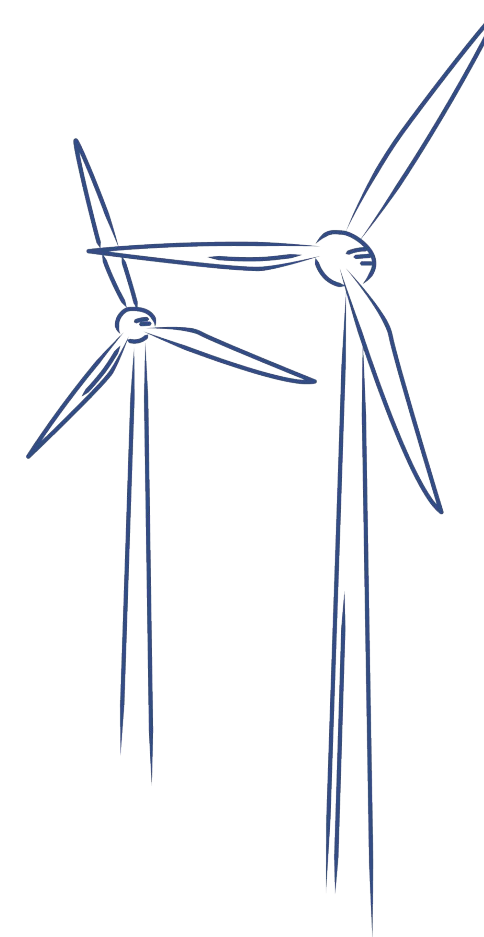




Étude de dangers

Parc éolien de Nogent



12

COMMUNE DE NOGENT

Département de la HAUTE MARNE (52)

Décembre 2020 – Version consolidée Octobre 2022

H2air
29, rue des Trois Cailloux
80000 Amiens
www.h2air.fr



ALISE environnement
102, rue du Bois Tison
76160 ST JACQUES-SUR-DARNETAL
Tél. : 02 35 61 30 19
Fax : 02 35 66 30 47





DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

PARC EOLIEN DE NOGENT

Commune de Nogent

Département de la Haute-Marne (52)

Octobre 2020 - Version consolidée Octobre 2022

ETUDE DE DANGERS



SOMMAIRE

L'Etude de dangers a été coordonnée et réalisée par :

ALISE Environnement
102 rue du Bois Tison
76160 SAINT-JACQUES-SUR-DARNETAL
Intervenantes : Margaux LANDRIN et Julie MARCILLE

H2AIR
29, rue des Trois Cailloux
80000 AMIENS
Intervenantes : Manon HUTIN et Laura BUCHY

CHAPITRE 1 - INTRODUCTION.....	9
1 - OBJET DE L'ETUDE DE DANGERS.....	10
2 - CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE.....	10
3 - REFERENCE NOMENCLATURE ICPE.....	11
4 - RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS.....	12
CHAPITRE 2 – LOCALISATION DU SITE.....	14
1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	15
2 - SITUATION ADMINISTRATIVE.....	18
3 - COORDONNEES DES EOLIENNES ET DES POSTES DE LIVRAISON.....	18
4 - DEFINITION DES AIRES D'ETUDE.....	20
CHAPITRE 3 - ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	22
1 - ENVIRONNEMENT NATUREL.....	23
1.1 - Contexte climatique.....	23
1.1.1 - Climat local.....	23
1.1.2 - Potentiel éolien.....	25
1.2 - Contexte physique.....	26
1.2.1 - Topographie.....	26
1.2.2 - Hydrologie.....	26
1.2.3 - Géologie.....	26
1.2.4 - Hydrogéologie.....	27
1.2.5 - Captages pour l'Alimentation en Eau Potable (A.E.P.).....	27
1.3 - Risques majeurs.....	28
1.3.1 - Risques liés à la géologie et à la géotechnique.....	28
1.3.2 - Risques d'inondations.....	30
1.3.3 - Risques sismiques.....	31
1.3.4 - Risques d'incendie.....	32
1.3.5 - Risque foudre.....	32
1.3.6 - Risques météorologiques.....	32
1.3.7 - Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRn).....	33
1.3.8 - Synthèse.....	33
2 - ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE.....	34
2.1 - Zones urbanisées et urbanisables.....	34
2.1.1 - Population.....	34
2.1.2 - Habitat.....	34
2.2 - Documents d'urbanisme.....	35
2.3 - Les établissements sensibles et les établissements recevant du public au niveau de l'aire d'étude rapprochée.....	35
2.3.1 - Établissements sensibles.....	35
2.3.2 - Établissements Recevant du Public (E.R.P.) au niveau de l'aire d'étude rapprochée.....	35
2.4 - Activités.....	36



2.5 - Réseaux de transports	36
2.5.1 - Réseaux routiers	36
2.5.2 - Autres réseaux de transport	37
2.6 - Réseaux et servitudes	38
2.6.1 - Réseau d'alimentation en eau potable et d'assainissement	38
2.6.2 - Réseau électrique	38
2.6.3 - Canalisation de gaz	38
2.6.4 - Pipeline d'hydrocarbures	38
2.6.5 - Réseaux radioélectriques	39
2.6.6 - Lignes téléphoniques	39
2.7 - Risques technologiques	40
2.7.1 - Établissements classés SEVESO	40
2.7.2 - Installations classées pour la protection de l'environnement	40
2.7.3 - Risque nucléaire	40
2.7.4 - Le transport de matières dangereuses et radioactives	40
3 - CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE	42
3.1 - Nombre d'équivalent personnes permanentes	42
3.2 - Cartographie	42
CHAPITRE 4 – ACTIVITE DE L'INSTALLATION	44
1 - NATURE DES ACTIVITES	46
2 - CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	46
2.1 - Caractéristiques générales d'un parc éolien	46
2.2 - Éléments constitutifs d'un aérogénérateur	47
2.2.1 - Emprise au sol	47
2.2.2 - Chemins d'accès	48
2.3 - Activité de l'installation	48
2.4 - Composition de l'installation	48
3 - FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	50
3.1 - Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur	50
3.2 - Sécurité des installations	51
3.2.1 - Réglementation en matière de sécurité des éoliennes	51
3.2.2 - Principaux systèmes de sécurité	51
3.3 - Opérations de maintenance de l'installation	53
3.4 - Stockage et flux de produits dangereux	53
4 - FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION	53
4.1 - Réseaux électriques	53
4.1.1 - Réseau inter-éolien	53
4.1.2 - Poste de livraison	54
4.1.3 - Réseau électrique externe	54
4.1.4 - Production estimée	54
4.2 - Autres réseaux	54
4.2.1 - Réseaux d'eau	54
4.2.2 - Réseaux de gaz et d'hydrocarbures	54
CHAPITRE 5 – IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGER DE L'INSTALLATION	55
1 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	56
1.1 - Inventaire des produits	56
1.2 - Danger des produits	56

1.2.1 - Inflammabilité et comportement vis à vis de l'incendie	56
1.2.2 - Toxicité pour l'homme	56
1.2.3 - Dangérosité pour l'environnement	56
1.3 - Conclusion	56
2 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	57
3 - REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGER A LA SOURCE	57
3.1 - Principales actions préventives	57
3.1.1 - Choix de l'emplacement des installations	57
3.1.2 - Réduction des potentiels de dangers liés aux produits	57
3.1.3 - Réduction des potentiels de dangers liés au fonctionnement	57
3.2 - Utilisation des meilleures techniques disponibles	59
CHAPITRE 6 – ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	60
1 - INTRODUCTION	61
2 - INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	61
2.1 - Bases de données consultées	61
2.2 - Inventaires des accidents en France	61
3 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL	63
4 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT	64
5 - SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	64
5.1 - Analyse de l'évolution des accidents en France	64
5.2 - Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents	65
6 - Limites d'utilisation de l'accidentologie	65
CHAPITRE 7 – ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)	67
1 - OBJECTIFS DE L'APR	68
2 - RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES	68
3 - RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	68
3.1 - Agression externes liées aux activités humaines	68
3.1.1 - Danger lié aux voies de circulation	70
3.1.2 - Danger lié aux aérodromes	70
3.1.3 - Danger lié aux lignes électriques	70
3.1.4 - Danger lié à la canalisation de gaz	71
3.1.5 - Danger lié aux autres aérogénérateurs	71
3.2 - Agressions externes liées aux phénomènes naturels	71
4 - SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	72
5 - EFFETS DOMINOS	75
6 - MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	75
7 - CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	81



CHAPITRE 8 – ETUDE DETAILLEE DES RISQUES (EDR) 83

1 - RAPPEL DES DEFINITIONS.....	84
1.1 - Cinétique	84
1.2 - Intensité.....	84
1.3 - Gravité	84
1.4 - Probabilité	85
2 - CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS	87
2.1 - Effondrement de l'éolienne.....	87
2.1.1 - Zone d'effet	87
2.1.2 - Intensité	87
2.1.3 - Gravité.....	87
2.1.4 - Probabilité	88
2.1.5 - Acceptabilité.....	89
2.2 - Chute de glace	90
2.2.1 - Considérations générales	90
2.2.2 - Zone d'effet	90
2.2.3 - Intensité	90
2.2.4 - Gravité.....	90
2.2.5 - Probabilité	91
2.2.6 - Acceptabilité.....	91
2.3 - Chute d'éléments de l'éolienne.....	92
2.3.1 - Zone d'effet	92
2.3.2 - Intensité	92
2.3.3 - Gravité.....	92
2.3.4 - Probabilité	93
2.3.5 - Acceptabilité.....	93
2.4 - Projection de pales ou de fragments de pales	94
2.4.1 - Zone d'effet	94
2.4.2 - Intensité	94
2.4.3 - Gravité.....	94
2.4.4 - Probabilité	95
2.4.5 - Acceptabilité.....	96
2.5 - Projection de glace	97
2.5.1 - Zone d'effet	97
2.5.2 - Intensité	97
2.5.3 - Gravité.....	97
2.5.4 - Probabilité	98
2.5.5 - Acceptabilité.....	98
3 - Effets sur les postes de livraison	100
4 - SYNTHÈSE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	101
4.1 - Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	101
4.2 - Synthèse de l'acceptabilité des risques	101

CHAPITRE 9 - MOYENS D'INTERVENTIONS ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES DES DANGERS..... 108

1 - MOYENS INTERNES	109
1.1 - Organisation en cas de dysfonctionnement	109
1.2 - Moyens matériels	109
1.3 - Moyens humains	109
2 - MOYENS EXTERNES.....	110

CHAPITRE 10 - CONCLUSION111

CHAPITRE 11 – ANNEXES A L'ETUDE DE DANGERS114

1 - ANNEXE 1 – COURRIER DE REPONSE DE GRT GAZ	116
2 - ANNEXE 2 – METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE	118
2.1 - Terrains non bâtis	118
2.2 - Voies de circulation	118
2.2.1 - Voies de circulation automobiles	118
2.2.2 - Voies ferroviaires	118
2.2.3 - Voies navigables.....	118
2.2.4 - Chemins et voies piétonnes	118
2.3 - Logements	118
2.4 - Etablissements recevant du public (ERP)	118
2.5 - Zones d'activité	119
3 - ANNEXE 3 : TABLEAU DES ACCIDENTS SURVENUS EN FRANCE	120
4 - ANNEXE 4 – SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	137
4.1 - Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02).....	137
4.1.1 - Scénario G01	137
4.1.2 - Scénario G02	137
4.2 - Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07).....	137
4.3 - Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02).....	138
4.3.1 - Scénario F01.....	138
4.3.2 - Scénario F02	138
4.4 - Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)	138
4.5 - Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06).....	138
4.5.1 - Scénario P01.....	138
4.5.2 - Scénario P02.....	138
4.5.3 - Scénarios P03	138
4.6 - Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10).....	138
5 - ANNEXE 5 – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL.....	139
6 - ANNEXE 6 –GLOSSAIRE	140
7 - ANNEXE 7 – BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES	142

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Rubriques de la nomenclature des I.C.P.E.....	11	Tableau 33 : Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels	71
Tableau 2 : Commune de la zone d’implantation potentielle	11	Tableau 34 : Analyse des risques	73
Tableau 3 : Communes du rayon d’affichage	11	Tableau 35 : Fonction de sécurité	76
Tableau 4 : Renseignements administratifs du demandeur.....	12	Tableau 36 : Scénarios exclus	81
Tableau 5 : Situation géographique du projet.....	15	Tableau 37 : Degré d’exposition	84
Tableau 6 : Principales villes du secteur par rapport au projet.....	15	Tableau 38 : Echelle de gravité des conséquences sur l’homme.....	85
Tableau 7 : Liste des sections cadastrales	18	Tableau 39 : Echelle de gravité des conséquences sur l’environnement	85
Tableau 8 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison	18	Tableau 40 : Acceptabilité des conséquences selon la classe de probabilité.....	86
Tableau 9 : Températures moyennes à la station de Val-de-Meuse (en °C) entre 1981 et 2010	23	Tableau 41 : Intensité du phénomène « Effondrement de l’éolienne » - Gabarit d’éolienne maximisant.....	87
Tableau 10: Records des températures maximales et minimales, nombres de jours de gel et nombres de jours avec T° <= - 5°C à la station de Val-de-Meuse (en °C) entre 1981 et 2010.....	24	Tableau 42 : Calcul du nombre d’équivalent personnes permanentes dans la zone d’effet « Effondrement de l’éolienne »	88
Tableau 11 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Val-de-Meuse (en mm)	24	Tableau 43 : Gravité du phénomène « Effondrement de l’éolienne »	88
Tableau 12 : Objectifs d’état retenu.....	26	Tableau 44 : Probabilité du phénomène « Effondrement de l’éolienne »	88
Tableau 13 : Catastrophe naturelle « mouvements de terrain » sur la commune étudiée.....	28	Tableau 45 : Acceptabilité du phénomène « Effondrement de l’éolienne ».....	89
Tableau 14 : Arrêtés de catastrophe naturelle sur la commune concernée par la Z.I.P.	30	Tableau 46 : Intensité du phénomène « Chute de glace » - Gabarit d’éolienne maximisant	90
Tableau 15 : Population et densité de population de la commune concernée par la Z.I.P.	34	Tableau 47 : Calcul du nombre d’équivalent personnes permanentes dans la zone d’effet « Chute de glace ».....	91
Tableau 16 : Distances entre les habitations et la zone d’implantation potentielle.....	34	Tableau 48 : Gravité du phénomène « Chute de glace ».....	91
Tableau 17 : Etablissements sensibles situés sur la commune concernée par la Z.I.P.	35	Tableau 49 : Acceptabilité du phénomène « Chute de glace »	91
Tableau 18 : Etablissements Recevant du Public (ERP) sur la commune de la Z.I.P.	36	Tableau 50 : Intensité du phénomène « Chute d’éléments de l’éolienne » - Gabarit d’éolienne maximisant.....	92
Tableau 19 : Comptages routiers à proximité de la zone d’implantation potentielle	36	Tableau 51 : Calcul du nombre d’équivalent personnes permanentes dans la zone d’effet « Chute d’éléments de l’éolienne »	93
Tableau 20 : Etablissements SEVESO II dans un rayon de 6 km autour de la Z.I.P.....	40	Tableau 52 : Gravité du phénomène « Chute d’éléments de l’éolienne »	93
Tableau 21 : Nombre d’équivalent-personnes permanentes dans l’aire d’étude	42	Tableau 53 : Acceptabilité du phénomène « Chute d’éléments de l’éolienne ».....	93
Tableau 22 : Caractéristiques du gabarit maximisant	46	Tableau 54 : Intensité du phénomène « Projection de pale ou de fragments de pale » - Gabarit d’éolienne maximisant	94
Tableau 23 : Caractéristiques du gabarit d’éolienne maximisant	48	Tableau 55 : Calcul du nombre d’équivalent personnes permanentes dans la zone d’effet « Projections de pales ou de fragments de pale»	95
Tableau 24 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison	48	Tableau 56 : Gravité du phénomène « Projections de pales ou de fragments de pales »	95
Tableau 25 : Caractéristiques de fonctionnement	50	Tableau 57 : Probabilité du phénomène « Projection de pales ou de fragments de pales ».....	95
Tableau 26 : Caractéristiques techniques des éléments constituant du parc éolien	50	Tableau 58 : Acceptabilité du phénomène « Projection de pale ou de fragment de pale »	96
Tableau 27 : Dangers potentiels liés au fonctionnement de l’installation	57	Tableau 59 : Intensité du phénomène « Projection de morceaux de glace » - Gabarit d’éolienne maximisant	97
Tableau 28 : Recensement des agressions externes liées aux activités humaines	69	Tableau 60 : Calcul du nombre d’équivalent personnes permanentes dans la zone d’effet « Projection de morceaux de glace »	98
Tableau 29 : Comptages routiers.....	70	Tableau 61 : Gravité du phénomène « Projections de morceaux de glace »	98
Tableau 30 : Distance entre les éoliennes et les routes du secteur	70	Tableau 62 : Acceptabilité du phénomène « Projection de morceaux de glace »	98
Tableau 31 : Distances entre les éoliennes, les lignes électriques et la canalisation de gaz	70	Tableau 63 : Acceptabilité du phénomène « Projection de morceaux de glace » avec application du système d’arrêt en cas de détection de glace.....	99
Tableau 32 : Distance entre les éoliennes et les routes du secteur	71		



Tableau 64 : Synthèse des scénarios étudiés	101
Tableau 65 : Coordonnées des services de sécurités et de secours publics ou privés.....	110
Tableau 66 : Hiérarchisation des phénomènes dangereux	112
Tableau 67 : Niveau d'acceptabilité des risques	112

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation régionale du projet éolien de Nogent	16
Figure 2 : Localisation de la Z.I.P.....	17
Figure 3 : Localisation des éoliennes et des postes de livraison	19
Figure 4 : Carte des aires d'étude.....	21
Figure 5 : Climats de la France.....	23
Figure 6 : Températures moyennes mensuelles à la station de Val-de-Meuse	23
Figure 7 : Nombre moyen de jours de gel à la station de Val-de-Meuse.....	24
Figure 8 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Val-de-Meuse.....	24
Figure 9 : Potentiel éolien de la France	25
Figure 10 : Vitesse moyenne des vents à 50 m de hauteur en Champagne-Ardenne	25
Figure 11 : Rose des énergies et fréquence sur la zone d'implantation potentielle.....	26
Figure 12 : Extrait de la carte géologique.....	27
Figure 13 : Les captages d'alimentation d'eau potable et leurs périmètres à proximité de la Z.I.P.	27
Figure 14 : Exposition au retrait et gonflement des argiles	29
Figure 15 : Cavités souterraines répertoriées par le BRGM	29
Figure 16 : Risque d'inondation par remontées de nappes	30
Figure 17 : Carte des zones sismiques en France	31
Figure 18 : Nombre d'impact moyen de foudre au sol par km ² /an (période 1997-2014)	32
Figure 19 : Urbanisme sur la zone d'implantation potentielle.....	35
Figure 20 : Comptages routiers à proximité de la ZIP	36
Figure 21 : Distance minimale d'éloignement à la canalisation de gaz.....	38
Figure 22 : Carte des servitudes et contraintes sur la zone d'implantation potentielle	41
Figure 23 : Carte des enjeux dans un rayon de 500 m autour des éoliennes	43
Figure 24 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur	47
Figure 25 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne	47
Figure 26 : Plan détaillé de l'installation	49
Figure 27 : Composants du parc éolien	53
Figure 28 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011	62

Figure 29 : Répartition en pourcentage des événements accidentels sur le parc d'aérogénérateurs français entre janvier 2012 et avril 2020	62
Figure 30 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et fin septembre 2020.....	63
Figure 31 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011	63
Figure 32 : Répartition des causes premières d'effondrement	63
Figure 33 : Répartition des causes premières de rupture de pale.....	64
Figure 34 : Répartition des causes premières d'incendie	64
Figure 35 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées.....	64
Figure 36 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et puissance totale raccordée entre 2012 et 2019.....	65
Figure 37 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Effondrement de l'éolienne ».....	87
Figure 38 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Chute de glace »	90
Figure 39 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Chute d'éléments des éoliennes »	92
Figure 40 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Projection de pales ou de fragments de pales	94
Figure 41 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Projection de glace »	97
Figure 42 : Carte de synthèse des enjeux et des zones d'effet du projet de parc éolien de Nogent.....	102
Figure 43 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E1 du projet de parc éolien de Nogent.....	103
Figure 44 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E2 du projet de parc éolien de Nogent.....	104
Figure 45 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E3 du projet de parc éolien de Nogent.....	105
Figure 46 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E4 du projet de parc éolien de Nogent.....	106





Chapitre 1 - INTRODUCTION

1 - OBJET DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par H2AIR pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du projet éolien de Nogent, 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 éolien de Nogent. 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 Nogent, 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.

