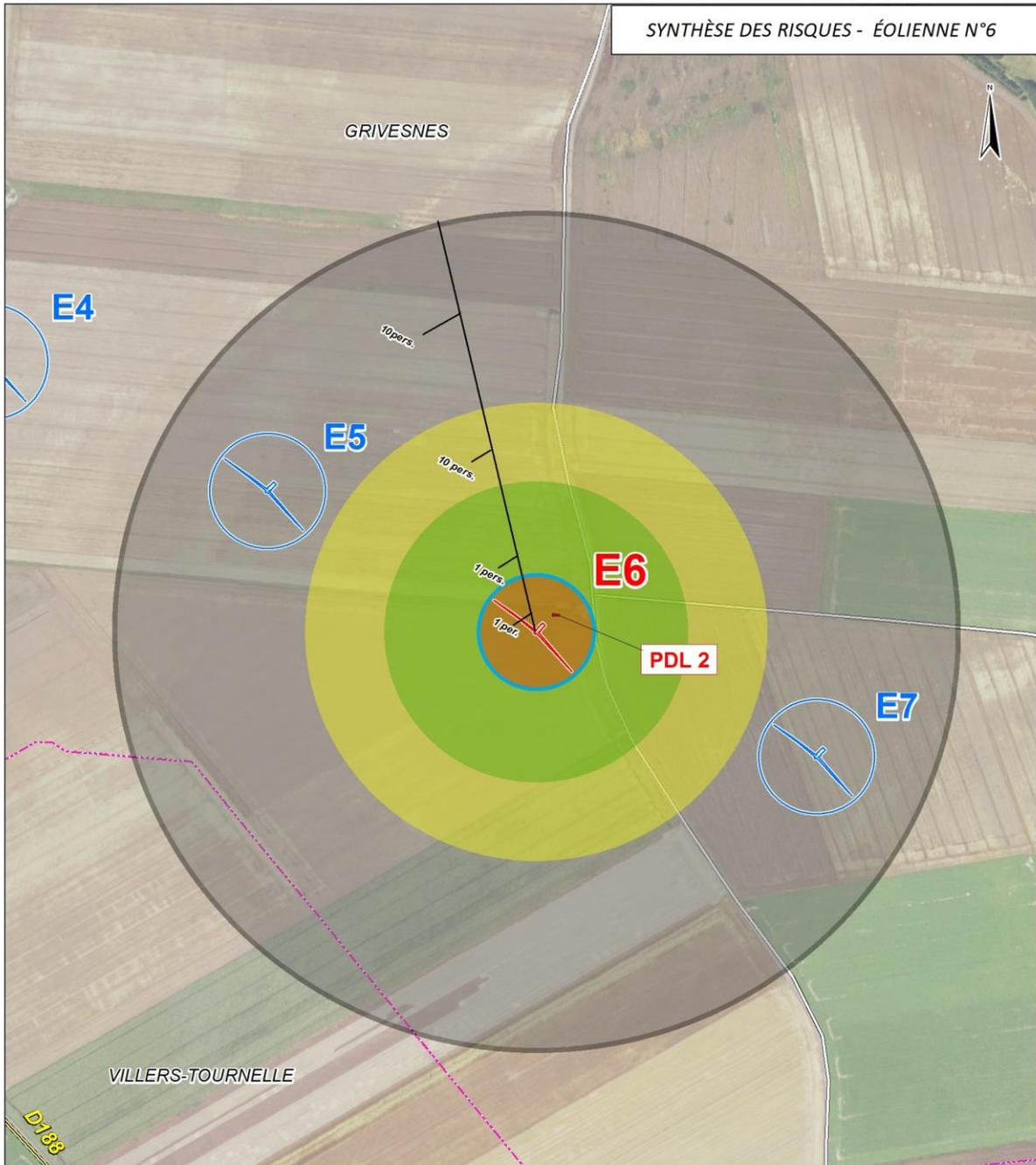
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°6



Légende

Projet :

- Éolienne n°6
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

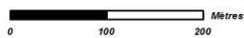
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

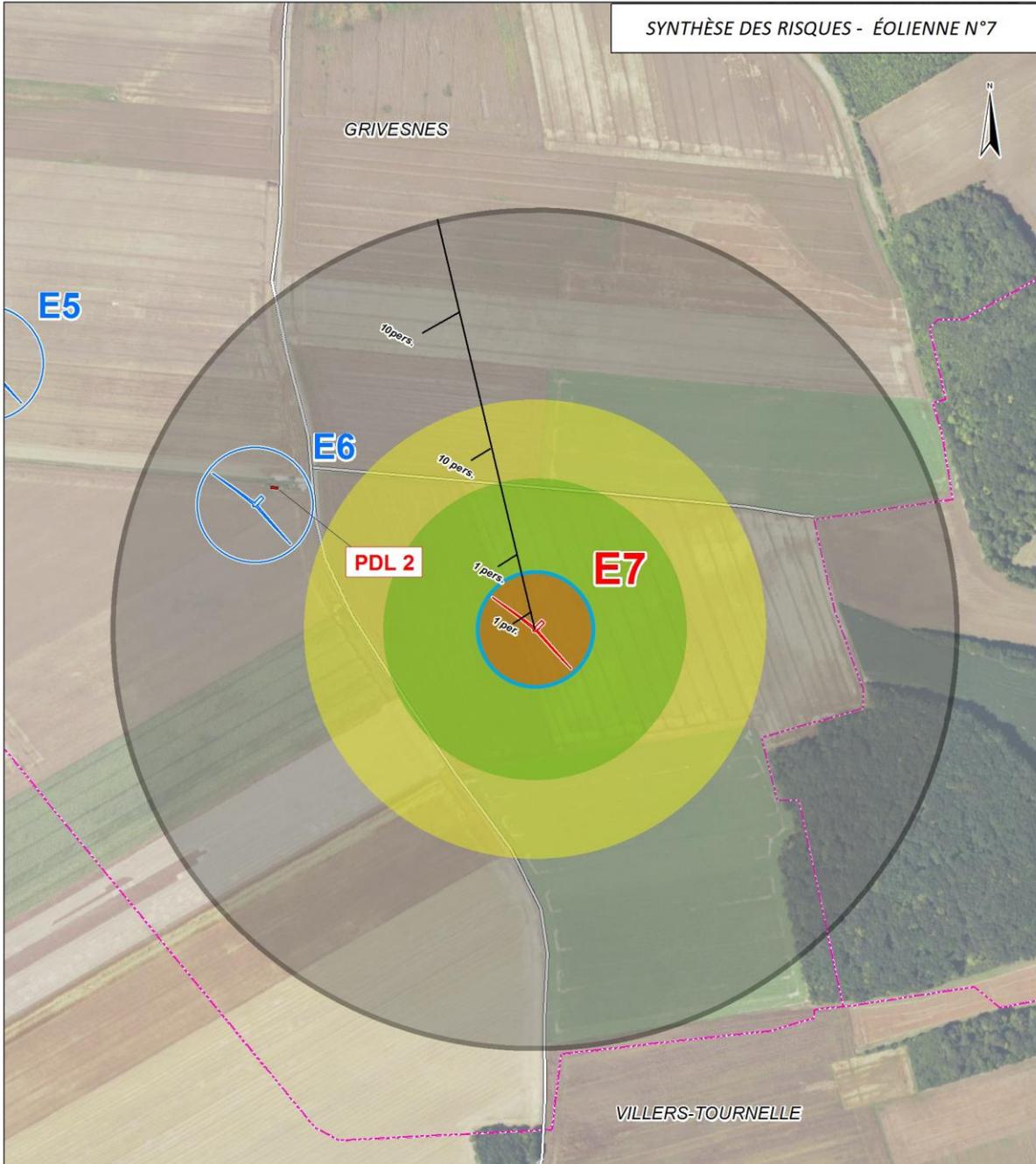
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°7



Légende

Projet :

- Éolienne n°7
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

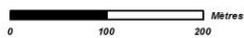
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