La présente étude de dangers a été réalisée par le bureau d'études ALISE, expérimenté notamment dans les dossiers ICPE de parcs éoliens et d'autres ouvrages, en collaboration avec l'équipe de H2AIR pour les données de calculs. Les méthodes de calcul de danger sont celles du GUIDE TECHNIQUE « Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens », validé en juin 2012 par la Direction Générale de Prévention des Risques (DGPR). Les éléments de ce guide ont été pris en compte dans la présente étude.

2 - CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

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'accidents majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement,

l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

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

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

- description de l'environnement et du voisinage ;
- description des installations et de leur fonctionnement ;
- identification et caractérisation des potentiels de danger ;
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers ;
- réduction des potentiels de dangers ;
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs) ;
- analyse préliminaire des risques ;
- étude détaillée de réduction des risques ;
- quantification et hiérarchisation des différents scénarios en termes 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 des 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.



3 - REFERENCE NOMENCLATURE ICPE

Au titre de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, le projet est concerné par la rubrique suivante :

Tableau 1 : Rubriques de la nomenclature des I.C.P.E.

Rubrique	Désignation de l'activité	Régime*	Rayon d'affichage	Caractéristiques de l'installation
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 km	4 éoliennes de gabarit maximisant : 206 m de hauteur maximale totale, de 125 m au moyeu et de 129,25 m au sens ICPE (mât + nacelle)

*A : autorisation D : déclaration

Le projet de parc éolien de Nogent 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 environnementale unique.

Le rayon d'affichage est de 6,0 km. Il permet de définir le périmètre à l'intérieur duquel l'affichage de l'avis d'enquête publique est obligatoire. La commune concernée par la zone d'implantation potentielle est située dans le département de la Haute-Marne (52).

❖ Zone d'implantation potentielle :

Tableau 2 : Commune de la zone d'implantation potentielle

Département	Communes	N°INSEE
Haute-Marne (52)	NOGENT	52353

❖ Communes du rayon d'affichage :

Tableau 3 : Communes du rayon d'affichage

Intercommunalité	Commune	N° INSEE
CA de Chaumont, du Bassin Nogentais et du Bassin de Bologne Vignory Froncles	Ageville	52001
	Biesles	52050
	Lanques-sur-Rognon	52271
	Louvières	52295
	Mandres-la-Côte	52305
	Ninville	52352
	Nogent	52353
	Poinson-lès-Nogent	52396
	Poulangy	52401
	Sarcey	52459
	Thivet	52488
CC du Grand Langres	Is-en-Bassigny	52248
	Sarrey	52461
CC Meuse Rognon	Mennoyeux	52319

4 - RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Tableau 4 : Renseignements administratifs du demandeur

Identité du demandeur	
Raison sociale de la Société	SAS ÉOLIENNES DES JONQUILLES
Forme juridique	Société par Actions Simplifiées (Société à associé unique)
Adresse du siège social	29 rue des trois Cailloux 80 000 AMIENS
NOM, Prénom et qualité du signataire de la demande	Roy MAHFOUZ
N°SIRET	831 956 156 00010
N° APE	3511Z / Production d'électricité
Emplacement de l'installation	
Département	Haute-Marne (52)
Commune)	Nogent
Lieu de l'établissement actif	Nogent (Lieu-dit des postes de livraison)
Nature, volume et classement des installations	
Nature des activités	Installations terrestres de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent
Volume des activités	<p>Nombre d'aérogénérateurs : 4</p> <p>Gabarit maximisant</p> <p>Diamètre du rotor : 163 m</p> <p>Hauteur des mâts au sens ICPE : 129,25 m</p> <p>Hauteur au moyeu : 125 m</p> <p>Hauteur totale en bout de pale : 206 m</p> <p>Puissance unitaire : 5,7 MW</p> <p>Puissance totale installée : 22,8 MW</p> <p>Et deux postes de livraison</p> <p>Emprise au sol : 10 x 3 (30 m² au total)</p> <p>Hauteur : 2,5 m</p>
Rubriques de classement ICPE	2980-1 (A, 6 km)





Chapitre 2 – LOCALISATION DU SITE

1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le site retenu pour l'implantation du parc éolien de Nogent est le suivant :

Tableau 5 : Situation géographique du projet

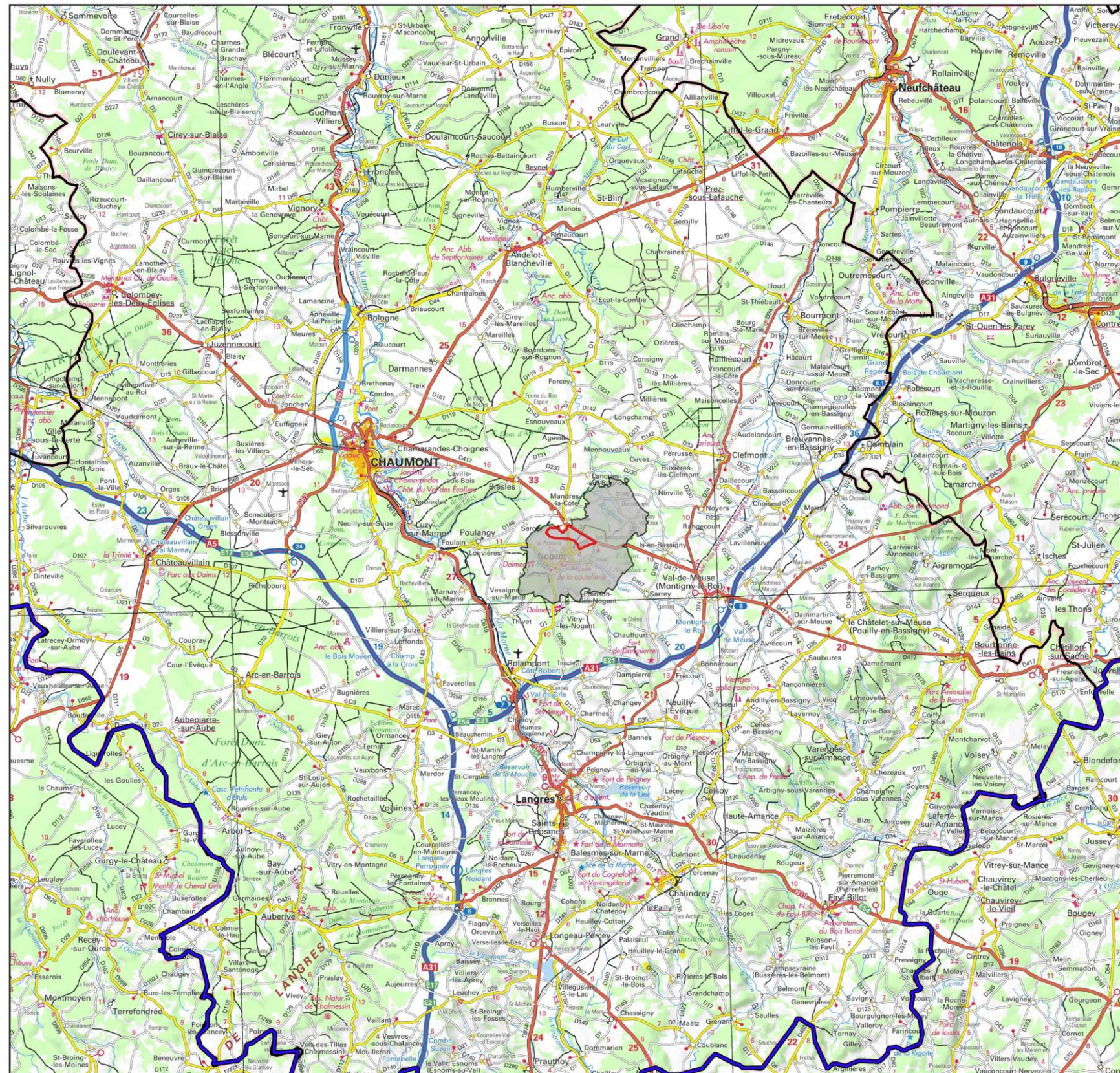
Région	Grand-Est
Département	Haute-Marne (52)
Arrondissement	Chaumont
Canton	Nogent
Commune	Nogent
Intercommunalité	Communauté d'Agglomération de Chaumont, du Bassin Nogentais et Bassin de Bologne Vignory Froncles
Communes limitrophes	Louvières, Sarcey, Mandres-la-Cote, Lanques-sur-Rognon, Mennouveaux, Ninville, Is-en-Bassigny, Sarrey, Poinson-lès-Nogent, Vitry-les-Nogent, Thivet, Vesaignes-sur-Marne

Le tableau suivant présente les distances à vol d'oiseau entre la zone d'implantation potentielle et les principales villes les plus proches (en termes de population) :

Tableau 6 : Principales villes du secteur par rapport au projet

Communes	Distance à vol d'oiseaux
Chaumont	environ 16 km
Langres	environ 20 km

Les figures suivantes représentent la localisation régionale du projet éolien de Nogent ainsi que la localisation de la zone d'implantation potentielle.



Localisation régionale de la zone d'implantation potentielle

Eoliennes des Jonquilles (52)

- Zone d'implantation potentielle
- Commune de Nogent
- Limites départementales
- Limites régionales



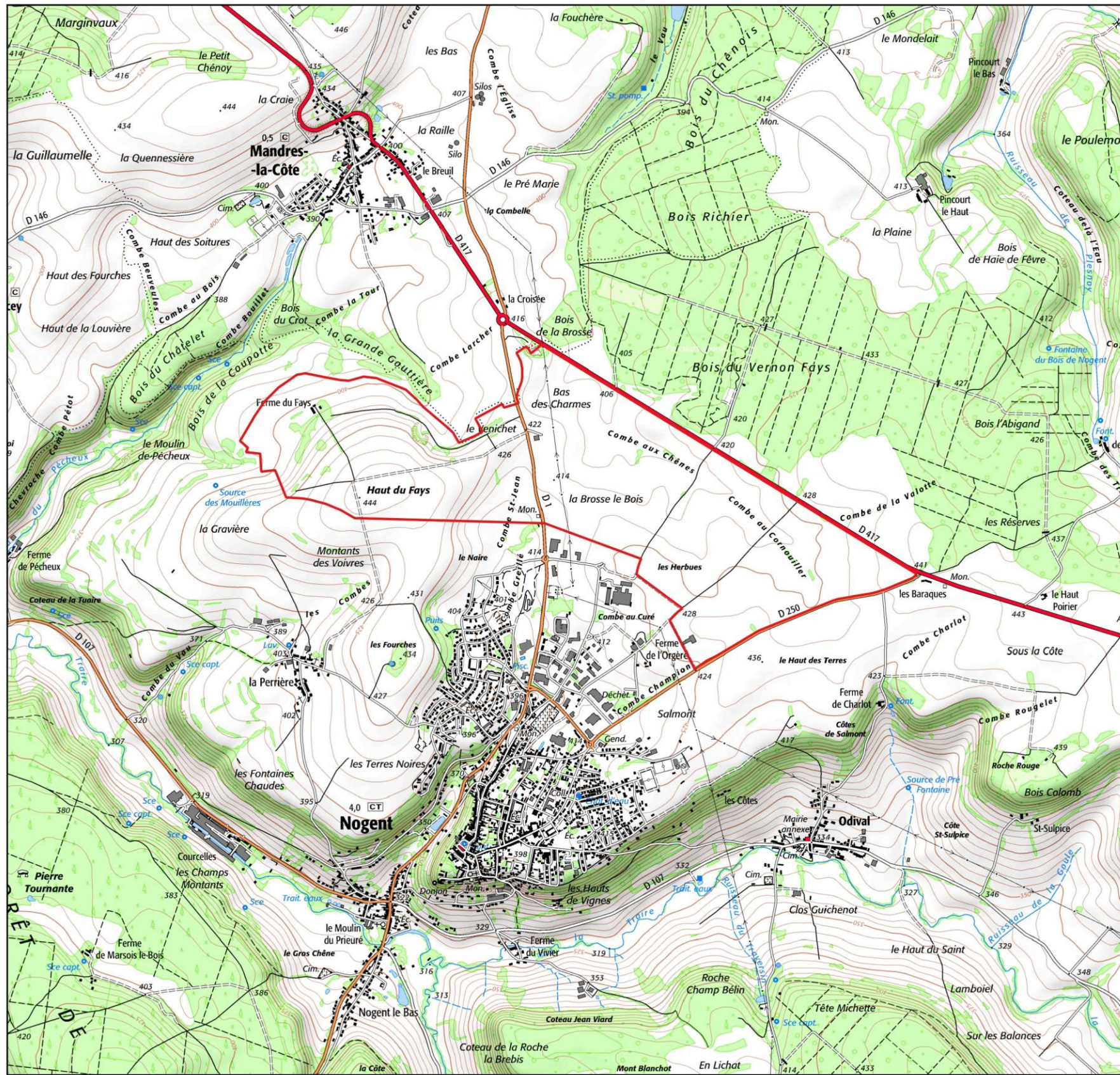
0 7.5 15 km



Source : Scan IGN
Réalisation : ALISE, 2020

Figure 1 : Localisation régionale du projet éolien de Nogent

Source : Scan IGN



Localisation de la zone d'implantation potentielle

Eoliennes des Jonquilles (52)

Zone d'implantation potentielle

Source : Scan IGN
 Réalisation : ALISE, 2019

Figure 2 : Localisation de la Z.I.P

2 - SITUATION ADMINISTRATIVE

Les éoliennes et les postes de livraison sont concernés par les parcelles cadastrales suivantes :

Tableau 7 : Liste des sections cadastrales

Eolienne	N° des sections cadastrales			Lieu-dit
	Fondation	Plateforme	Survol	
E1	ZI 26	ZI 26	ZI 22 / 23 / 24 / 26	Bas des Charmes
E2	ZI 26	ZI 26	ZI 26	Bas des Charmes
E3	ZL 8	ZL 8	ZL 8 / ZL 9	Champ Bricard
E4	ZL 19	ZL 19	ZL 19 / 28 / 29 / 30	Les Courtes Royes
PDL	N° des sections cadastrales			Lieu-dit
PDL 1	ZI 26 (pieds de E2)			Bas des Charmes
PDL 2	ZI 26 (pieds de E2)			Bas des Charmes
Accès	N° des sections cadastrales			Lieu-dit
Accès E1	ZI 35			Champ Bricard
Accès E2	ZI 35			Champ Bricard
Accès E3	ZL 13			Champ Bricard
Accès E4	ZL 13			Champ Bricard

La présente étude de dangers est en partie basée sur des éléments issus de l'étude d'impact sur l'environnement. L'état initial a été réalisé sur la zone d'implantation potentielle sur la commune de Nogent.

3 - COORDONNEES DES EOLIENNES ET DES POSTES DE LIVRAISON

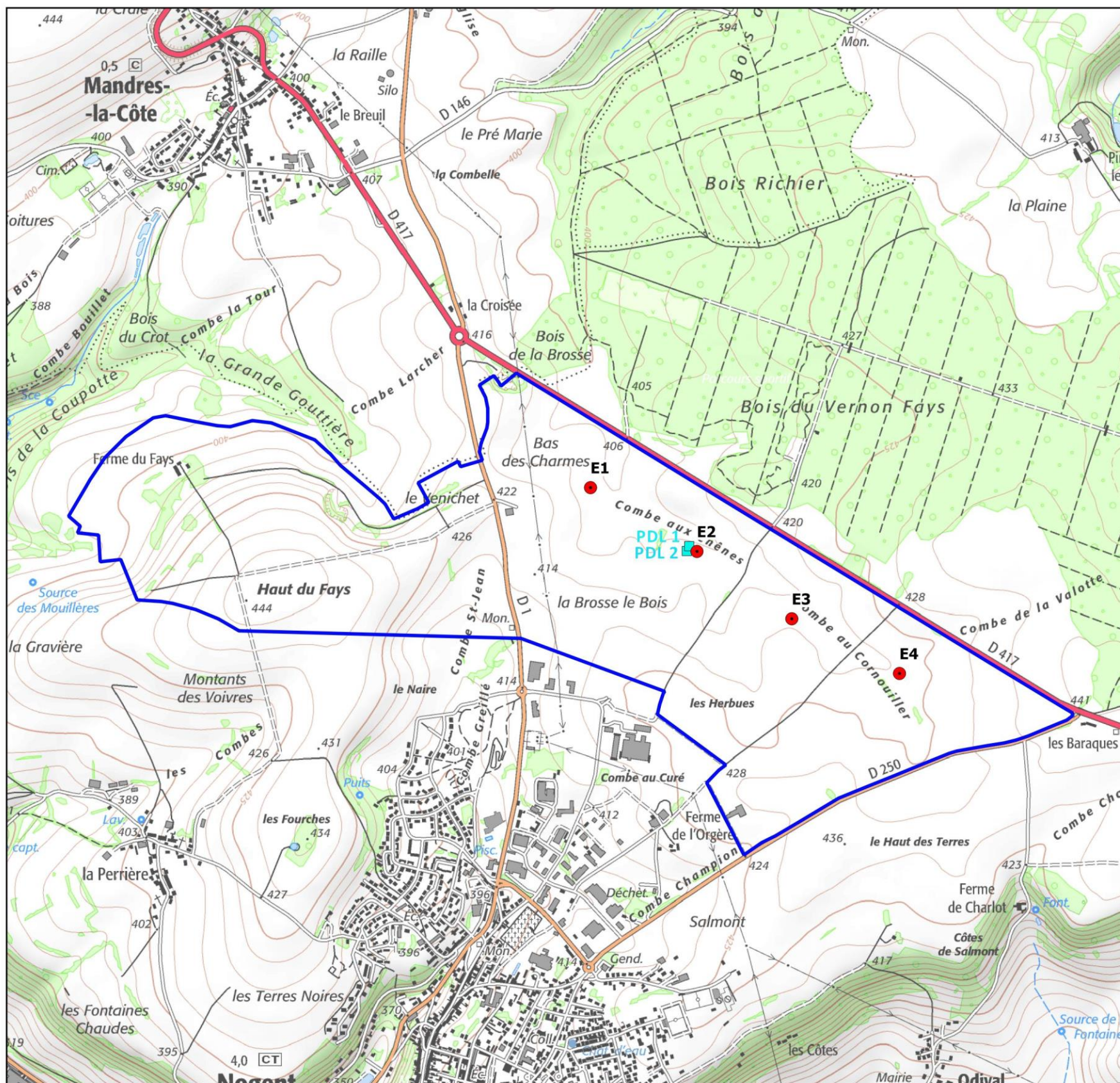
La position de l'éolienne E4 a été décalée d'environ 4 m vers l'ouest par rapport au dossier initial afin d'anticiper la différence entre les limites cadastrales théoriques et réelles des parcelles ZL 19 et ZL 29.