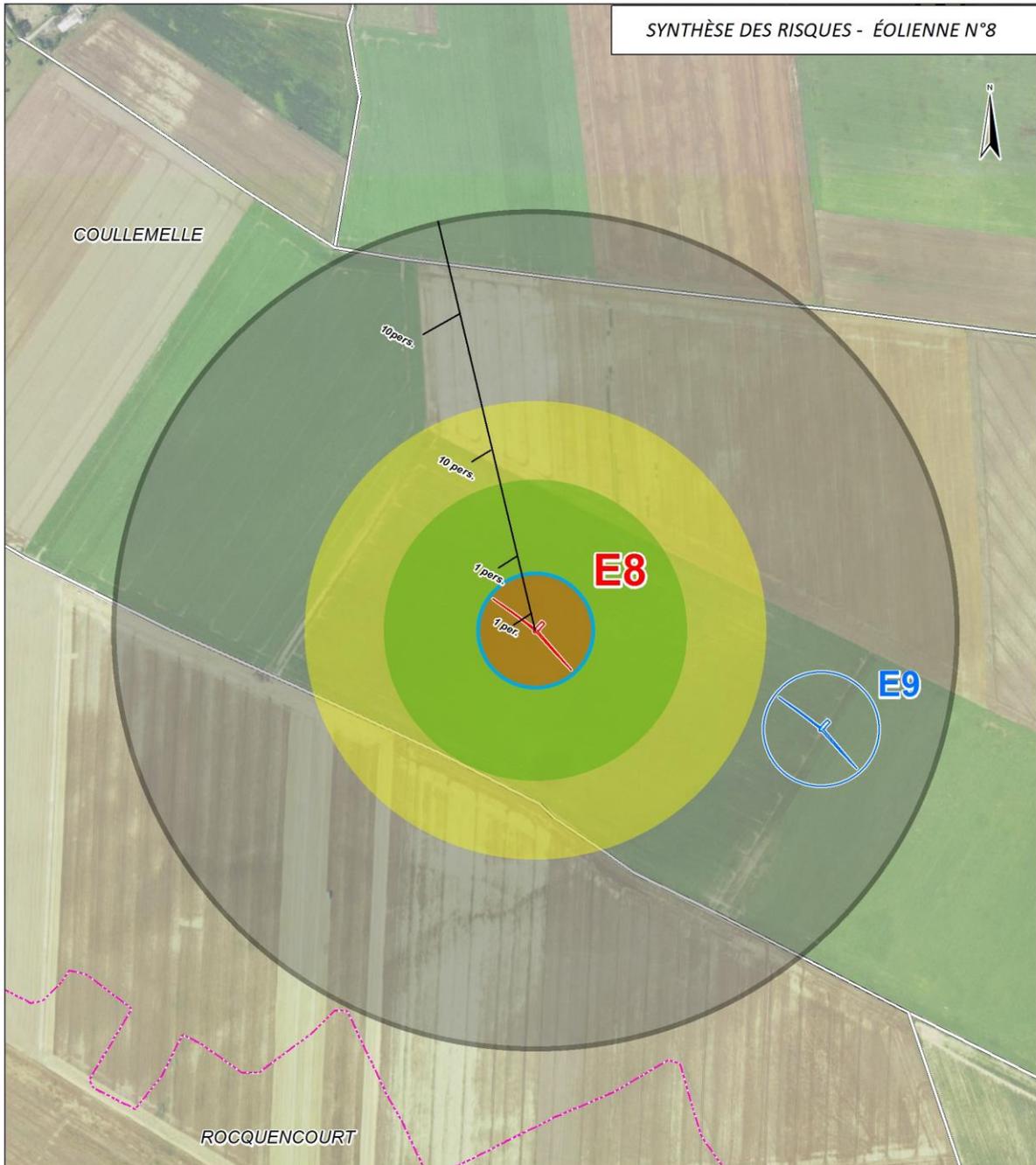
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°8



Légende

Projet :

- Éolienne n°8
- Éoliennes du projet

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

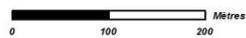
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