Tableau 8 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison

Eoliennes	Coordonnées						Altitude (en m NGF)	
	Lambert 93		Lambert II étendu		WGS 84		Pied de l'éolienne	Bout de pale
	X	Y	X	Y	Est	Nord		
E1	875236,76	6774626,44	824804,59	2343123,87	5°21'07.7850" E	48°2'54.6986" N	407 m	613 m
E2	875642,69	6774383,26	825212,89	2342884,00	5°21'27.0382" E	48°2'46.4320" N	412 m	618 m
E3	876004,55	6774126,59	825577,20	2342630,26	5°21'44.1418" E	48°2'37.7704" N	418 m	624 m
E4	876411,87	6773920,13	825986,57	2342427,15	5°22'3.5116" E	48°2'30.6895" N	421 m	627 m
PL1	875604,01	6774384,80	825174,17	2342885,22	5°21'25.1723" E	48°2'46.5191" N		
PL2	875613,03	6774403,32	825183,03	2342903,82	5°21'25.6345" E	48°2'47.1102" N		

E : éolienne


PDL : Poste de livraison



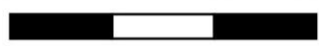
Localisation des éoliennes et des postes de livraison


Eoliennes des Jonquilles (52)

- Zone d'implantation Potentielle (Z.I.P.)
- Eolienne en projet
- Poste de livraison (PDL)



0 250 500 750 m





Source : SCAN 25, H2AIR
Réalisation : ALISE, 2020

Figure 3 : Localisation des éoliennes et des postes de livraison



4 - DEFINITION DES AIRES D'ETUDE

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 2.4 -, page 94. Les éoliennes seront implantées à plus de 500 m des habitations.

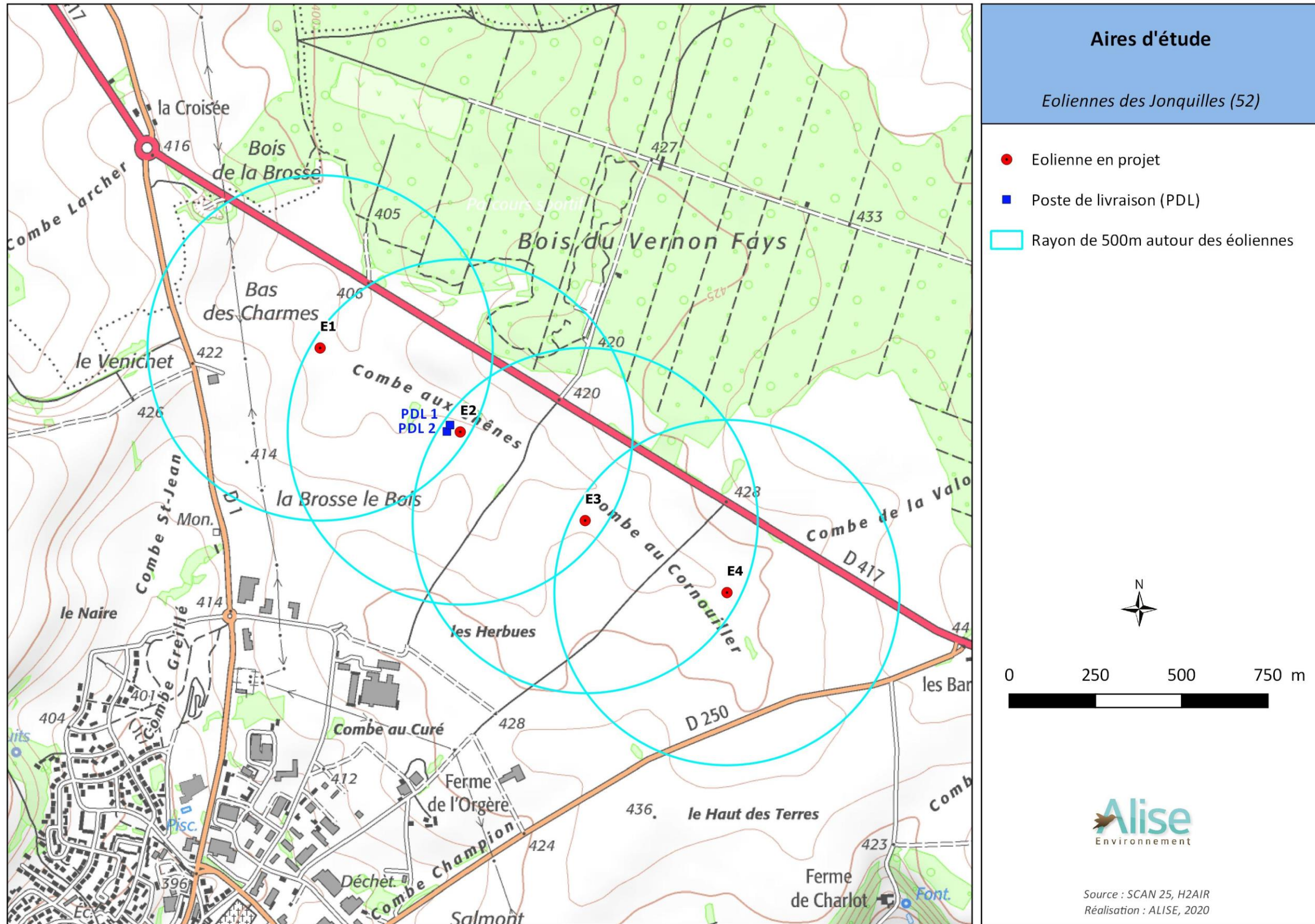


Figure 4 : Carte des aires d'étude



Chapitre 3 - 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).

La description complète du site du projet et de son environnement est présentée dans la partie « Etat initial » de l'Etude d'impact (chapitre 3 – Analyse de l'état initial du site et de son environnement). Une synthèse de cette partie est proposée dans les paragraphes suivants.

1 - ENVIRONNEMENT NATUREL

1.1 - CONTEXTE CLIMATIQUE

1.1.1 - Climat local

Les données climatologiques proviennent de la station météorologique Météo-France de Val-de-Meuse située à environ 15 km de la zone d'implantation potentielle (station météo la plus proche du site fournissant les données de pluviométrie et de température sur une période de 30 ans). La région dans laquelle se situe le projet bénéficie d'un climat de type océanique très altéré qui se caractérise par des hivers froids, des étés chauds et des précipitations abondantes.

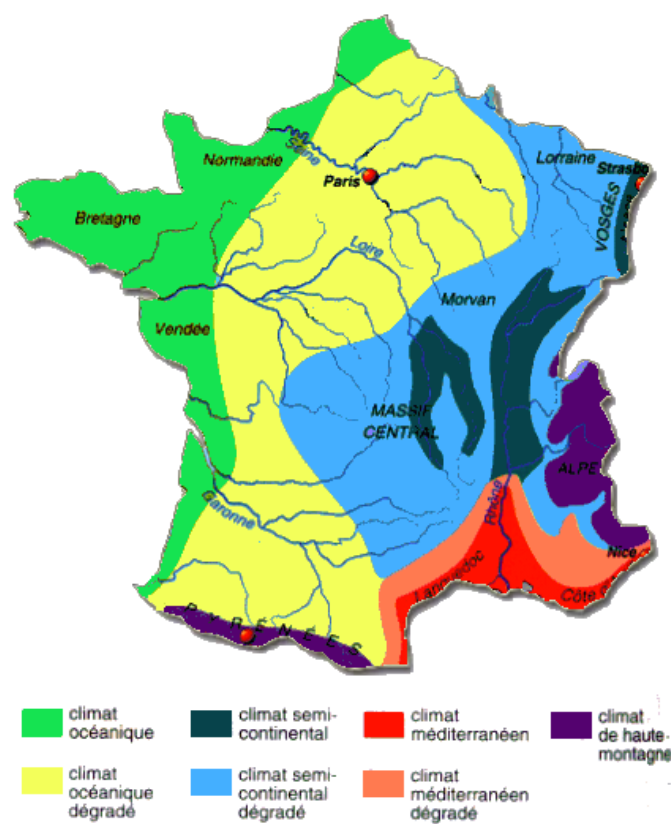


Figure 5 : Climats de la France

➤ Températures

Le tableau et le graphique suivants indiquent les moyennes mensuelles des températures minimales, moyennes et maximales relevées à la station de Val-de-Meuse (en °C - période : 1981–2010) :

Tableau 9 : Températures moyennes à la station de Val-de-Meuse (en °C) entre 1981 et 2010

Source : Météo-France

T°	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Minimum	-1,5	-1,4	1,1	3	7,1	10,1	12,1	11,5	8,5	5,9	1,9	-0,4	4,9
Moyenne	1,2	2,1	5,6	8,5	12,8	15,9	18,2	17,8	14	10,1	5	2,1	9,5
Maximum	3,8	5,6	10,1	13,9	18,4	21,8	24,4	24	19,5	14,3	8,1	4,6	14,1

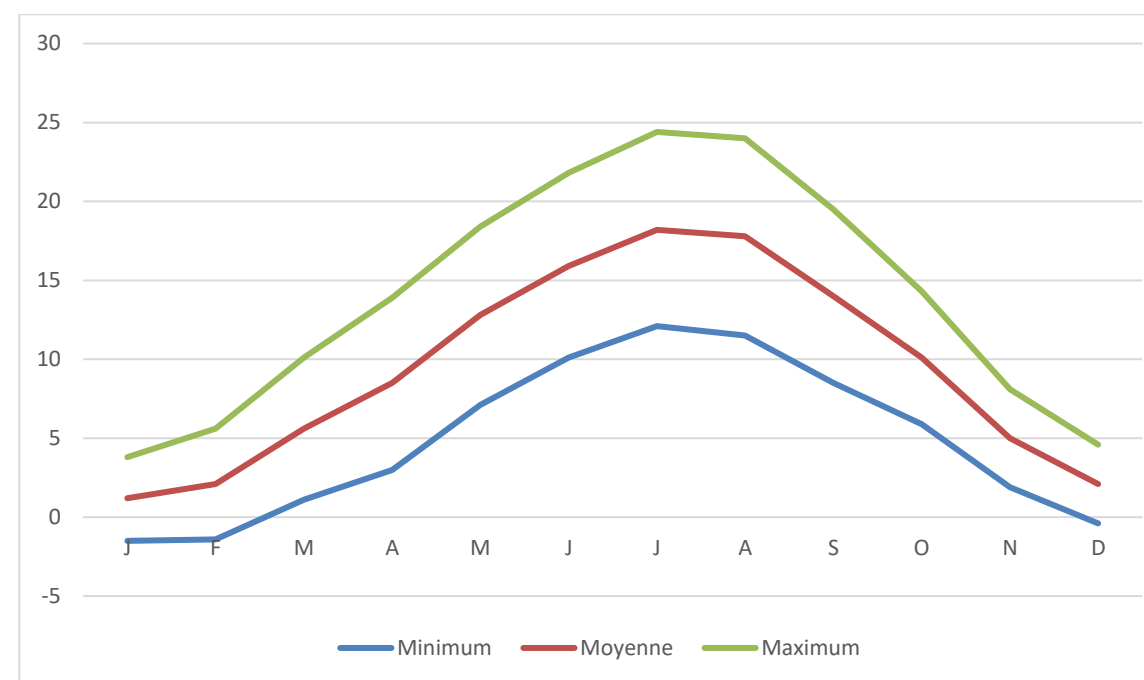


Figure 6 : Températures moyennes mensuelles à la station de Val-de-Meuse

Source : Météo-France

La température moyenne annuelle est de 9,5°C. L'amplitude thermique est de 17°C. La température moyenne la plus basse s'observe en janvier (1,2 °C) tandis que la température moyenne la plus élevée s'observe en juillet (18,2°C).

➤ Gel

Le tableau suivant présente pour chaque mois le nombre de jours de gel ainsi que les records des températures minimales et maximales relevés à la station de Val-de-Meuse (période : 1981 à 2010) :

Tableau 10: Records des températures maximales et minimales, nombres de jours de gel et nombres de jours avec T° ≤ -5°C à la station de Val-de-Meuse (en °C) entre 1981 et 2010

Source : Météo-France

Paramètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
T° max absolue en °C	16,5	22	24	28	32,5	37	39,5	39	36	29,5	21,2	15,5	39,5
T° min absolue en °C	-25	-23	-18	-9,5	-4	-0,5	1	1	-3	-7,5	-13,5	-22	-25
Nombre de jours de gel	19,1	17,6	13,6	7,8	1	-	-	-	0,4	3,8	10,6	16,5	90,4
Nombre de jours avec T° ≤ -5°	7,1	6,4	2,7	0,4	-	-	-	-	-	0,2	2,6	5,1	24,5

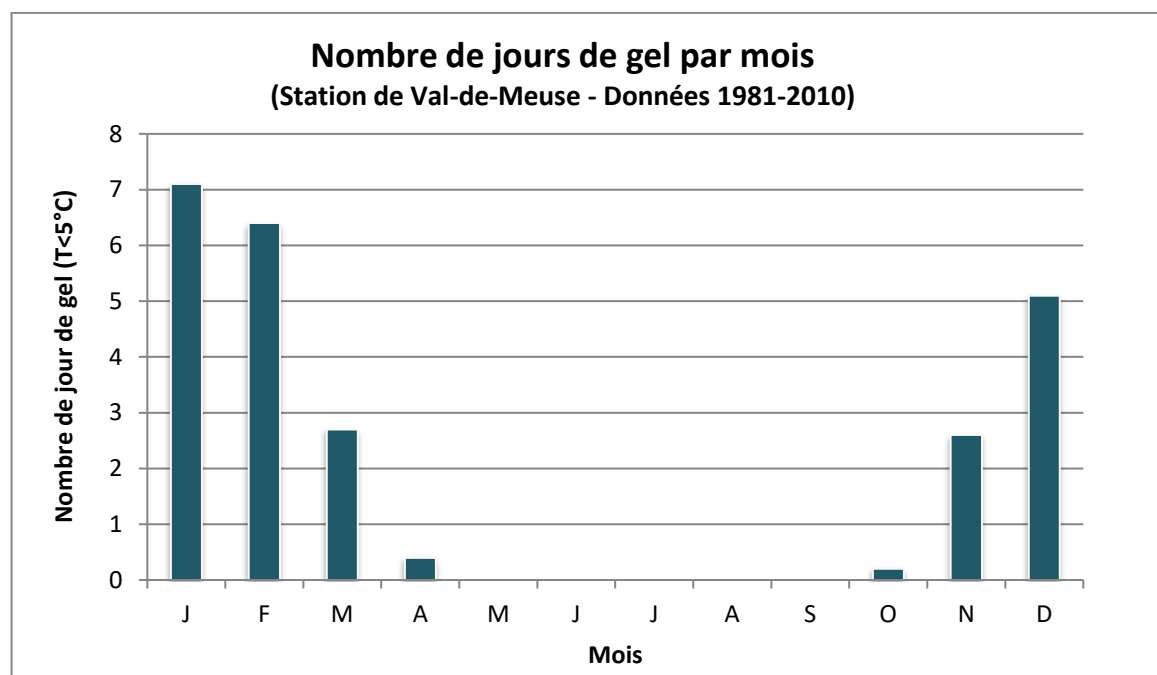


Figure 7 : Nombre moyen de jours de gel à la station de Val-de-Meuse

Source : Météo France

Les mois les plus exposés au gel sont janvier, février et décembre avec respectivement 19,1 -17,6 et 16,5 jours de gel par mois. La période allant de juin à août n'est pas concernée par des épisodes de gel.

En moyenne, à la station de Val-de-Meuse, 90,4 jours de gel par an sont comptabilisés pour la période de 1981 et 2010. Le nombre de jours de fortes gelées (températures inférieures à -5°C) est d'environ 24,5 jours par an.