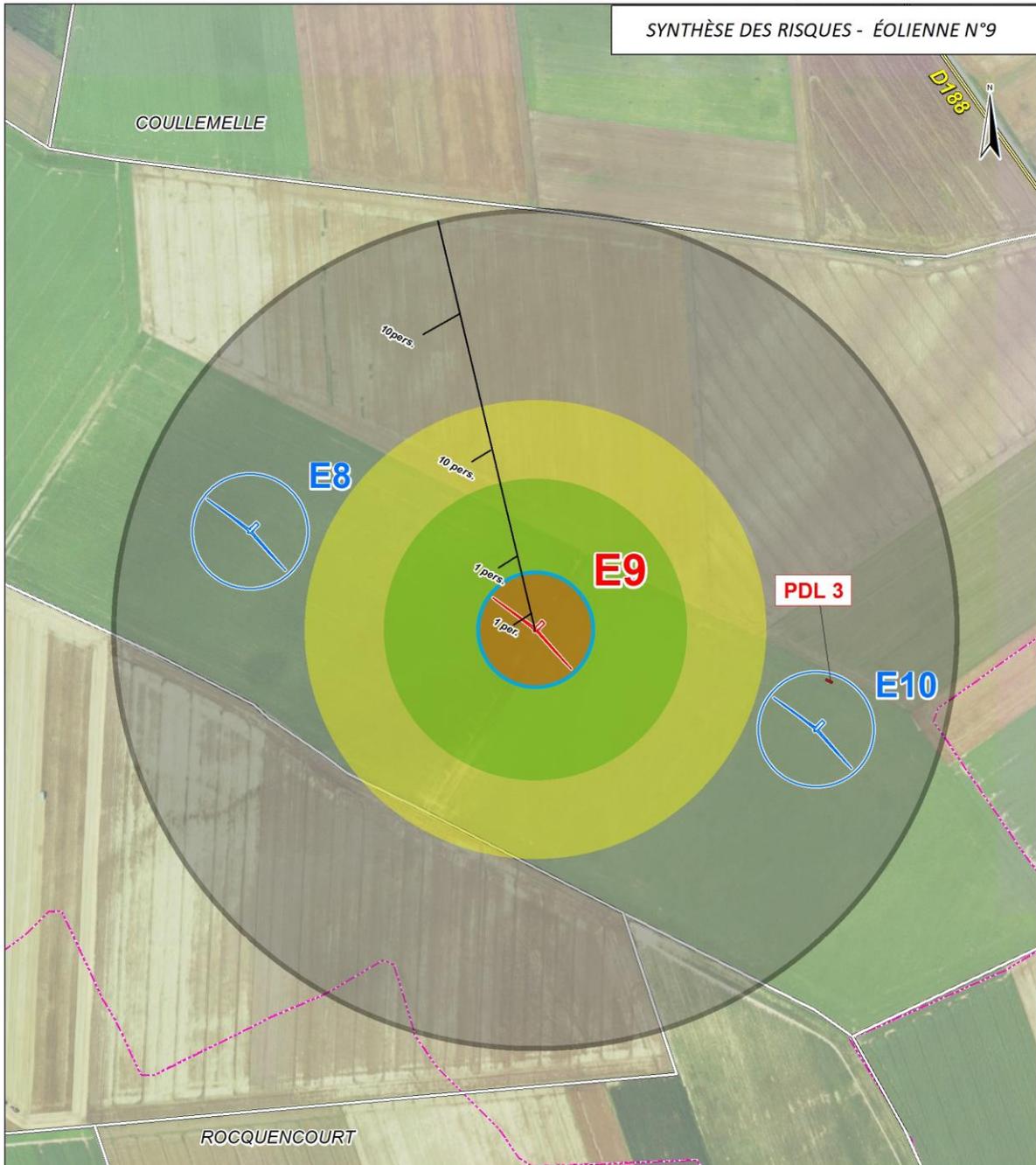
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°9



Légende

Projet :

- Éolienne n°9
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

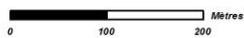
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