➤ Pluviométrie

Le tableau et le graphique suivants indiquent les moyennes mensuelles des précipitations relevées à la station de Val-de-Meuse (hauteur de précipitations en mm – période : 1981–2010) :

Tableau 11 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Val-de-Meuse (en mm)

Source : Météo-France

Paramètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitations en mm	83,1	65,7	70,2	60,7	82,4	73,2	67,6	68,6	80,2	92,7	87,3	92,6	924,3

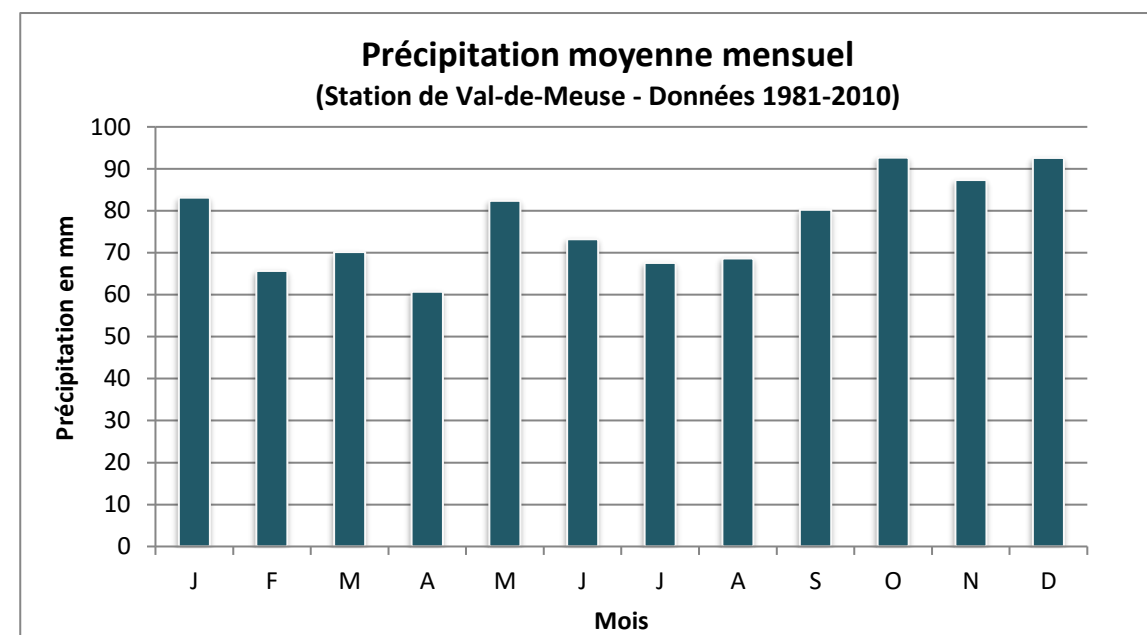


Figure 8 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Val-de-Meuse

Source : Météo-France

La répartition des précipitations est assez régulière sur l'ensemble de l'année. On note cependant un minimum en avril (60,7 mm) et un maximum en octobre (92,7 mm). Globalement, la période la plus pluvieuse va d'octobre à décembre avec des précipitations mensuelles supérieures à 87 mm.

➤ Orages

L'activité orageuse est appréciée par la densité d'arcs (Da) qui est le nombre d'arcs de foudre par km² et par an. La moyenne française est de 1,59 arc/km²/an. A titre de comparaison, la commune de France la plus foudroyée est Beauvezer (04) avec une Da de 7,97 arcs/km²/an. La commune la moins foudroyée est Guilvinec (29) avec une Da de 0,06 arc/km²/an.

Depuis 2019 et la norme IEC 62858 transposée en NF EN 62858, la Nsg est la valeur de référence pour étudier la densité de foudroiement par km² et par an.

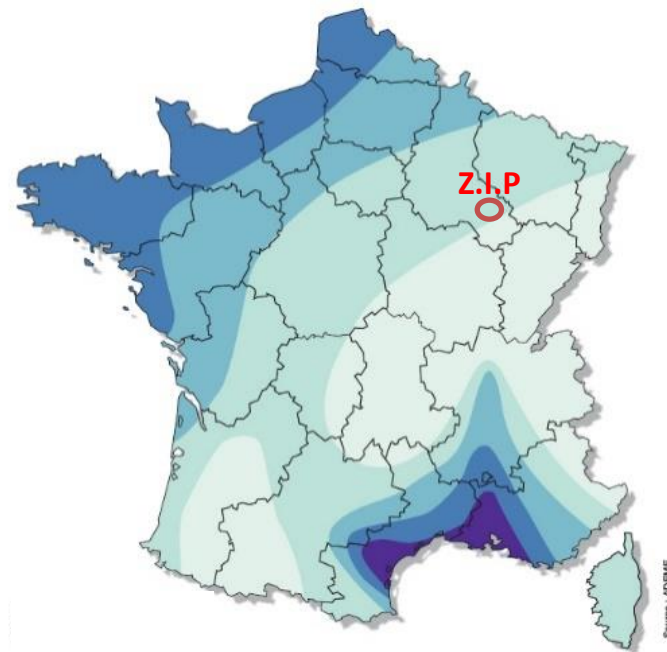
La densité de foudroiement du département de la Haute-Marne est de 1,09 Nsg/km²/an. D'après le site internet Météorage, la commune de Nogent a une densité de foudroiement modérée.

La Z.I.P. n'est pas située dans une zone à risque sur le plan de la foudre.

1.1.2 - Potentiel éolien

La France bénéficie d'un potentiel éolien remarquable de par son important linéaire côtier. Elle possède en effet le deuxième potentiel éolien en Europe, après celui du Royaume-Uni.

La carte ci-après représente le potentiel éolien français à 50 m du sol et la situation de la zone d'implantation potentielle (Z.I.P.) :



	Bocage dense, bois, banlieue	Rase campagne, obstacles épars	Prairies plates, quelques buissons	Lacs, mer	Crêtes** collines
Zone 1	< 3,5	< 4,5	< 5,0	< 5,5	< 7,0
Zone 2	3,5 - 4,5	4,5 - 5,5	5,0 - 6,0	5,5 - 7,0	7,0 - 8,5
Zone 3	4,5 - 5,0	5,5 - 6,5	6,0 - 7,0	7,0 - 8,0	8,5 - 10
Zone 4	5,0 - 6,0	6,5 - 7,5	7,0 - 8,5	8,0 - 9,0	10 - 11,5
Zone 5	> 6,0	> 7,5	> 8,5	> 9,0	> 11,5

Figure 9 : Potentiel éolien de la France

Source : ADEME

CARTE DU GISEMENT ÉOLIEN

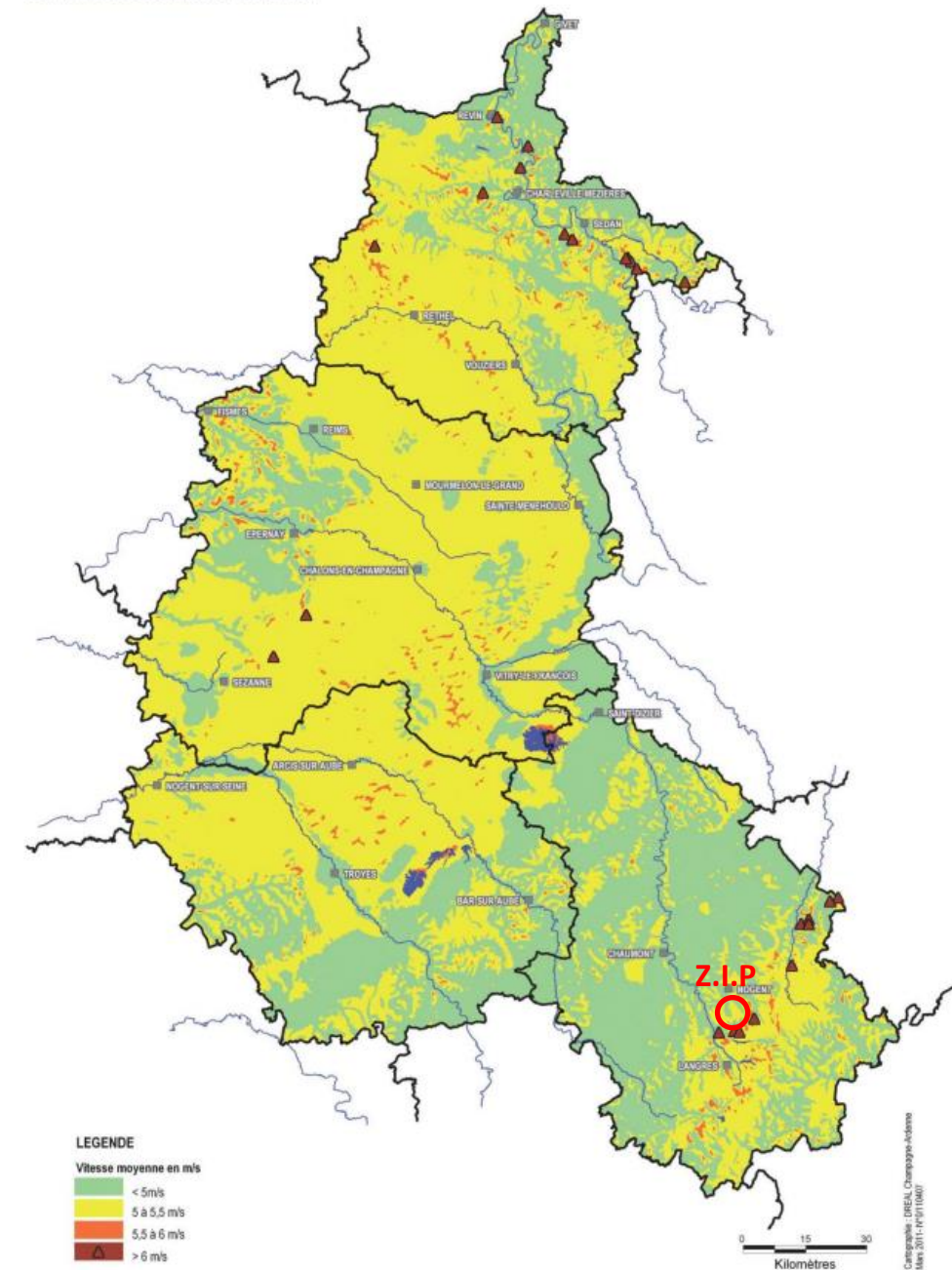


Figure 10 : Vitesse moyenne des vents à 50 m de hauteur en Champagne-Ardenne

Source : Schéma régional éolien de la Région Champagne Ardenne

La ZIP est située dans un secteur présentant une vitesse des vents comprise entre 5 et 5,5 m/s à 50 m de hauteur.

➤ Schéma régional éolien

Le Schéma Régional Eolien (SRE) de la région Champagne Ardenne indique que la vitesse moyenne du vent sur la région est de 5 m/s à 5,5 m/s. La zone d'étude se situe dans un secteur où la vitesse moyenne du vent est comprise entre 5 m/s et 5,5 m/s (à 50 m de hauteur).

➤ Potentiel éolien local

D'après les données de la rose des vents et de la rose des énergies, les vents dominants sur la zone d'implantation potentielle sont en direction sud-ouest et dans une moindre mesure en direction nord-est.

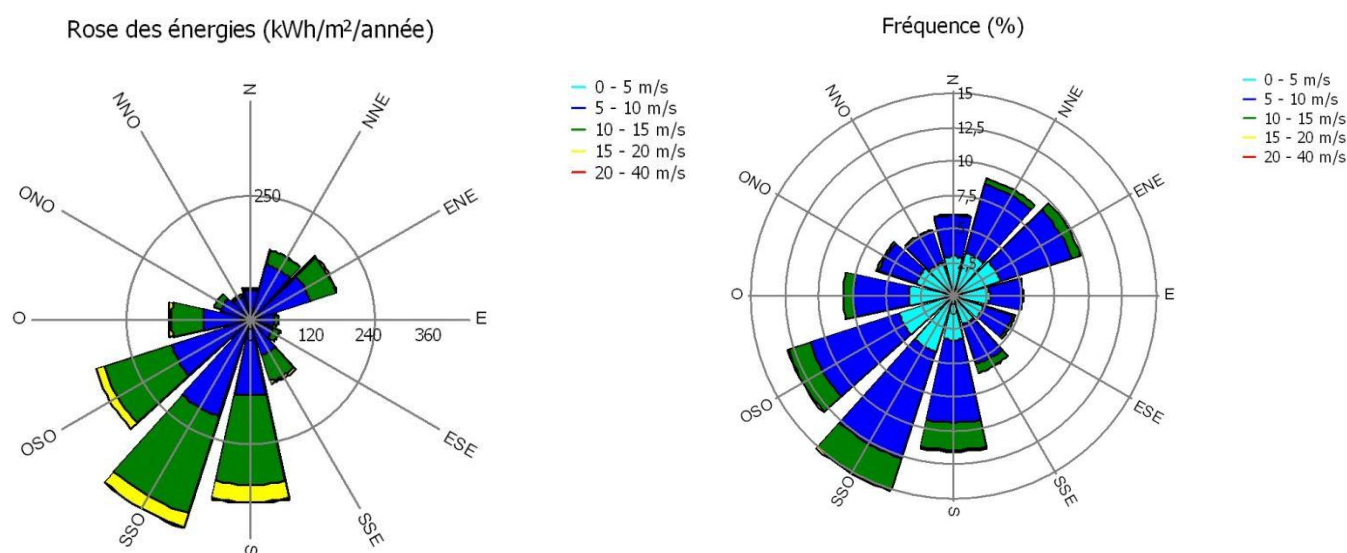


Figure 11 : Rose des énergies et fréquence sur la zone d'implantation potentielle

Pour le parc éolien de Nogent, la production annuelle est ainsi estimée à 59,5 GWh soit la consommation de plus de 16 800 foyers (hors chauffage). Cela permettra d'éviter le rejet dans l'atmosphère d'au moins 43 000 tonnes de CO₂ par an.

1.2 - CONTEXTE PHYSIQUE

1.2.1 - Topographie

La commune de la zone d'implantation potentielle (Z.I.P.) est celle de Nogent. Le point le plus haut de la ZIP est situé à l'ouest, au niveau du Haut du Fay, à + 444 m NGF. Le point le plus bas se situe également à l'ouest de la ZIP, à +400 m NGF, au niveau de la Ferme du Fay.

La zone d'implantation potentielle se trouve à une altitude comprise entre + 400 m NGF et + 444 m NGF.

1.2.2 - Hydrologie

La commune de Nogent est traversée par deux rivières et des affluents : la Traire, le Rognon, le ruisseau du Pécheux, le ruisseau de Vitry, le ruisseau de la Goule, le ruisseau du Plesnoy et le ruisseau de l'Orgère et le ruisseau de Poinson.

La zone d'implantation potentielle n'est traversée par aucun cours d'eau.

Le tableau suivant présente les objectifs d'état retenus pour les cours d'eau principaux traversant la commune de Nogent dans le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015

Tableau 12 : Objectifs d'état retenu

Source : SDAGE Seine-Normandie 2010-2015

Cours d'eau	Objectif d'état chimique	Objectif d'état écologique
La Traire de sa source au confluent de la Marne (exclu)	Bon état 2027	Bon état 2021
Le Rognon de sa source au confluent de la Sueurre (exclu)	Bon état 2015	Bon état 2015
Ruisseau de Poinson	Bon état 2015	Bon état 2015

1.2.3 - Géologie

➤ Contexte géologique

Le contexte géologique a été étudié sur la zone d'implantation potentielle. Du point de vue géologique, la zone d'implantation potentielle se situe au sein du Bassin Parisien. D'après la carte géologique de Haute-Marne (cf. Figure 12), les formations géologiques se trouvant à l'affleurement sur la Z.I.P. sont les suivantes :

- **Complexe des limons (LP)** : ils sont constitués pour l'essentiel de grains de quartz très fins (taille généralement inférieure à 60 microns) mis en place par le vent lors des différentes périodes froides du Quaternaire. Ils constituent un recouvrement uniforme sur le plateau, dont l'épaisseur est variable.
- **Grouines (GP)** : elles sont constituées d'une matrice argileuse et de petits cailloux provenant de l'éclatement par le gel de blocs et de cailloux éboulés, formés au quaternaire.
- **Bajocien supérieur oolitique et Marnes à *Liostrea acuminata* (j1a-b)** : elles sont constituées de marnes grises et de calcaires marneux, mises en place au Jurassique en milieu marin peu profond, favorable au développement d'organismes marins. C'est une couche géologique relativement imperméable.
- **Calcaires à polypiers, calcaires à entroques, Calcaires à oolites cannabines (j1c)** : ils sont constitués de différents calcaires oolithiques tels que les calcaires à cannabines, à polypiers et à entroques. Tous sont spécifiques de la région du sud de Chaumont, les calcaires à entroques étant spécifiques de la vallée du Rognon et de ses affluents.

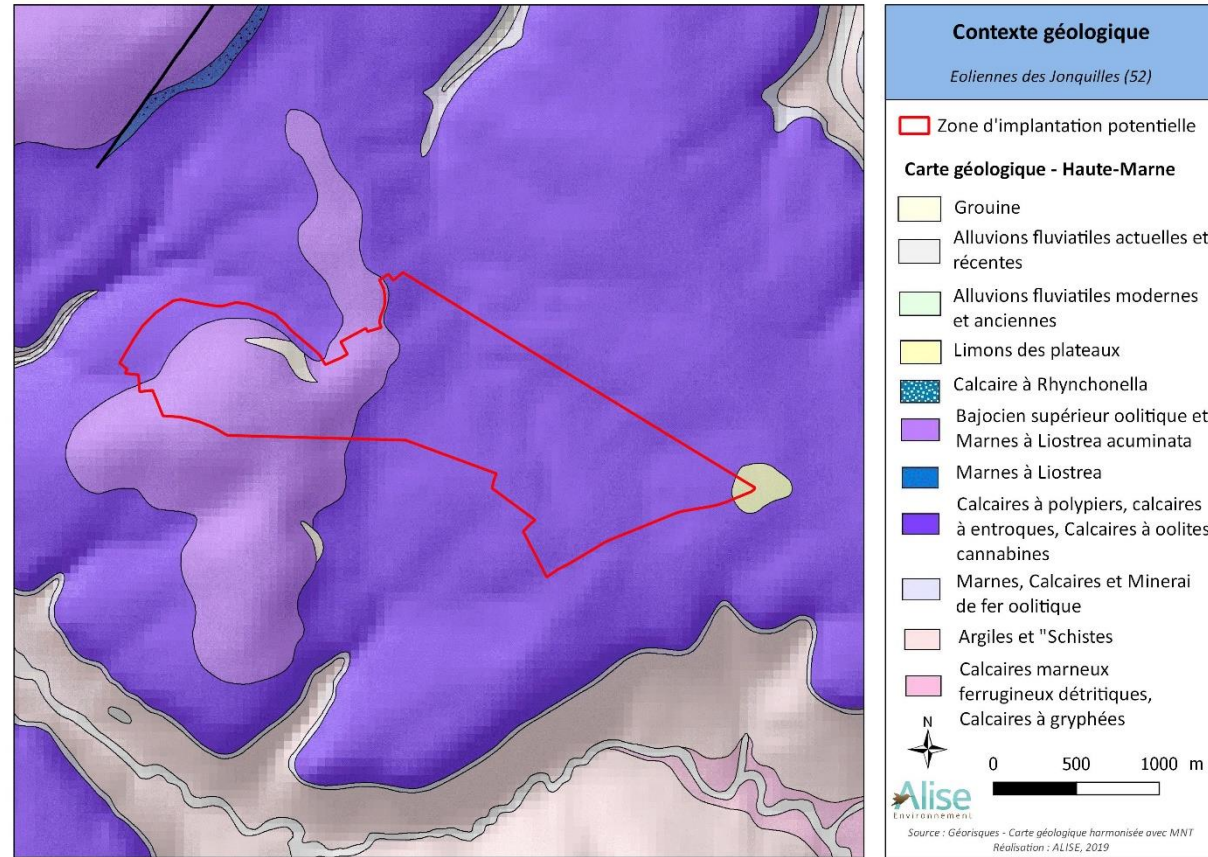


Figure 12 : Extrait de la carte géologique

Source : Géorisques – Carte géologique harmonisée avec MNT

1.2.4 - Hydrogéologie

➤ Définitions

Un aquifère est une couche de terrain, suffisamment poreuse (qui peut stocker de l'eau) et perméable (où l'eau circule librement) qui alimente des ouvrages de production (puits ou captage en eau potable ou pour l'irrigation). On distingue les aquifères poreux et les aquifères fissurés. Dans les aquifères poreux, l'eau est contenue dans les pores de la roche et peut y circuler librement (sables, graviers, grès, etc.). Dans les aquifères fissurés, l'eau est contenue et circule dans les fissures de la roche (calcaires, etc.).