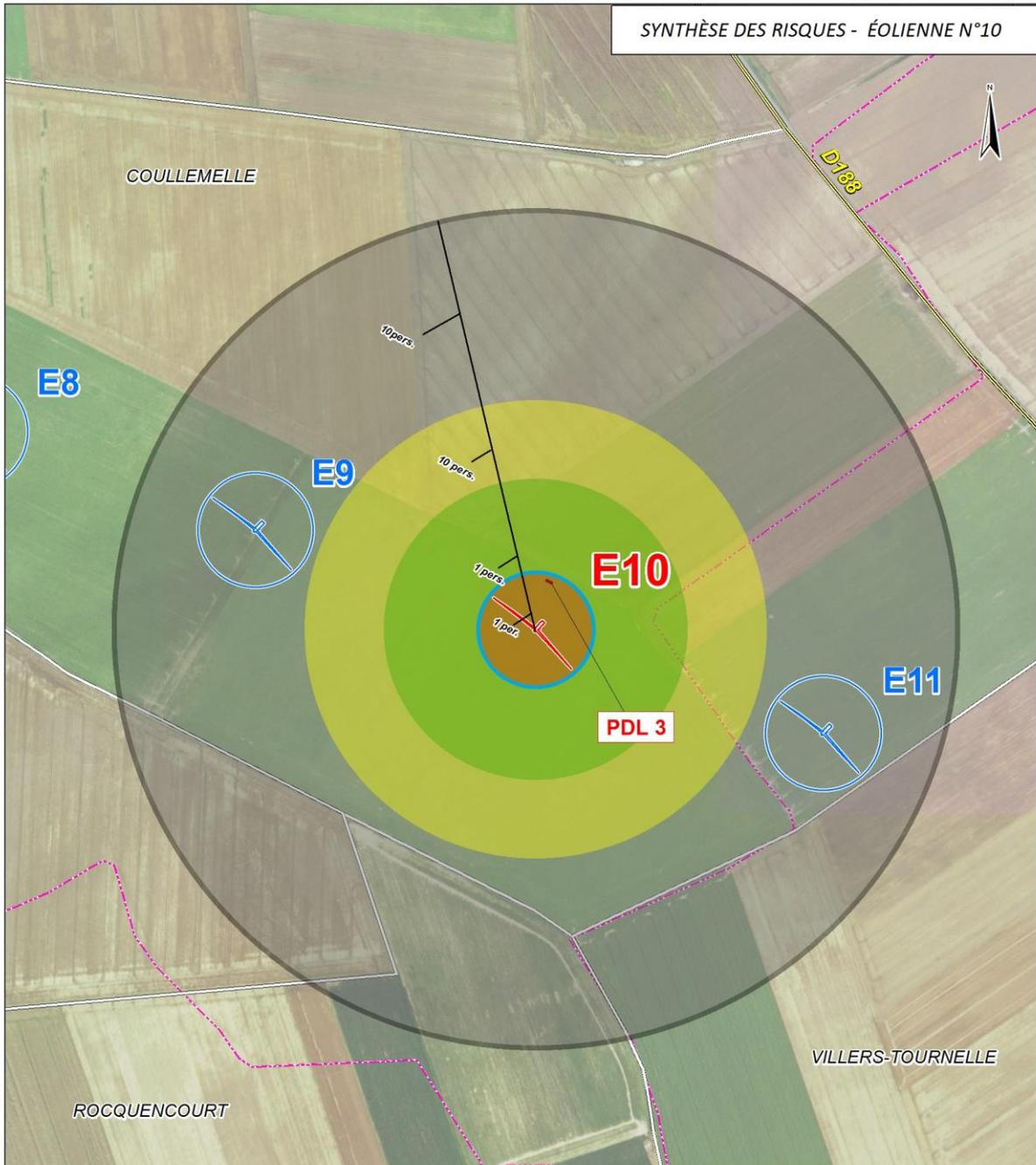
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éfondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°10



Légende

Projet :

- Éolienne n°10
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

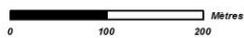
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

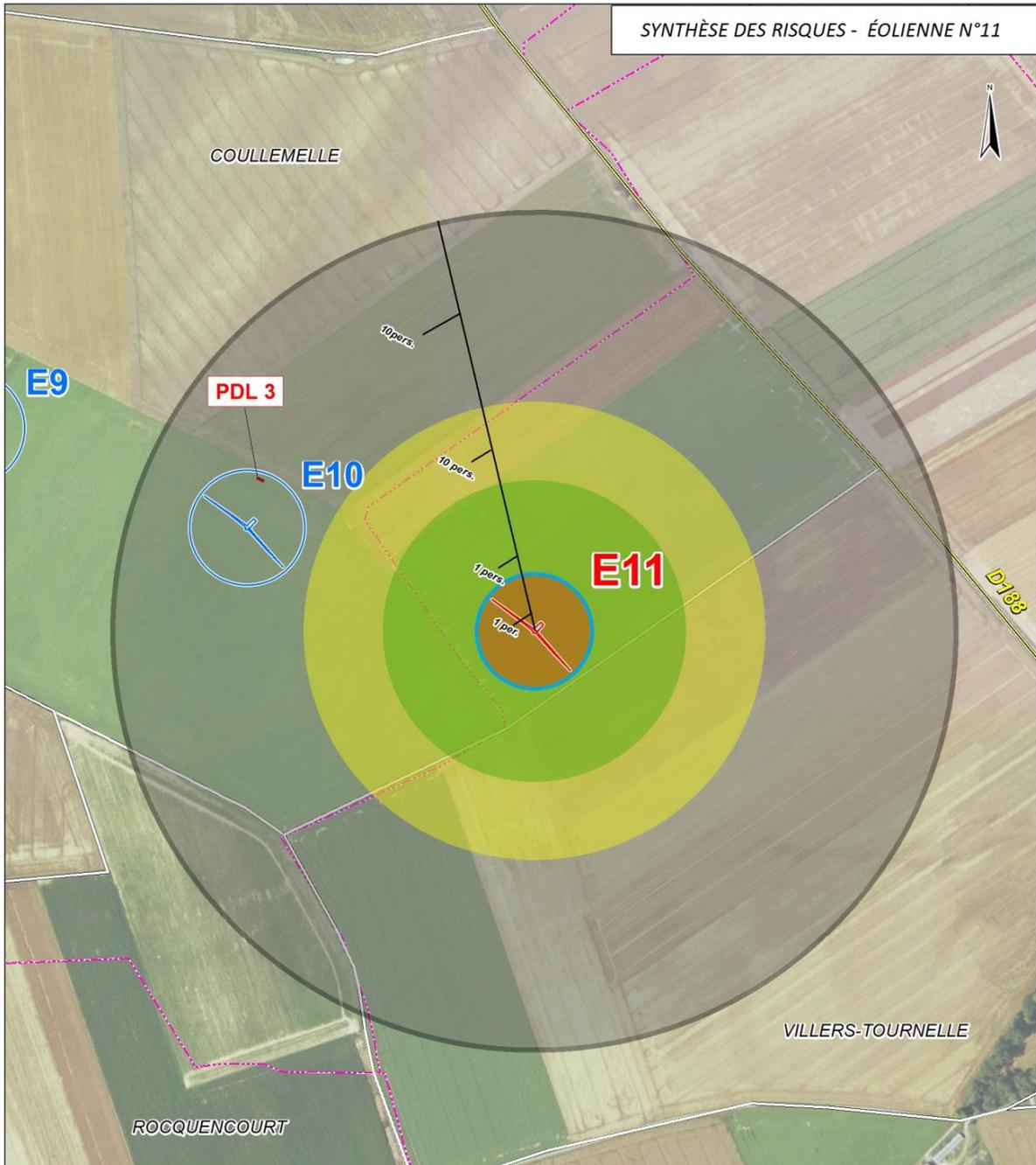
	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 03/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

SYNTHÈSE DES RISQUES - ÉOLIENNE N°11



Légende

Projet :

- Éolienne n°11
- Éoliennes du projet
- Poste de livraison

Limites administratives :

- Limites communales

Environnement :

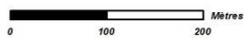
- Routes départementales
- Routes communales

Personnes permanentes exposées :

- 10 pers.
- 10 pers.
- 1 pers.
- 1 pers.