La nappe phréatique est l'aquifère souterrain que l'on rencontre à faible profondeur et qui alimente traditionnellement les puits en eau potable. La nappe est la partie saturée du sol, c'est-à-dire celle où les interstices entre les grains solides sont entièrement remplis d'eau, ce qui permet à celle-ci de s'écouler.

➤ Contexte du site d'étude

Le site d'étude se trouve en bordure sud-est du Bassin Parisien. Il s'agit d'un plateau calcaire jurassique. Plus précisément, la zone d'implantation potentielle se situe sur un plateau principalement constitué par le bloc calcaire du Bajocien.

Le calcaire présente une double perméabilité, une perméabilité dite fissurable en petit entre les grains de la roche et une perméabilité karstique en grand dans un réseau de fissures agrandies par dissolution (phénomène de karstification). Dans le cas présent, la nappe captée sur le secteur d'étude est libre au sein des calcaires. Il s'agit donc d'un aquifère de type karstique.

1.2.5 - Captages pour l'Alimentation en Eau Potable (A.E.P.)

D'après l'Agence Régionale de Santé (ARS) du Grand-Est, la commune de Nogent est concernée par un captage d'alimentation en eau potable ainsi que par ses périmètres associés. De plus, un captage est également présent sur la commune de Mandres-la-Côte. Nogent est, quant à elle, concernée par les périmètres de protection de captage.

Ainsi, la partie nord-ouest de la zone d'implantation potentielle est concernée par le périmètre de protection rapprochée du captage de Nogent, « Source du bois de Fays », protégé par l'arrêté préfectoral n°2691 du 16/12/2016. De la même manière, la partie nord-est de la ZIP est concernée par le périmètre de protection rapprochée du captage de Mandres-la-Côte, « Source côte du vau 1 et 2 », protégé par l'arrêté préfectoral n°872 du 27/02/1981.

Les captages AEP avec leurs périmètres sont tracés sur la figure ci-après.

La partie nord zone d'implantation potentielle est concernée par deux périmètres de protection des captages de Nogent et Mandres-la-Côte.

En raison du caractère karstique de la zone, et de la présence de ces deux captages, une étude hydrogéologique a été réalisée en décembre 2018 par le Bureau d'études Sciences Environnement. Suite à cela, l'ARS ainsi que l'hydrogéologue agréé ont émis des avis favorables quant à la poursuite du projet.

Une vigilance accrue sera préconisée notamment lors de la période de travaux d'installation des éoliennes, en vue d'éviter tout risque de pollution des eaux.

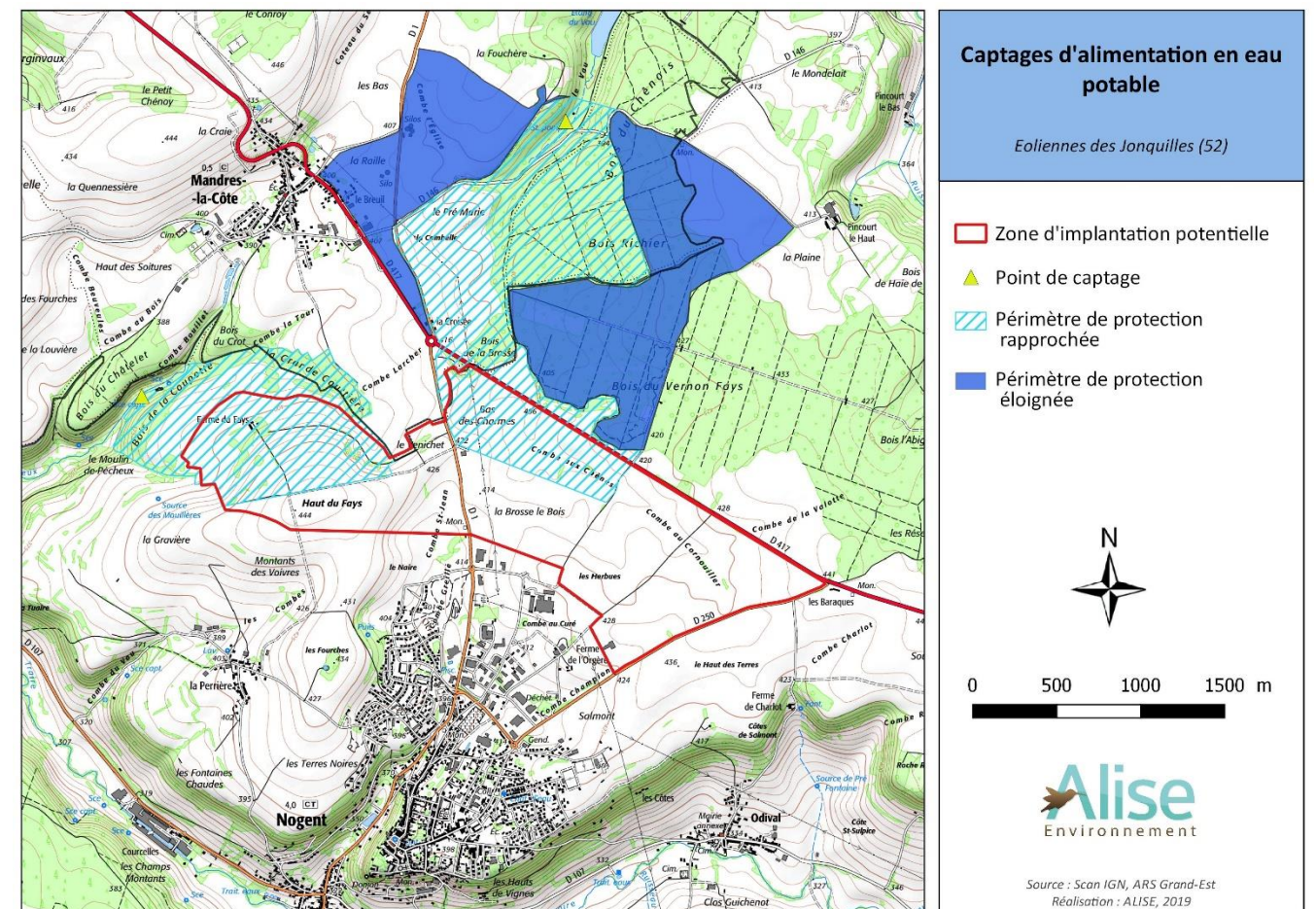


Figure 13 : Les captages d'alimentation d'eau potable et leurs périmètres à proximité de la Z.I.P.

Source : ARS Grand-Est

1.3 - RISQUES MAJEURS

1.3.1 - Risques liés à la géologie et à la géotechnique

➤ Risque de mouvements de terrain / risque lié à la stabilité des sols

Les mouvements de terrain concernent l'ensemble des déplacements du sol ou du sous-sol, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique (occasionnés par l'homme). Parmi ces différents phénomènes observés, on distingue :

- ✓ les affaissements et les effondrements de cavités ;
- ✓ les chutes de pierre et éboulements ;
- ✓ les glissements de terrain ;
- ✓ les avancées de dunes ;
- ✓ les modifications des berges de cours d'eau et du littoral ;
- ✓ les tassements de terrain provoqués par les alternances de sécheresse et de réhydratation des sols
- ✓ le retrait-gonflement des argiles.

Une fois déclarés, les mouvements de terrain peuvent être regroupés en deux grandes catégories, selon le mode d'apparition des phénomènes observés. Il existe, d'une part, des processus lents et continus (affaissements, tassements...) et, d'autre part, des événements plus rapides et discontinus, comme les effondrements, les éboulements, les chutes de pierres, etc.

Les risques de glissements de terrains sont liés à la qualité du sol et du sous-sol et à la topographie. Dans le secteur d'étude, compte-tenu de la topographie assez peu marquée des terrains, les risques de glissements de terrain sont faibles. En effet, l'éloignement de la zone d'implantation potentielle par rapport à des ruptures de pente va fortement limiter les risques de déstabilisation du sous-sol et donc les risques de glissement de terrain.

Selon le Dossier Départemental des Risques Majeurs de Haute-Marne (Edition 2017), un glissement de terrain a été observé en 1998 sur le territoire de la commune de Nogent, au cours de travaux d'assainissement. Deux habitations ont été détruites.

Selon le site Géorisques, la commune de Nogent est concernée par le risque de mouvements de terrain par glissement ou effondrement. Toutefois, aucun mouvement de terrain n'est recensé sur la zone d'implantation potentielle.

Un arrêté de catastrophe naturelle pour « inondations, coulées de boue et mouvements de terrain » a été déclaré sur la commune. Ce dernier est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Catastrophe naturelle « mouvements de terrain » sur la commune étudiée

Source : Géorisques

Commune	Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du
Nogent	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999

Le risque de mouvement de terrain est faible mais ne peut être exclu.

➤ Retrait / gonflement des argiles

Le retrait-gonflement des argiles est un autre type de risque lié aux mouvements de terrain. Selon la base de données du BRGM relative à ce risque (www.georisques.gouv.fr), le retrait-gonflement des argiles est un phénomène lié à la modification de la teneur en eau des sols argileux. Cette modification entraîne un changement de volume de l'argile, et provoque un retrait des sols en cas d'assèchement, ou un gonflement en cas d'apport en eau : ces mouvements de terrain peuvent entraîner des fissurations au niveau du sol, mais aussi sur les constructions. La nature et l'épaisseur du sol, l'intensité des phénomènes climatiques, mais aussi la topographie, la végétation ou encore la présence d'eaux souterraines peuvent influencer ce phénomène.

Les caractéristiques de l'aléa ainsi que les modalités de prise en compte de ce risque sont précisées sur la base de données « Argiles » du BRGM.

D'après les données du BRGM (www.georisques.gouv.fr), la commune de Nogent est concernée par le risque lié à l'aléa retrait / gonflement des argiles. Au niveau de la zone d'implantation potentielle, l'aléa retrait / gonflement des argiles est nul à moyen.

Ainsi, en l'absence de prise en compte de façon explicite de ce risque par la mise en place d'un Plan de Prévention des Risques, il est préconisé, suivant le degré de l'aléa, d'ancrer les fondations sur semelle suffisamment en profondeur par rapport à la zone superficielle du sol, afin de s'affranchir de la zone superficielle sensible à l'évaporation.

Aucune précision n'est faite par rapport aux seules éoliennes, mais il est mis en évidence les profondeurs minimales suivantes d'une façon générale :

- minimum de 80 centimètres en zone d'aléa faible à moyen,
- minimum de 120 centimètres en zone d'aléa fort.

Ces profondeurs d'ancrage s'ajoutent à celles imposées par la mise hors gel.

Les fondations doivent être ancrées de façon homogène sur tout le pourtour de l'édifice, il est important dans le cadre des terrains en pente, d'ancrer à l'aval comme à l'amont de façon aussi importante.

L'identification d'un sol sensible au retrait-gonflement des argiles peut être opérée de différentes façons, par une reconnaissance visuelle, une analyse du contexte géologique et hydrogéologique du terrain, une analyse de la circulation des eaux et une vérification de la capacité « portant du sol » et de l'adéquation du mode de fondation retenu.

Il sera nécessaire de vérifier, avant la phase de construction du projet, la nature et le degré d'importance des éventuels risques d'instabilité à l'aide d'une étude spécifique, de type géotechnique. Cette étude prévoira aussi les mesures destinées à assurer la portance du sol et des machines (calcul du dimensionnement des fondations).

Concernant le risque lié au retrait / gonflement des argiles établi par le BRGM, la zone d'implantation potentielle est située en zone d'aléa nul à moyen.

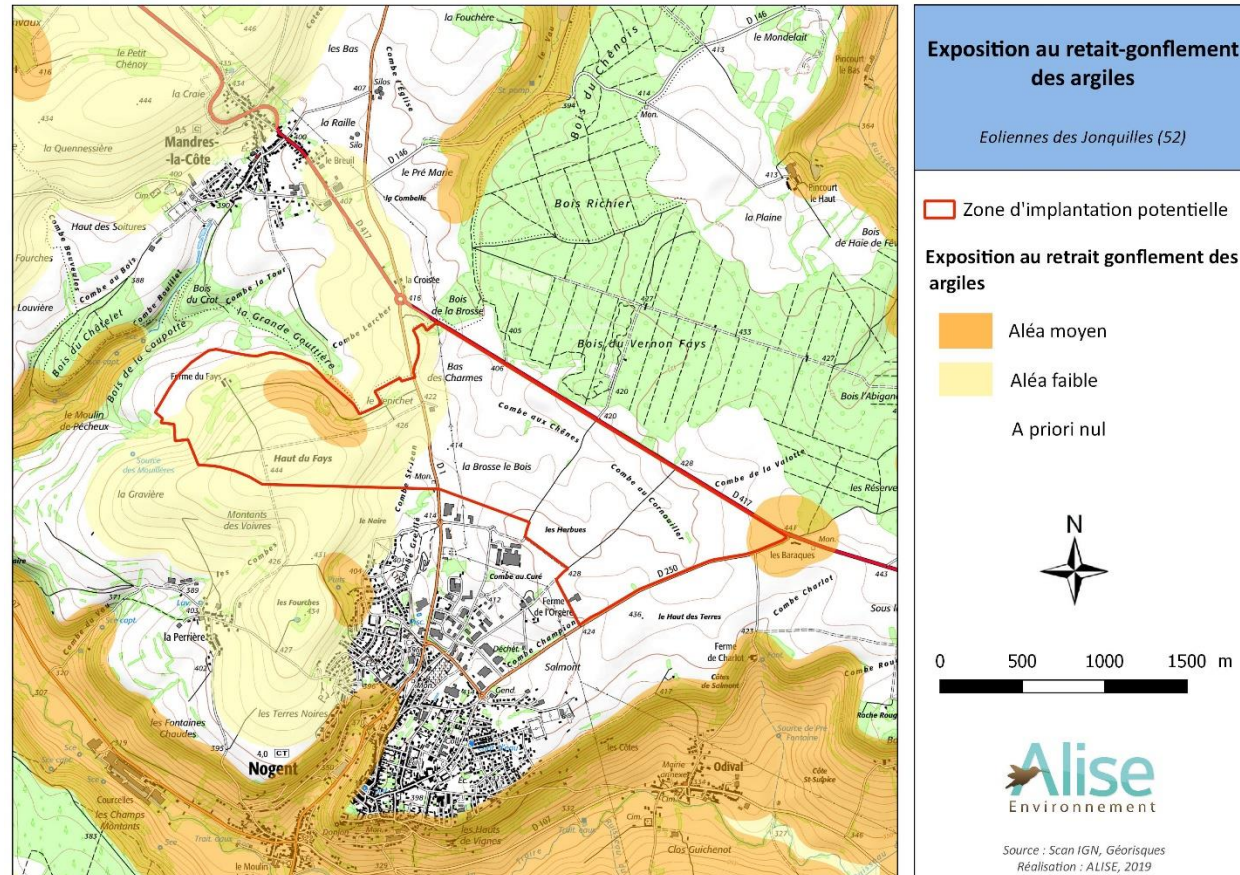


Figure 14 : Exposition au retrait et gonflement des argiles

Source : Géorisques

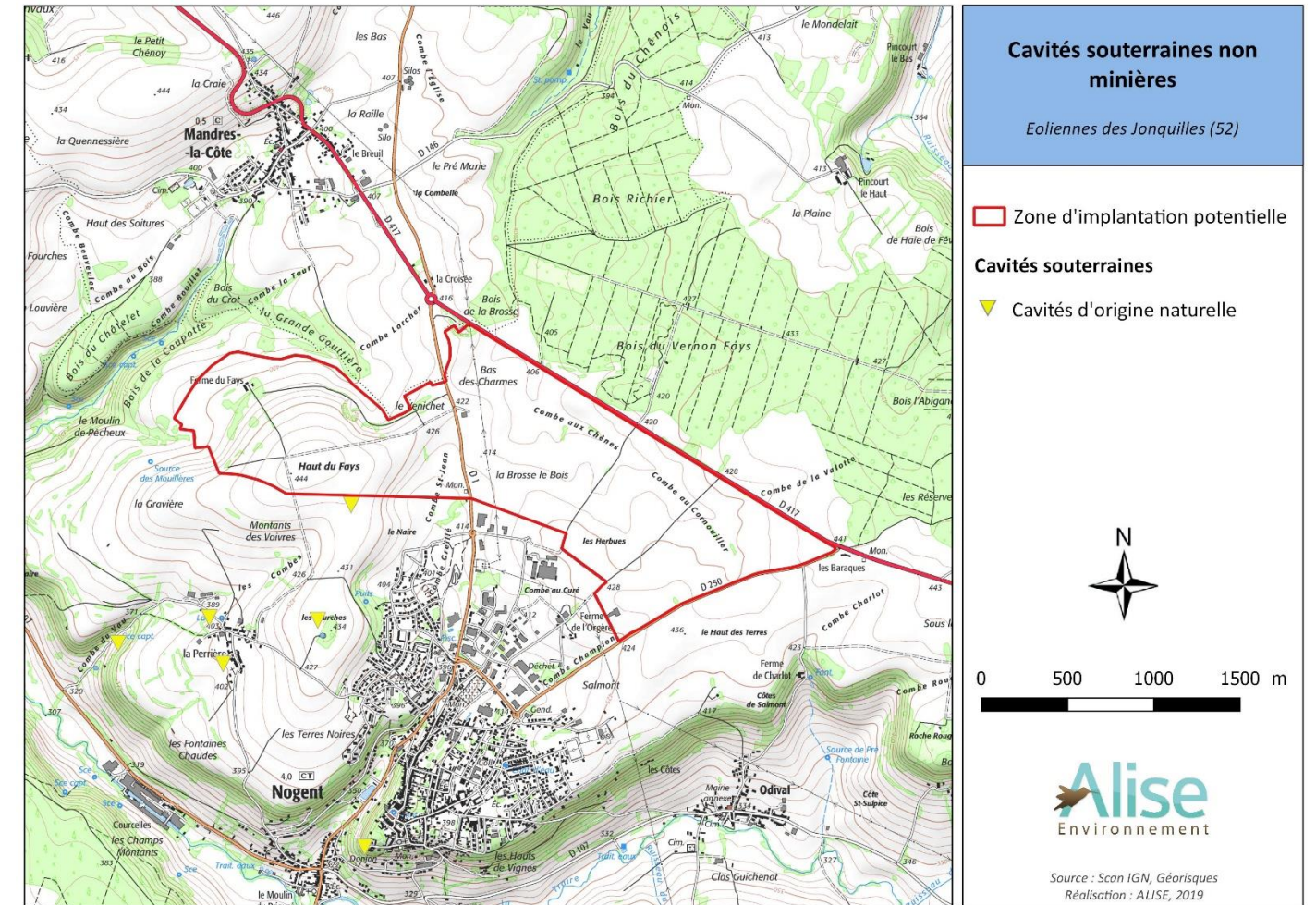


Figure 15 : Cavités souterraines répertoriées par le BRGM

Source : Géorisques

➤ **Présence de cavités souterraines**

Quelle que soit leur origine, les cavités souterraines sont responsables de deux formes de mouvements de terrain (HUMBERT, 1972) :

- les affaissements consistent en un abaissement lent et continu du niveau du sol sans rupture apparente ;
- les effondrements se manifestent par un mouvement brutal et discontinu du sol en direction de la cavité, laissant apparaître en surface un escarpement plus ou moins vertical.