	Risque TRÈS FAIBLE	Risque FAIBLE
Niveau de gravité MODÉRÉ	Chute d'éléments (rayon de 68,5 m)	Chute de glace (rayon de 68,5m)
Niveau de gravité IMPORTANTE	Éffondrement (rayon de 180 m)	
Niveau de gravité SÉRIEUX	Projection de pales (rayon de 500 m)	Projection de glace (rayon de 273,8 m)

PROJET EOLIEN DE L'EPINETTE - SOMME (80)



© Date: 02/05/2018
 © VALECO INGENIERIE
 © Projection : Lambert 93
 © Source : IGN

X.5. CONCLUSION

L'analyse des risques liés aux installations et équipements du site est basée sur un recensement des accidents possibles, sur de l'évaluation de leurs conséquences, de leur probabilité de se réaliser en prenant en compte les moyens de secours et de prévention adaptés notamment à la vitesse d'apparition de l'accident.

A l'issue de l'analyse détaillée des risques effectuée dans l'étude de dangers, les risques potentiels retenus pour les installations du site sont les suivants :

- ✓ *l'effondrement des éoliennes*
- ✓ *la chute d'élément*
- ✓ *la chute de glace*
- ✓ *la projection de tout ou partie de pale*
- ✓ *la projection de glace*

A l'issue de cette analyse, les niveaux de risque avec leur probabilité respective ont pu être définis selon la matrice de criticité.

Aucun ne présente d'enjeu majeur, tous étant acceptables. Deux sont parmi le niveau très faible. Trois sont classés faibles.

Suite à la simulation avec une éolienne fictive de hauteur totale de 182.5m, on peut affirmer que le projet de l'Épinette, composé de 10 éoliennes de hauteur totale de 180m présente donc des risques faibles et maîtrisés pour les personnes.

Le tableau ci-après récapitule les principales mesures mises en place pour limiter les risques étudiés et fournir les dangers résiduels et leur acceptabilité.

Accidents	Mesures de prévention	Dangers résiduels			Acceptabilité
		Probabilité associée	Valeur et classe de probabilité	Gravité	
Effondrement de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite. - respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel 	Rare	D	Importante	Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite. 	Improbable	C	Modérée	Acceptable
Chute de glace	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - procédure adéquate de redémarrage après disparition du givre - réalisation d'un panneautage en pied de machine. 	Courant	A	Modérée	Acceptable

Accidents	Mesures de prévention	Dangers résiduels			Acceptabilité
		Probabilité associée	Valeur et classe de probabilité	Gravité	
Projection de pale ou de fragments de pale	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite. - respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel 	Rare	D	Sérieuse	Acceptable
Projection de glace	<ul style="list-style-type: none"> - procédure adéquate de redémarrage après disparition du givre - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. 	Probable	B	Sérieuse	Acceptable

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 III.4), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

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

Terrains non 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.

ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du guide pour l'étude de dangers. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et fin 2016. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de la trame type de l'étude de dangers.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courante 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 caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	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)	-

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	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-

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	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)
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)	-

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
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)

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	Freysenet	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	-

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

Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-

Chute de pale	06/03/2013	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Une des trois pales de l'éolienne s'est décrochée. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Problème de fixation de la pale.	Base de données ARIA	-
Incendie	17/03/2013	Fère-Champenoise-Euvy-Corroy	Marne	2,5	2011	Oui	L'incendie s'est déclaré dans la nacelle de l'éolienne. L'incendie a entraîné la chute de trois pales.	Non communiquée	Base de données ARIA	-
Maintenance	01/07/2013	Haut-Languedoc	Hérault	1,3	2006	Oui	Un opérateur remplissant un réservoir d'azote sous pression dans une éolienne est blessé par la projection d'un équipement.	Erreur de maintenance	Base données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Maintenance	03/08/2013	Moréac	Morbihan	0,04	2000	Non	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique.	Erreur de maintenance	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Incendie	09/01/2014	Vent de Thiérache 02	Ardennes	2,5	2013	Oui	L'incendie s'est déclaré dans la tour de l'éolienne, au niveau des câbles de puissance puis s'est propagé le long du mât pour atteindre la nacelle qui a pris feu.	Défaillance électrique	Accident sur une éolienne Nordex	-
Chute de pale	20/01/2014	Corbières Maritimes	Aude	-	-	Non	Une des éoliennes d'un parc s'arrête automatiquement à 3h09 à la suite d'un défaut « vibration ».	Des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée « alu ring », située à la base de la pale.	Base de données ARIA	-