Parfois, les mouvements affectent des surfaces importantes. Ainsi, l'écrasement de la voûte de la chambre d'exploitation souterraine détermine souvent un vaste entonnoir de plusieurs dizaines de mètres de diamètre et de quelques mètres de profondeur.

Au total, 11 cavités souterraines d'origine naturelle sont recensées sur la commune de Nogent. Toutefois, d'après les données disponibles sur Géorisques, la commune de Nogent n'est pas soumise à un Plan de prévention des risques cavités souterraines.

D'après les données du DDRM de la Haute-Marne et du site internet Géorisques, la commune de Nogent est concernée par le risque lié à la présence de cavités souterraines. Toutefois, aucune cavité souterraine n'est recensée sur la zone d'implantation potentielle. Une cavité se situe tout de même à la limite de la Z.I.P. Ce risque ne peut donc pas être négligé.

➤ **Présence de karsts**

La karstification est l'ensemble des processus naturels d'érosion et d'altération physicochimiques que subissent les formations carbonatées comme les calcaires. Ceci s'explique par la capacité des roches calcaires, et plus précisément leurs minéraux (calcite, aragonite, dolomite), d'être solubles dans l'eau. En surface ce phénomène se traduit par un modelé typique, dit karstique, (bétoire, aven, doline, vallée sèche, perte et exurgence de rivière, ...) en lien avec un réseau souterrain.

En ce qui concerne les formations constituant le sous-sol du secteur d'étude, le calcaire est sujet aux phénomènes karstiques. Il y a alors risque karstique : le ruissellement de surface va rapidement s'infiltrer et parvenir à la nappe, entraînant une plus grande diffusion de la pollution, le sol traversé ne jouant plus son rôle de filtre. De plus, le risque en surface sera l'affaissement ponctuel du terrain et l'apparition de dépressions.

La zone d'implantation potentielle se situe dans une région sujette au risque karstique. Les études géotechniques menées préalablement à l'installation des éoliennes devront permettre d'appréhender les risques éventuels et de dimensionner les fondations en conséquence.

1.3.2 - Risques d'inondations

Les inondations constituent un risque majeur sur le territoire national. En France, elles concernent une commune sur trois à des degrés divers selon le ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer.

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Les crues des rivières proviennent des fortes pluies. On distingue les crues par débordement direct (le cours d'eau sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur) et les crues par débordement indirect (remontée de la nappe alluviale). Elles ont lieu à la suite de longs épisodes pluvieux impliquant l'ensemble du bassin. Elles sont souvent prévisibles. Dans les secteurs où la topographie est marquée, existe également un risque de ruissellement en cas de fortes précipitations pouvant provoquer de graves dégâts. Parmi les facteurs aggravant le phénomène de pluviosité, du fait de leur incidence sur le régime du cours d'eau, on peut citer :

- ⇒ les aménagements urbains,
- ⇒ l'imperméabilisation des surfaces,
- ⇒ la disparition des champs d'expansion des crues,
- ⇒ le mauvais entretien d'ouvrages hydrauliques anciens ou de certains cours d'eau,
- ⇒ les marées.

Selon le site Géorisques, la commune d'implantation n'est pas soumise au risque « inondation ». Néanmoins, la commune de Nogent a fait l'objet de deux arrêtés de catastrophe naturelle liés à des inondations et coulées de boues. Ce risque ne peut donc pas être exclu.

Tableau 14 : Arrêtés de catastrophe naturelle sur la commune concernée par la Z.I.P.

Source : Géorisques

Commune	Type de catastrophe	Date de début	Date de fin	Arrêté du
Nogent	Inondations et coulées de boue	11/06/1988	11/06/1988	24/08/1988
Nogent	Inondations et coulées de boue	24/06/2008	24/06/2008	5/12/2008

➤ Débordement de cours d'eau

Le Plan de Prévention des Risques (PPR) est un outil réglementaire, arrêté par l'Etat, afin de garantir la sécurité des biens et des personnes. Le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) est une servitude d'utilité publique opposable à tous (particuliers, collectivités, Etat) qui définit des règles cohérentes dans les domaines de l'urbanisme, la construction, l'agriculture et adaptées aux spécificités du territoire.

Selon la base de données Géorisques, la commune concernée par la Z.I.P. n'est pas soumise à un risque inondation important et aucun plan de prévention des risques inondation (PPRI) n'a été prescrit ni approuvé sur la commune de la zone d'implantation.

Toutefois, la commune de Nogent fait partie de deux AZI : celui de la vallée de la Traire et celui de la vallée du Rognon. D'après les éléments cartographiques de ces deux documents, la commune de Nogent est concernée par des aléas inondation faible à fort pour la Traire et le Rognon. Néanmoins, ces zones d'aléas se situent à plus d'un kilomètre de la zone d'implantation potentielle.

➤ Remontée de nappes

La figure ci-après présente la cartographie du phénomène de remontée de nappes sur la zone d'implantation potentielle. D'après les tendances de cette carte, il semblerait que la partie nord-ouest de la zone d'implantation potentielle soit localisée dans des zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe et aux inondations de cave.

La partie nord-ouest de la Z.I.P est localisée dans une zone potentiellement sujettes aux débordements de nappe et aux inondations de cave. Toutefois, aucun arrêté d'inondations par remontées de nappe phréatique n'a été recensé sur la commune de Nogent.

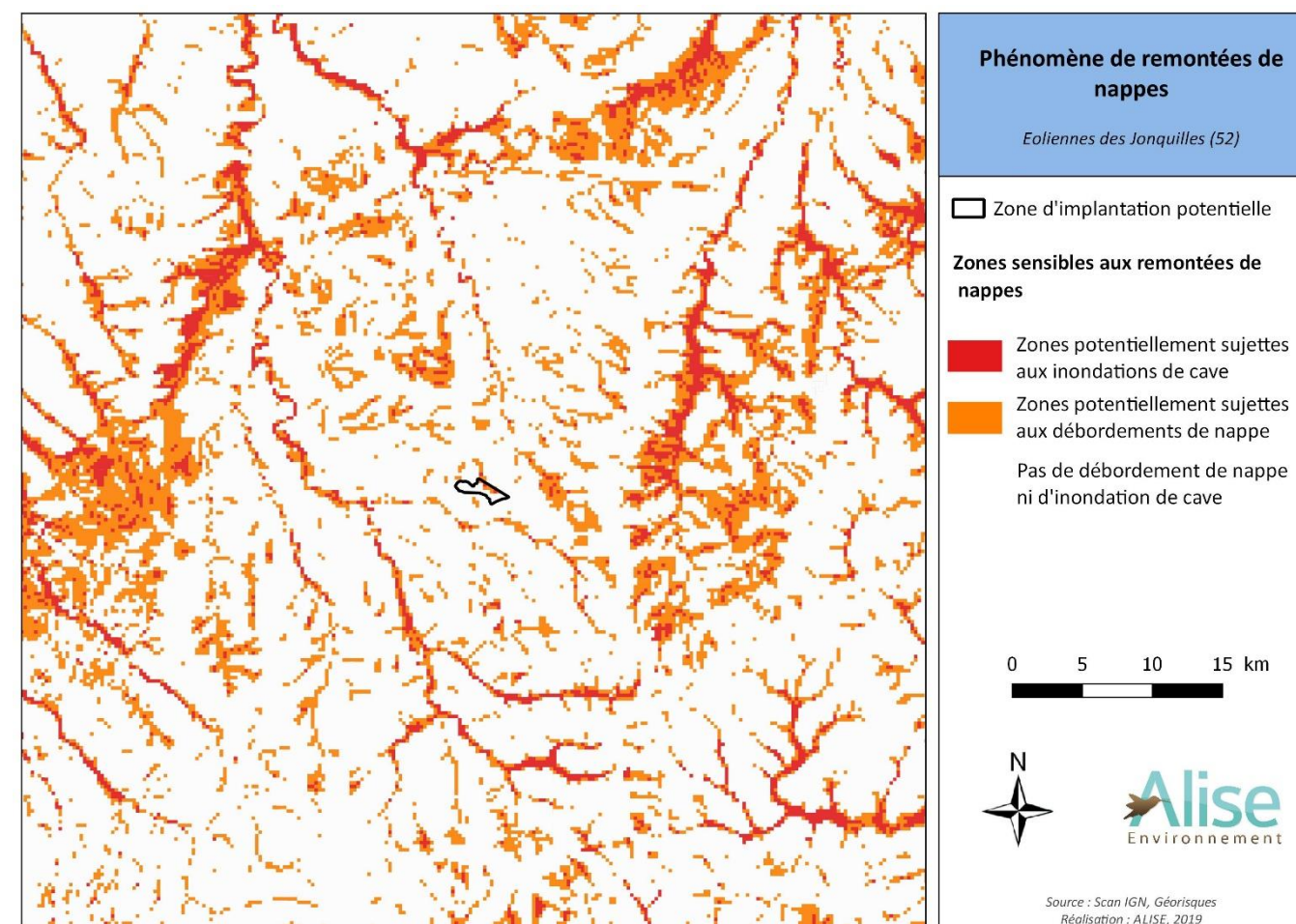


Figure 16 : Risque d'inondation par remontées de nappes

Source : Géorisques

➤ Ruissellement et coulée de boues

Selon le site Géorisques, la commune de la Z.I.P. n'est pas concernée par le risque « ruissellement et coulée de boues ». Cependant, des coulées de boues ont déjà fait l'objet d'arrêtés de catastrophe sur cette commune comme présenté dans le tableau ci-avant. Ce risque ne peut donc pas être négligé.

Le risque d'inondation par ruissellement et coulée de boues sur la ZIP est faible mais ne peut pas être exclu.

1.3.3 - Risques sismiques

Un séisme ou tremblement de terre se traduit en surface par des vibrations du sol. Il provient de la fracturation des roches en profondeur ; celle-ci est due à l'accumulation d'une grande énergie qui se libère, créant des failles, au moment où le seuil de rupture mécanique des roches est atteint. Les dégâts observés en surface sont fonction de l'amplitude, la fréquence et la durée des vibrations.

Suite à la publication des nouveaux textes réglementaires en date du 22 octobre 2010 (décrets n°2010-1254 et 2010-1255, arrêté du 22 octobre 2010) relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », de nouvelles règles de construction parasismique sont à appliquer pour les bâtiments à « risque normal » sur le territoire national depuis le 1^{er} mai 2011.

Pour chaque commune, il est défini cinq zones de sismicité croissante selon l'aléa sismique :

- ⇒ Zone de sismicité 1 (très faible) ;
- ⇒ Zone de sismicité 2 (faible) ;
- ⇒ Zone de sismicité 3 (modérée) ;
- ⇒ Zone de sismicité 4 (moyenne) ;
- ⇒ Zone de sismicité 5 (forte).

Les « bâtiments de centres de production collective d'énergie quelle que soit leur capacité d'accueil » visés par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié ne correspondent qu'aux bâtiments dont la fonction première est la production collective d'énergie. Les bâtiments techniques associés aux éoliennes, centrales électriques et photovoltaïques, réseaux de chaleur..., dont l'endommagement empêcherait le fonctionnement du centre de production, sont des bâtiments de catégorie d'importance III. Par contre, les équipements eux-mêmes (l'éolienne par exemple ou la centrale photovoltaïque) ne sont pas l'objet de l'arrêté bâtiment.

Par conséquent, seuls les postes de livraison sont concernés par l'arrêté du 22 octobre 2010. A ce titre, il doit faire l'objet d'une attestation de sismicité, ce qui a été réalisé pour ce projet annexe de l'étude d'impact.

La commune concernée par la Z.I.P. présente un risque de sismique très faible (zone 1).

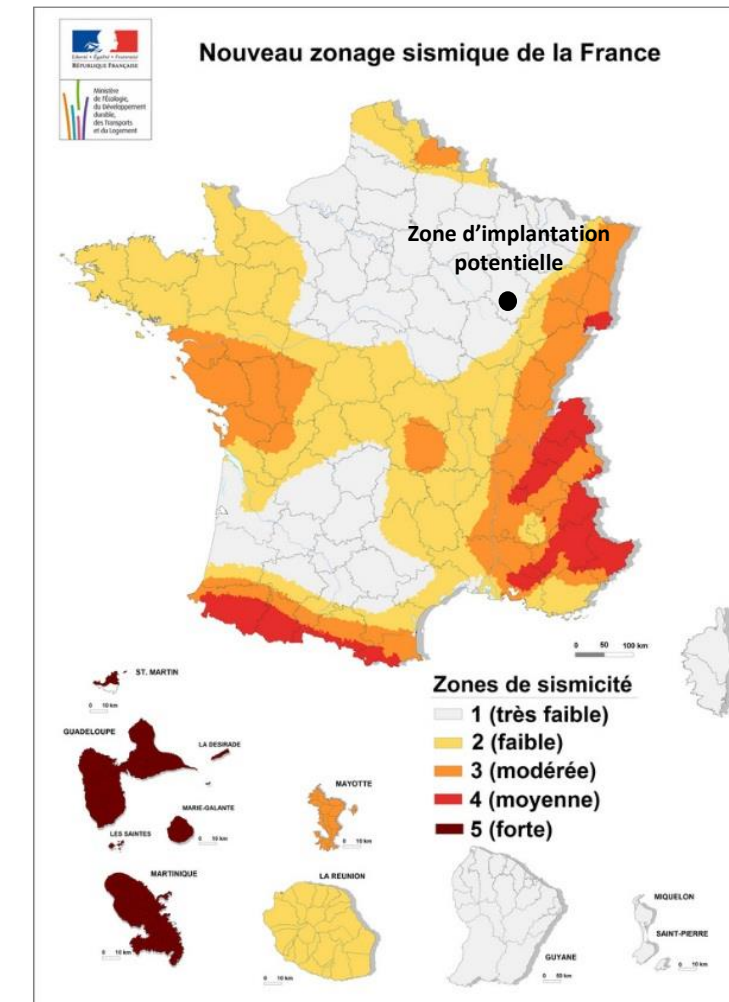


Figure 17 : Carte des zones sismiques en France

Source: www.risquesmajeurs.fr

Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, les bâtiments de la classe dite à « risque normal » sont répartis en 4 catégories d'importance définies par l'article R. 563-3 du Code de l'Environnement.

Les bâtiments des centres de production collective d'énergie répondant au moins à l'un des trois critères suivants, quelle que soit leur capacité d'accueil, sont classés en catégorie III :

- ⇒ la production électrique est supérieure au seuil de 40 MW électrique ;
- ⇒ la production thermique est supérieure au seuil de 20 MW thermique ;
- ⇒ le débit d'injection dans le réseau de gaz est supérieur à 2 000 Nm³/h.

Le projet ayant une puissance totale inférieure à 40 MW, il n'entre pas dans l'une des catégories ci-dessus et n'est donc pas soumis aux règles parasismiques que ce soit pour les éoliennes ou pour les bâtiments techniques associés (poste de livraison).

La commune concernée par la Z.I.P. est située en zone de sismicité 1, c'est-à-dire en zone à sismicité très faible. Selon la réglementation en vigueur, le projet éolien de Nogent n'est pas soumis aux règles parasismiques que ce soit pour les éoliennes ou pour les bâtiments techniques associés.

1.3.4 - Risques d'incendie

Les feux de forêts sont des sinistres qui se déclarent et se propagent dans des formations, d'une surface minimale d'un hectare pouvant être :

- ⇒ des forêts : formations végétales, organisées ou spontanées, dominées par des arbres et des arbustes, d'essences forestières, d'âges divers et de densité variable ;
- ⇒ des formations subforestières : formations d'arbres feuillus ou de broussailles appelées maquis (formation végétale basse, fermée et dense, poussant sur des sols siliceux) ou garrigue (formation végétale basse mais plutôt ouverte et poussant sur des sols calcaires).

Selon la base de données Géorisques, la commune concernée par la Z.I.P. ne présente pas de risque d'incendie. Toutefois, sur la Z.I.P., compte-tenu de la présence de petits boisements, le risque d'incendie ne peut être totalement exclu, même s'il reste très faible dans la région en raison du climat.

Le risque d'incendie sur la zone d'implantation potentielle est très faible mais ne peut être exclu.

1.3.5 - Risque foudre

La foudre est liée à l'orage, qui est un phénomène naturel d'origine climatique. Les orages naissent du recouvrement d'un air anormalement chaud par un air anormalement froid. Cette anomalie génère des courants d'air verticaux qui entraînent avec eux des fragments de glace et gouttelettes d'eau. Les frottements produits entre l'air et l'eau créent un déséquilibre entre les charges électriques ; déséquilibre qui provoque une décharge électrique et l'éclatement d'un orage lorsqu'il est trop important. La foudre, puissant courant électrique, présente des dangers à la fois directs pour l'Homme et l'Environnement (incendie, électrocution, etc.) et indirects sur certains biens matériels notamment électriques les rendant défectueux.

Depuis 2019 et la norme IEC 62858 transposée en NF EN 62858, la Nsg est la valeur de référence pour étudier la densité de foudroiement par km² et par an.

La densité de foudroiement du département de la Haute-Marne est de 1,09 Nsg/km²/an. D'après le site internet Météorage, la commune de Nogent a une densité de foudroiement modérée.