Chute de pale	14/11/2014	Source de la Loire	Ardèche	2	2011	Oui	La pale d'une éolienne chute vers 15h10 lors d'un orage.		Base de données ARIA	-
Chute de pale	05/12/2014	Fitou	Aude	1,3	-	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'aéofrein de la pale. Cette partie, en fibre de verre, mesure 3 m de long. Elle est retrouvée à 80 m du mât.	Défaillance matérielle ou à un décollage sur les plaques en fibre de verre.	Base de données ARIA	-
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	2,3	2015	Oui	Un feu se déclare dans une éolienne en phase de test. Les dommages matériels sont estimés à 150 k€. Les 1 500 l d'eau utilisés pour le nettoyage sont pompés.	Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie.	Base de données ARIA	-
Incendie	06/02/2015	La Tourette	Deux-Sèvres	2	2011	Oui	Un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs.		Base de données ARIA	-
Incendie	24/08/2015	-	Eure-et-Loir	-	-	Non	Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur.		Base de données ARIA	-

Chute du rotor et des pales	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	1,5	2007	Non	Les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé. De l'huile s'en écoule mais reste confinée dans la rétention.	Défaillance de l'arbre lent, qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice. Elle trouverait son origine dans un défaut de fabrication de la pièce.	Base de données ARIA	-
Chute de l'aérofrein d'une des pales	07/02/2016	Cers	Aude	-	-	-	L'aérofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol.	Un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aérofrein. Du fait des fortes charges présentes sur le rotor, l'axe en carbone qui maintient l'aérofrein à la pale et/ou le point d'ancrage de cet axe, se serait alors rompu.	Base de données ARIA	-
Chute de pale	08/02/2016	Menez-Braz	Finistère	0,3	2002	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.		Base de données ARIA	-
Chute de pale	07/03/2016	Les Landes du Vieux Pavé	Côte-d'Armor	0,85	2009	Non	Une des pales d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. La turbine s'arrête automatiquement.	Défaillance du système d'orientation de la pale. Celle-ci aurait entraîné la rupture de la couronne extérieure du roulement à bille puis la libération de la couronne intérieure solidaire de la pale.	Base de données ARIA	-

Fuite d'huile	28/05/2016	-	Eure-et-Loir	-	-	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.	La défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de l'éolienne est à l'origine de la fuite.	Base de données ARIA	-
Incendie	10/08/2016	Hescamp	Somme	1	2008	Non	Un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor.	Défaillance électrique	Base de données ARIA	-
Incendie	18/08/2016	Dargies	Oise	2	2014	Oui	Un feu se déclare à la tête d'une éolienne.	Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie. L'armoire électrique ou le pupitre de commande en serait le point de départ.	Base de données ARIA	-
Maintenance	14/09/2016	-	Aube	-	-	Non	Un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne. Les pompiers spécialisés dans les interventions en hauteur évacuent la victime consciente.	-	Base de données ARIA	-

ANNEXE 3 – SCÉNARIOS GÉNÉRIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

Scénarios 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.

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

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

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

Scénario F01

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

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

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

- Procédure de gestion des situations d'urgence

Deux événements peuvent être aggravants :

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

Scénarios P03

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

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

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

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

ANNEXE 4 – PROBABILITE D’ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ANNEXE 5 – GLOSSAIRE

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

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Enfin, quelques sigles utiles employés dans la présente étude sont listés et explicités ci-dessous :

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

SER : Syndicat des Energies Renouvelables

FEE : France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)

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

EDD : Etude de dangers

APR : Analyse Préliminaire des Risques

ERP : Etablissement Recevant du Public

ANNEXE 6 – BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES UTILISÉES

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