La Z.I.P. n'est pas située dans une zone à risque sur le plan de la foudre.

LE RESEAU Foudre DENSITE MOYENNE ANNUELLE D'IMPACTS DE Foudre AU SOL

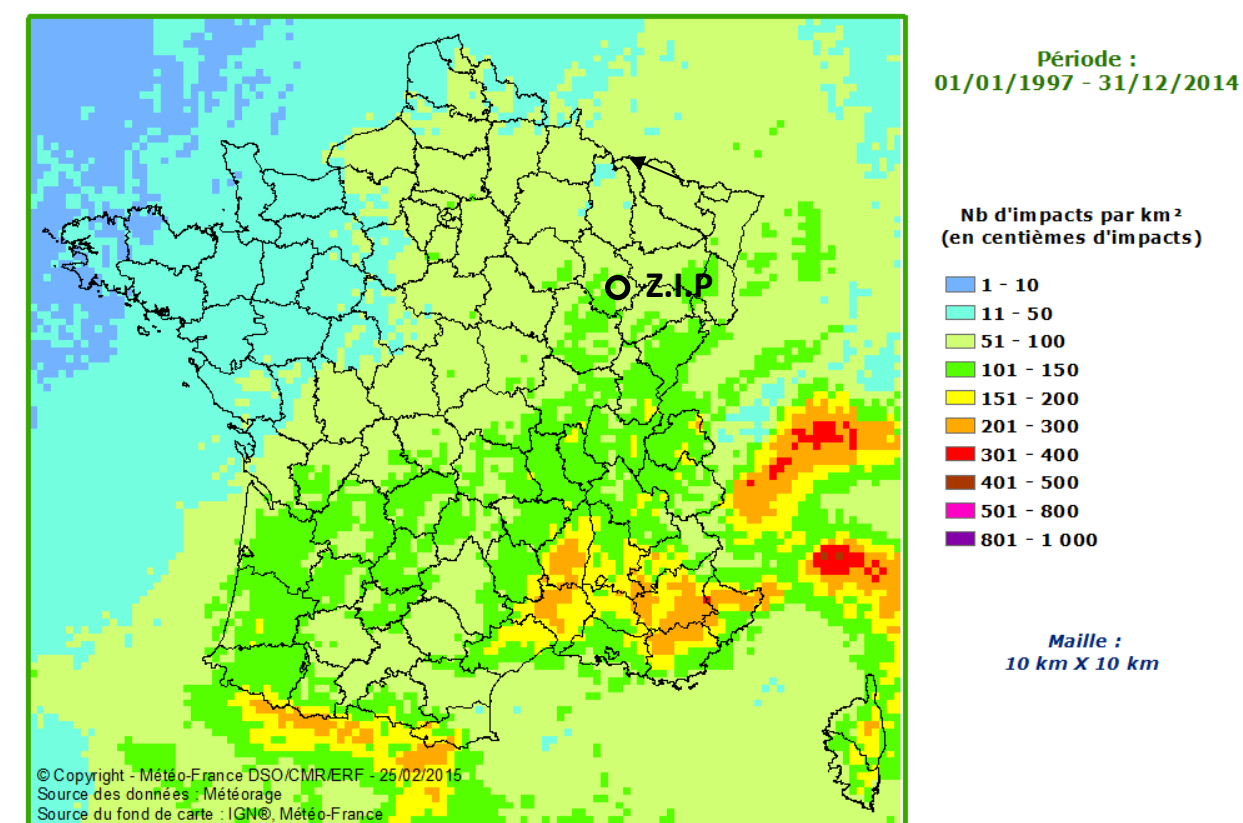


Figure 18 : Nombre d'impact moyen de foudre au sol par km²/an (période 1997-2014)

Source : Météorage

1.3.6 - Risques météorologiques

Le territoire de la France est soumis de manière irrégulière à des événements météorologiques dangereux, qualifiés d'exceptionnels, et cela en référence aux moyennes climatologiques.

En raison de leur intensité, de leur durée ou de leur étendue, ces phénomènes peuvent avoir de graves conséquences sur la sécurité des populations et sur l'activité économique. Ils peuvent être de différente nature :

- ⇒ tempêtes et vents violents ;
- ⇒ situations orageuses très actives ;
- ⇒ fortes précipitations pouvant entraîner des crues importantes ;
- ⇒ chutes de neige et de pluies verglaçantes ;
- ⇒ vagues brutales de froid intense.

Ces événements peuvent être prévus par Météo-France qui établit des cartes de vigilance à 6h et 16h chaque jour.

La commune de Nogent ainsi que les communes limitrophes sont susceptibles d'être affectées par un aléa climatique qui reste un phénomène exceptionnel.



1.3.7 - Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRn)

La prévention du risque naturel consiste à **assurer la sécurité des personnes et des biens** en tenant compte des phénomènes naturels. Elle vise à permettre un développement durable des territoires, en assurant une sécurité maximum des personnes et un très bon niveau de sécurité des biens.

Les risques naturels ne sont pas forcément inéluctables et incontrôlables. Ils peuvent être réduits voire évités avec une politique de prévention adaptée. Le **Plan de Prévention des Risques (PPR)** est l'outil privilégié de cette politique. Réalisé par l'Etat, il régit l'utilisation des sols en fonction des risques naturels auxquels ils sont soumis. Cette réglementation va de l'interdiction de construire à la possibilité de construire sous certaines conditions.

La zone d'implantation potentielle n'est pas concernée par un Plan de Prévention des Risques naturels.

1.3.8 - Synthèse

En résumé, au niveau de la zone d'implantation potentielle, on peut noter :

- Un risque de mouvement de terrain faible mais qui ne doit pas être exclu,
- Un risque lié au retrait-gonflement des argiles nul à moyen,
- L'absence d'indices de cavités souterraines,
- Un risque d'inondation par remontées de nappes possible sur la partie nord-ouest,
- Un risque d'incendie de forêt faible,
- Un risque sismique très faible (zone 1),
- Un faible risque lié à la foudre,
- Un risque concernant les phénomènes de tempête et grains.

2 - ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE

2.1 - ZONES URBANISEES ET URBANISABLES

2.1.1 - Population

Le tableau ci-dessous présente la population et la densité de population sur la commune de Nogent pour l'année 2016.

Tableau 15 : Population et densité de population de la commune concernée par la Z.I.P.

Source : INSEE, Comparateur de territoire

Commune	Population en 2016	Superficie de la commune en 2016 (en km ²)	Densité de population en 2016 (hab./km ²)
Nogent	3834	54,6	70,2

En 2016, la commune de Nogent comptait 3834 habitants sur un territoire de 54,6 km².

L'évolution de la population a été étudiée sur la commune concernée par la Z.I.P. ainsi que sur les communes voisines. La densité de population sur la commune est de l'ordre de 70,2 habitants/ km². Cette densité est supérieure à la densité départementale (28,7 habitants/ km²) et inférieure à la densité nationale (104,9 habitants/ km²). (Source : INSEE 2016).

2.1.2 - Habitat

L'habitat sur la commune est relativement concentré autour de la ville de Nogent et se concentre dans le bourg ainsi que le long des deux axes routiers principaux traversant la ville : les routes départementales RD 107 et RD1. L'habitat est aussi présent sur quatre lieux-dits, Odival et la Perrière (situés à proximité immédiate de la ville de Nogent) et Donnemarie et Essey-les-Eaux (situés à l'extrémité nord de la commune).

❖ Distance entre les habitations et le projet

Le tableau suivant indique les distances entre les habitations des lieux-dits les plus proches et la zone d'implantation potentielle :

Tableau 16 : Distances entre les habitations et la zone d'implantation potentielle

Habitations les plus proches du projet	Commune	Distance par rapport à la Z.I.P.
Ferme Le Venichet	Nogent	Dans la ZIP
Ferme du Fays	Nogent	Dans la ZIP
Ferme de l'Orgère	Nogent	Dans la ZIP
Les Baraques	Nogent	30 m
La Croisée	Mandres-la-Côte	250 m
Centre hippique	Nogent	260 m
Combe Greillé	Nogent	280 m

Il convient de préciser que conformément à la réglementation, les éoliennes devront être implantées à plus de 500 m de toute habitation.

De plus, un relais de chasse est recensé à proximité de la Z.I.P au niveau du Bois du Vernon Fays.



Photo 1 : Relais de chasse à proximité de la Z.I.P.

❖ Distance entre la zone industrielle et le projet

La commune de Nogent est le lieu d'accueil d'une importante zone industrielle. En effet, le département de la Haute-Marne a un fort passé métallurgique et au 19^{ème} siècle, il est le premier département en France pour l'extraction du minerai de fer et la production de fonte. Forte de cette influence, Nogent compte aujourd'hui plusieurs entreprises considérées comme des leaders européens dans leur domaine d'activité. Par exemple, la plus importante forge indépendante de France dans l'automobile (Forges de Courcelles) ainsi que la plus importante forge de France dans le médical (Marle) sont implantées sur la commune.

Au total, la zone industrielle de Nogent affiche une superficie de 52 hectares.

Les entreprises les plus proches de cette zone industrielle sont situées à une vingtaine de mètres des limites de la zone d'implantation potentielle.



Photo 2 : Zone industrielle à la limite de la Z.I.P.

Selon la réglementation en vigueur, les éoliennes seront implantées à plus de 250 m de bâtiments à usage de bureaux.

2.2 - DOCUMENTS D'URBANISME

La commune de Nogent est couverte par un Plan Local d'urbanisme qui a été approuvé le 30 Novembre 2005, révisé le 13 Février 2013 puis modifié les 17 mai 2016 et 19 décembre 2017. D'après le plan de zonage du PLU de Nogent, la zone d'implantation potentielle se trouve en zone agricole (A) et en zone d'urbanisation future à vocation d'activités économiques, industrielles et artisanales (1AUy).

Selon le règlement du PLU, la zone A est une « zone équipée ou non, peu ou pas construite, dans laquelle la construction est limitée, interdite, ou soumise à des conditions spéciales ». Toutefois, d'après ce même règlement, les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif et à l'exploitation agricole sont autorisées.

En ce qui concerne la zone 1AUy, sont autorisées les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), dès lors que leur périmètre de protection ou d'isolement ne franchit pas les limites avec une zone résidentielle ou d'extension urbaine.

Le zonage du PLU de Nogent est donc compatible avec l'implantation d'éoliennes.

Par délibération du **7 juin 2018**, l'Agglomération de Chaumont a prescrit l'élaboration de son Plan Local d'Urbanisme intercommunal ayant valeur de programme local de l'habitat devant couvrir l'ensemble du territoire communautaire.

2.3 - LES ETABLISSEMENTS SENSIBLES ET LES ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC AU NIVEAU DE L'AIRE D'ETUDE RAPPROCHEE

2.3.1 - Établissements sensibles

Le Plan National Santé-Environnement (P.N.S.E.) établi pour la période 2009-2013 liste les établissements dits « sensibles ». Il s'agit :

- des crèches,
- des écoles maternelles et élémentaires,
- des établissements hébergeant des enfants handicapés,
- des collèges et lycées,
- des établissements de formation professionnelle des jeunes du secteur public ou privé,
- des aires de jeux et des espaces verts.

Les établissements sensibles présents sur la commune de la zone d'implantation potentielle ainsi que sur leurs communes limitrophes sont recensés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17 : Etablissements sensibles situés sur la commune concernée par la Z.I.P

Source : site internet de la ville de Nogent, DSDEN 52

Commune	Type de l'établissement	Distance par rapport à la Z.I.P.	Nombre d'élèves
Nogent	Micro Crèche – « A Petits Pas »	1,6 km	Capacité d'accueil : 10
	Micro Crèche – La courte échelle	2,2 km	
	Ecole maternelle Claude Monssu	1 km	141
	Ecole primaire Baudon Rostand	1,3 km	253
	Collège Françoise Dolto	1 km	321

Il n'y a pas d'établissement sensible à moins de 500 m de la zone d'implantation potentielle. L'école la plus proche est située à environ 1 km au sud-ouest de la zone d'implantation potentielle. Il s'agit de l'école maternelle de Claude Monssu.

2.3.2 - Établissements Recevant du Public (E.R.P.) au niveau de l'aire d'étude rapprochée

Selon l'article R 123-2 du Code de la Construction et de l'Habitation, « *constituent des Etablissements Recevant du Public, tous bâtiments, locaux et enceintes dans lesquels des personnes sont admises soit librement, soit moyennant une participation quelconque, ou dans lesquels sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitations, payantes ou non* ».

Ces établissements sont classifiés selon leur type. Il peut s'agir d'établissements installés dans un bâtiment (structures d'accueil pour personnes âgées ou handicapées, salles d'audition, de conférences, de réunions, de spectacles, salles de danse et salles de jeux, bibliothèques, établissement de soins, de culture, administrations, etc.), d'établissements spéciaux (parcs de stationnement couverts, gares accessibles au public, etc.) ou d'immeuble de grande hauteur (bureaux, enseignement, dépôt d'archives, etc.).

Dans le cadre de l'état initial, les données relatives aux Etablissements Recevant du Public ont été recherchées sur le site de la ville de Nogent, sur la base des Pages Jaunes et sur le Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux (FINESS).

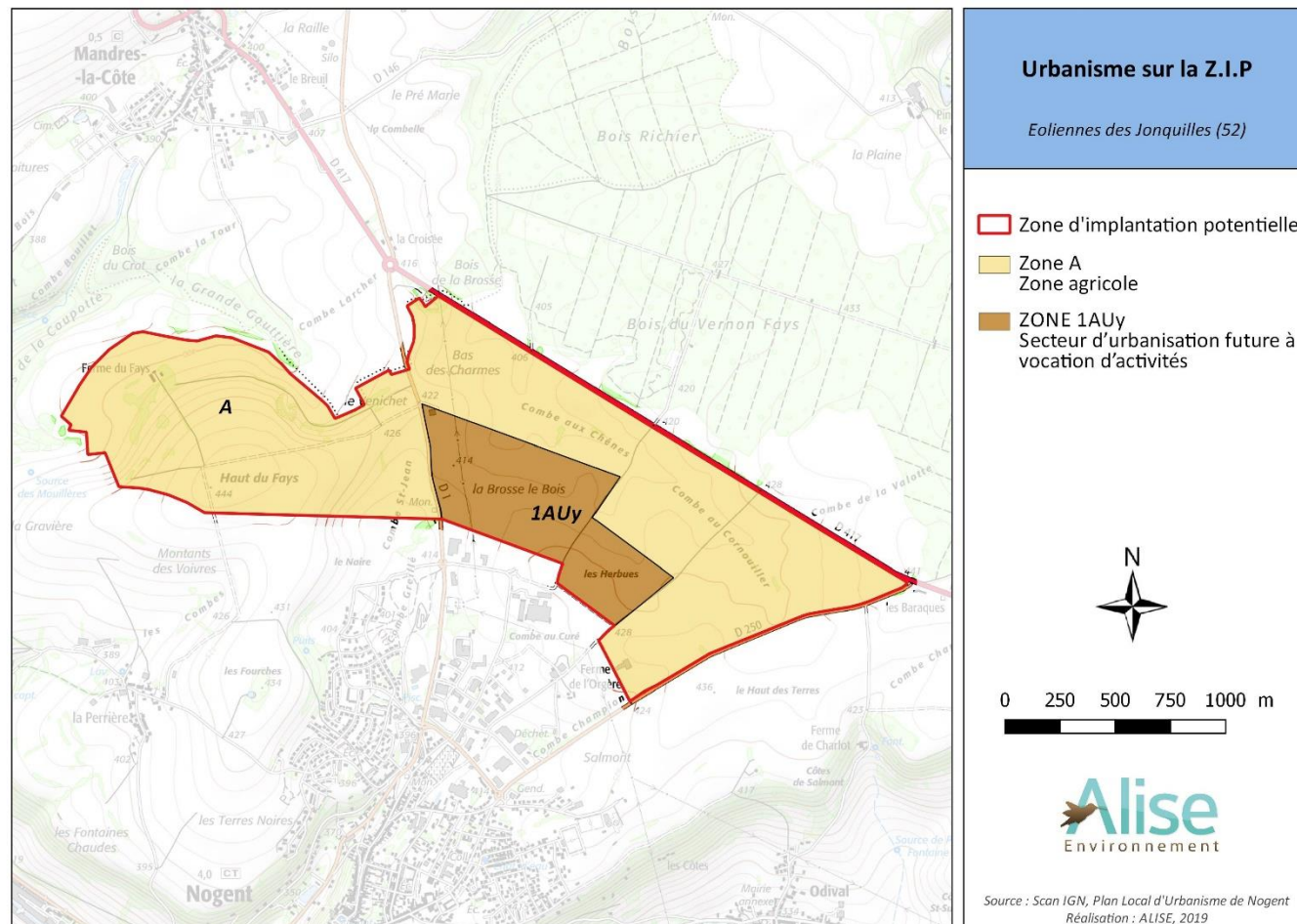


Figure 19 : Urbanisme sur la zone d'implantation potentielle

Source : PLU de Nogent

La Z.I.P. se trouve en zone A et 1AUy du Plan Local d'Urbanisme de Nogent. D'après le règlement du PLU de Nogent, ces zones sont compatibles avec l'implantation d'éoliennes.

Tableau 18 : Etablissements Recevant du Public (ERP) sur la commune de la Z.I.P.

Sources : sites de la mairie, Pages Jaunes, Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux

Commune	Type d'Etablissement Recevant du Public (ERP)	Distance à la Z.I.P.
Nogent	Complexe sportif et culturel	0,7 km
	EHPAD Felix Grelot	1,3 km
	SELARL Pharmacie de Nogent	1,4 km
	EHPAD Le Lien Nogent	1,4 km
	SSIAD « Le Lien »	1,4 km
	Médiathèque	1,5 km
	Musée de la Coutellerie de Nogent	1,6 km
	SAAD L'univers de Guciny	1,8 km
	Un établissement de culte.	1,7 km

Il n'y a pas d'ERP sur la Z.I.P. L'ERP le plus proche est le complexe sportif et culturel de Nogent qui se situe à environ 700 m de la Z.I.P.

2.4 - ACTIVITES

La principale activité économique de la commune de Nogent est « le commerce ; transports et services divers ».

D'après le Recensement Général Agricole (RGA 2010), il y a 19 exploitations agricoles sur le territoire de la commune. Les exploitations de la commune sont orientées vers la polyculture et le polyélevage.

2.5 - RESEAUX DE TRANSPORTS

2.5.1 - Réseaux routiers

➤ Principales routes

La commune de Nogent est desservie par les routes suivantes :

- les routes départementales D1, D146, D250, D107, D248, D265, D330 et D417 ;
- plusieurs voies communales.

La zone d'implantation potentielle est accessible par une route communale, plusieurs chemins d'exploitations et les routes départementales RD 1, RD 250 et RD 417.

➤ Comptages routiers

D'après les données de la DDTM 52, le trafic sur la RD 1, traversant la zone d'implantation potentielle, est estimé à 3 898 véhicules par jour en moyenne journalière annuelle tous véhicules (MJATV) au niveau du point de comptage au nord de celle-ci. Sur la RD 417, représentant la limite Est de la ZIP, 2 489 véhicules par jour en MJATV sont comptabilisés au niveau du point de comptage et 3 814 véhicules par jour en MJATV sont recensés à la station permanente. En ce qui concerne la RD 250, limite sud de la ZIP, il y a 1 800 véhicules par jour en MJATV qui circulent.

Le tableau ci-après présente le nombre de véhicules par jour en MJA TV sur les routes qui desservent la commune de Nogent.

Tableau 19 : Comptages routiers à proximité de la zone d'implantation potentielle

Source : DDTM 52

Route	Commune	Nombre total de véhicules par jour (en MJATV)	Dont poids lourds
D1	Mandres-la-Côte	3898	182
D146	Mandres-la-Côte	206	-
D417	Nogent	2489	380
D417	Nogent – Station permanente	3814	311
D250	Nogent – Z.I.P	1800	79
D250	Nogent – Bois du Breuil	153	8
D107	Nogent	1666	64
D107	Nogent - Odival	689	-
D330	Nogent	337	-
D265	Nogent	417	-
D248	Poinson-lès-Nogent	378	-

MJATV : Trafic Moyen Journalier Annuel tous véhicules confondus

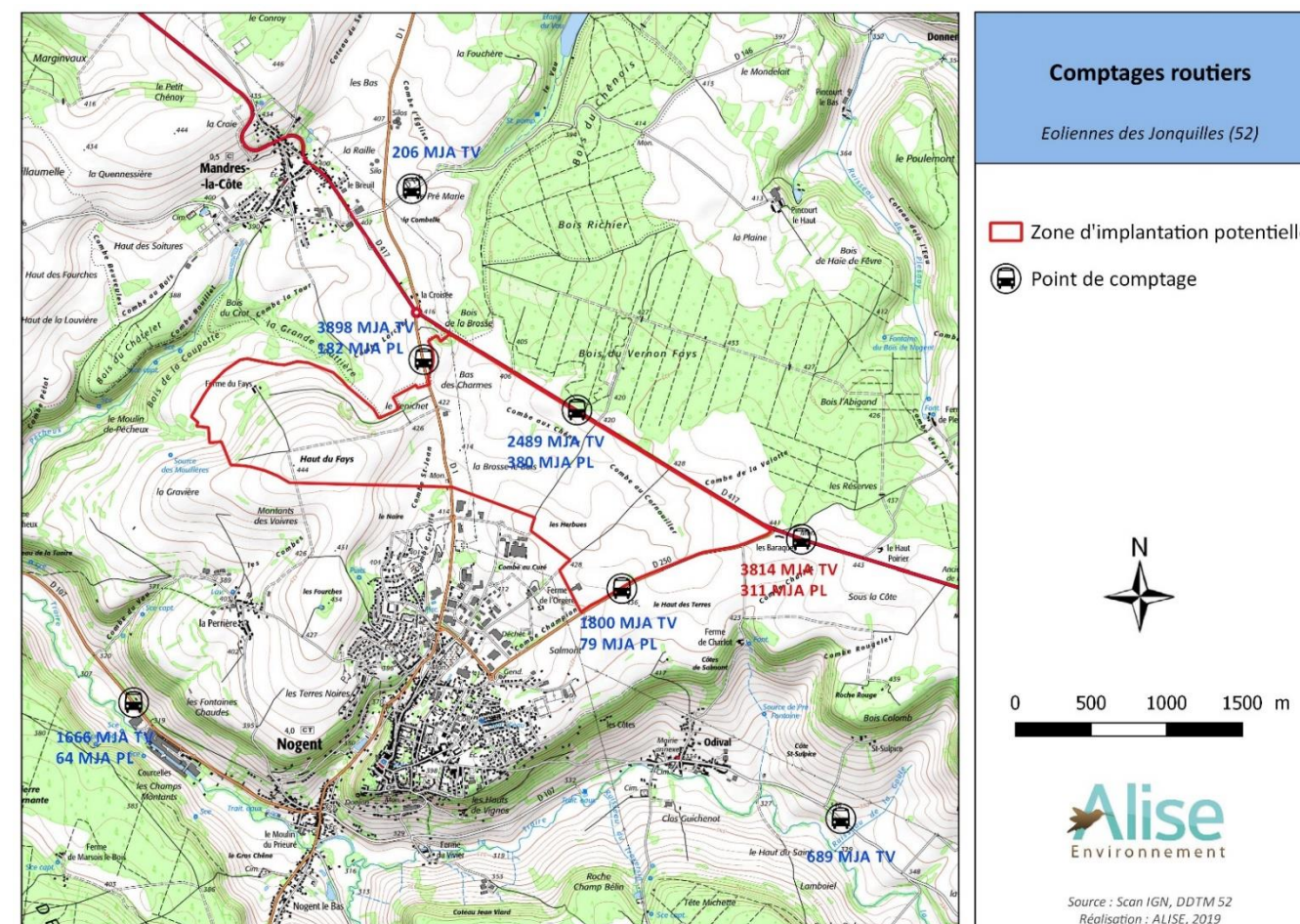


Figure 20 : Comptages routiers à proximité de la ZIP

Source : DDTM 52



2.5.2 - Autres réseaux de transport

Une voie ferrée circule à 8,3 km à l'ouest de la zone d'implantation potentielle. L'aérodrome le plus proche est celui de Langres - Rolampont, situé à plus de 8,5 km au sud-ouest de la zone d'implantation potentielle.

2.6 - RESEAUX ET SERVITUDES

2.6.1 - Réseau d'alimentation en eau potable et d'assainissement

D'après le site www.services.eaufrance.fr, la délégation formée par la commune de Nogent et SUEZ a en charge la production et la distribution d'eau potable ainsi que l'assainissement collectif. L'assainissement non collectif est quant à lui géré depuis 2019 par la communauté d'agglomération de Chaumont, du Bassin Nogentais et Bassin de Bologne Vignory Froncles. Le gestionnaire local est la Direction Départementale des Territoires de Haute-Marne.

D'après le portail d'information sur l'assainissement communal (www.assainissement.developpement-durable.gouv.fr), deux stations de traitement des eaux usées (STEU) se trouvent sur la commune de Nogent, le long de la RD 107, et sont situées à 1,2 km et 2,5 km de la Z.I.P.

Le site internet www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr recense des canalisations de prélèvements et de distribution d'eau destinées à la consommation humaine, à l'alimentation en eau industrielle ou à la protection contre l'incendie, d'assainissement des eaux usées domestiques ou industrielles ou des eaux pluviales.

Selon ce site et les informations fournies par SUEZ, une canalisation pour le transport en eau potable traverse la Z.I.P le long de la RD 1, jusqu'au lieu-dit « Le Venichet ».

Selon les données fournies par SUEZ, une canalisation pour le transport en eau potable traverse la zone d'implantation potentielle au niveau de la RD 1.

2.6.2 - Réseau électrique

Le site internet www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr de l'INERIS recense les ouvrages de transport d'électricité. D'après ce site, la zone d'implantation potentielle est traversée par un ouvrage d'électricité aérien, une ligne haute tension (HTB) 63kV, exploité par RTE.

De plus, selon les informations fournies par ce site, des ouvrages gérés par ENEDIS sont également présents sur la Z.I.P. Cette dernière est en effet traversée par :

- Des lignes électriques aériennes et souterraines HTA le long de la RD 1,
- Deux lignes électriques aériennes HTA Au sud-ouest de la Z.I.P.

De plus, une ligne électrique aérienne BT Torsadé Enedis est limitrophe de la Z.I.P au sud-ouest de celle-ci et des lignes électriques souterraines BT se situent à une centaine de mètres de la ZIP, au niveau de la zone industrielle.

D'après les données disponibles, deux lignes électriques aériennes HTA et plusieurs lignes électriques souterraines HTA, gérées par Enedis traversent la zone d'implantation potentielle.

Une ligne haute tension 63kV gérée par RTE traverse également la Z.I.P.

2.6.3 - Canalisation de gaz

D'après les renseignements disponibles sur le site internet www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr et le site Géorisques, une canalisation de gaz traverse sur la zone d'implantation potentielle. Par conséquent, GRT gaz a été consulté afin de connaître les distances d'éloignement vis-à-vis de leur ouvrage.

Dans son courrier en date du 27 octobre 2020 (cf. Annexe 1), GRT gaz indique que la distance minimale à respecter entre les ouvrages de transport de gaz naturel haute pression et une éolienne doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur, soit dans ce cas 412 m.

La distance d'éloignement de l'éolienne E4 par rapport à la canalisation de gaz étant compatible avec cette préconisation, GRT gaz n'a pas d'observation à émettre sur le projet d'implantation de cette éolienne.

Les éoliennes E1, E2 et E3 se situent à une distance inférieure à 2 fois leur hauteur du réseau de transport de gaz. GRT gaz a donc réalisé une étude de compatibilité prenant en compte les caractéristiques des éoliennes qui a donné une distance minimale d'éloignement à la canalisation de gaz.

La distance d'éloignement des éoliennes E1, E2 et E3 par rapport à cet ouvrage étant compatible avec la distance minimale préconisée, GRT gaz n'a pas d'observation à émettre sur le projet d'implantation de ces 3 éoliennes.

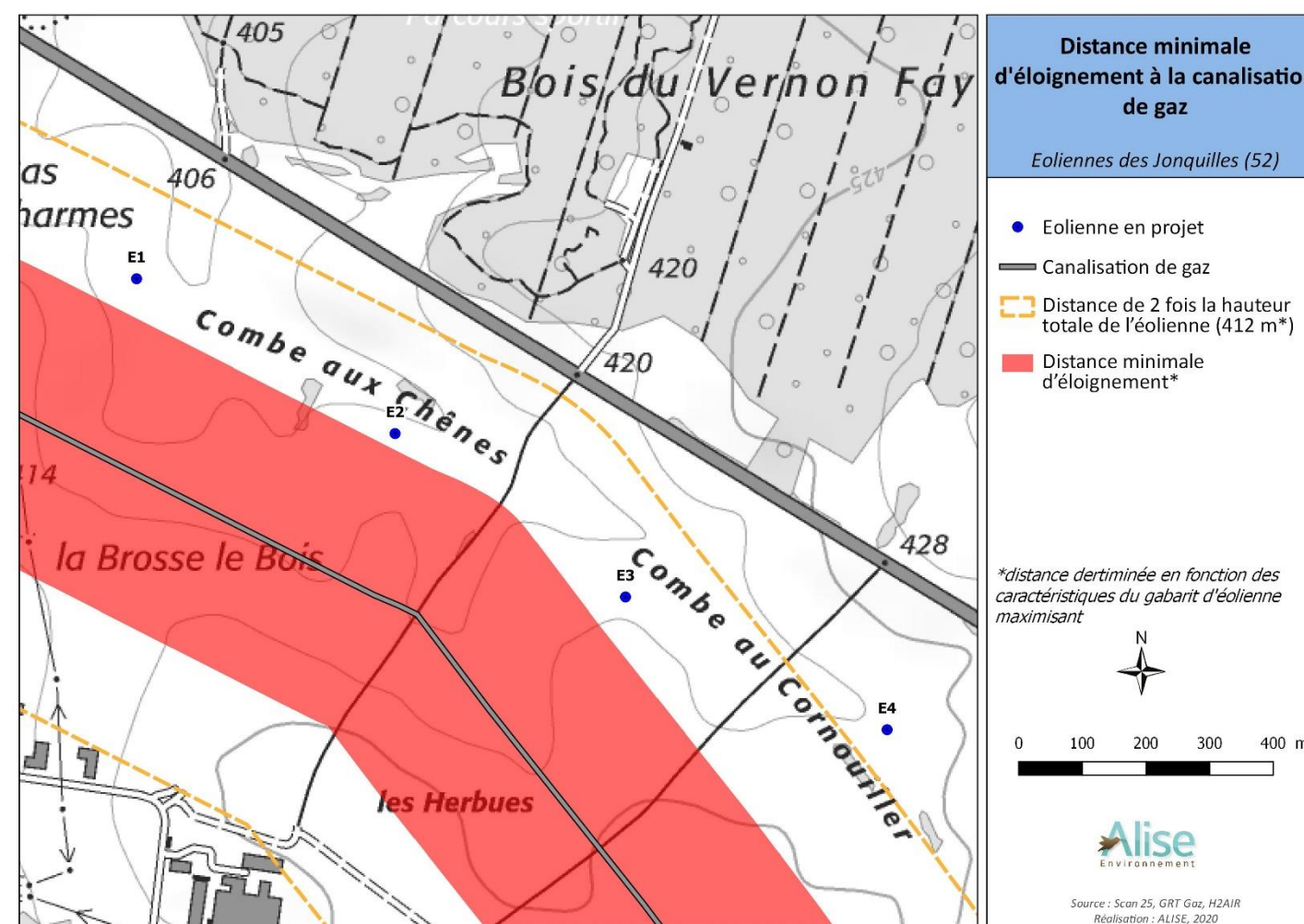


Figure 21 : Distance minimale d'éloignement à la canalisation de gaz

Source : H2AIR, GRT Gaz

Les éoliennes E1, E2, E3 et E4 sont situées au-delà de la distance minimale préconisée par rapport à la canalisation de transport de gaz naturel haute pression, aucune mesure n'est nécessaire.

2.6.4 - Pipeline d'hydrocarbures

D'après les informations disponibles, il n'y pas de pipeline d'hydrocarbures sur la commune concernée par la Z.I.P.

La zone d'implantation potentielle est en dehors de toute servitude relative à des canalisations d'hydrocarbures.



2.6.5 - Réseaux radioélectriques

Aucun faisceau hertzien ne traverse la zone d'implantation potentielle. Par conséquent, la Z.I.P n'est pas concernée par des servitudes radioélectriques.

La zone d'implantation potentielle est en dehors de toute servitude radioélectrique.

2.6.6 - Lignes téléphoniques

L'opérateur Orange signale la présence de câbles enrobés qui traversent la Z.I.P. Toutefois, aucune distance d'éloignement entre ces réseaux et les éoliennes n'est signalée par l'opérateur.

La zone d'implantation potentielle est en dehors de toute servitude liée à des lignes téléphoniques.

2.7 - RISQUES TECHNOLOGIQUES

2.7.1 - Établissements classés SEVESO

La directive européenne du 9 décembre 1996, dite directive SEVESO 2 concerne la prévention des risques d'accidents technologiques majeurs. Elle vise l'intégralité des établissements où sont présentes certaines substances dangereuses. Deux catégories sont distinguées suivant les quantités de substances dangereuses présentes : les établissements dits "seuil haut" et les établissements dits "seuils bas".

La directive SEVESO 2 est traduite en droit Français notamment par l'arrêté ministériel du 10 mai 2000. La liste des installations soumises au "seuil haut" de la directive SEVESO II est étendue à certains dépôts de liquides inflammables, et l'ensemble de ces installations est repéré dans la réglementation des installations classées sous la mention "AS" ou "Autorisation avec servitudes d'utilité publique".

La directive SEVESO III est quant à elle, entrée en vigueur le 1^{er} juin 2015. Ce règlement établit de nouvelles méthodes de classification des substances et crée de nouvelles dénominations de dangers.

D'après les données disponibles sur la base des installations classées, il y a une installation SEVESO dans l'aire d'étude rapprochée.

Tableau 20 : Etablissements SEVESO II dans un rayon de 6 km autour de la Z.I.P.

Source : DREAL Grand Est

Commune	ICPE	Type d'Installation	Distance par rapport à la Z.I.P.	Seuil SEVESO
Sarrey	PREVOT Jacques SARL	Industrie chimique	5,8 km	Bas

Une installation Seveso seuil bas est située à 5,8 km de la Z.I.P, sur la commune de Sarrey.

2.7.2 - Installations classées pour la protection de l'environnement

Outre ces SEVESO, des structures peuvent relever du régime des installations classées. Selon le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, est une installation classée « toute exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains [...] ».

L'ICPE la plus proche de la ZIP est l'installation Forges Ragué, de type « Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements », située à environ 510 m.

Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, les éoliennes seront implantées à plus de 300 m d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement.

2.7.3 - Risque nucléaire

Le risque nucléaire provient du rejet d'éléments radioactifs en dehors des conteneurs et enceintes prévus pour les contenir. Les accidents liés au risque nucléaire ont deux origines principales :

- la survenance lors du transport ;
- la survenance liée à un dysfonctionnement grave sur une installation nucléaire industrielle.

Le risque nucléaire concerne la santé et la sécurité des personnes, ainsi que l'environnement.

Il n'y a pas de centrale nucléaire sur la commune concernée par la Z.I.P. ou les communes voisines.

Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, les éoliennes seront implantées à plus de 300 m d'une installation nucléaire de base

2.7.4 - Le transport de matières dangereuses et radioactives

Une matière dangereuse est une substance qui, par ses propriétés physiques ou chimiques, ou bien par la nature des réactions qu'elle est susceptible de mettre en œuvre, peut présenter un danger grave pour l'homme, les biens ou l'environnement. Elle peut être inflammable, toxique, explosive, corrosive ou radioactive.

Le transport de matières dangereuses (TMD) concerne essentiellement les voies routières (2/3 du trafic en tonnes/kilomètre) et ferroviaires (1/3 du trafic) ; la voie d'eau (maritime et les réseaux de canalisation) et la voie aérienne participent à moins de 5 % du trafic.

D'après le site Géorisques, la commune de la Z.I.P. n'est pas concernée par le risque lié au transport de matières dangereuses.

Le **Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM)** est un document réalisé par le préfet et consultable à la préfecture et en sous-préfecture, ainsi qu'à la mairie des communes listées dans le DDRM. Il a pour objectif d'informer les habitants d'un département sur les risques naturels et technologiques, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mises en œuvre, et les moyens d'alerte en cas de risque. Il indique aussi les consignes de sécurité individuelles à respecter.

D'après le dossier départemental des risques majeurs (DDRM) 2017, la commune de Nogent est concernée par le risque de transport de matières dangereuses par canalisation. En effet, la commune est traversée par une conduite de gaz gérée par GRT.

D'après le site Géorisques, la commune de la Z.I.P. n'est pas concernée par le risque lié au transport de matières dangereuses.

Cependant, d'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs de Haute-Marne, la commune de Nogent est concernée par ce risque puisqu'une canalisation de gaz gérée par GRT traverse la commune et plus précisément la zone d'implantation potentielle.

La Figure 22 page 41 présente les enjeux dans un rayon de 500 m autour des éoliennes.

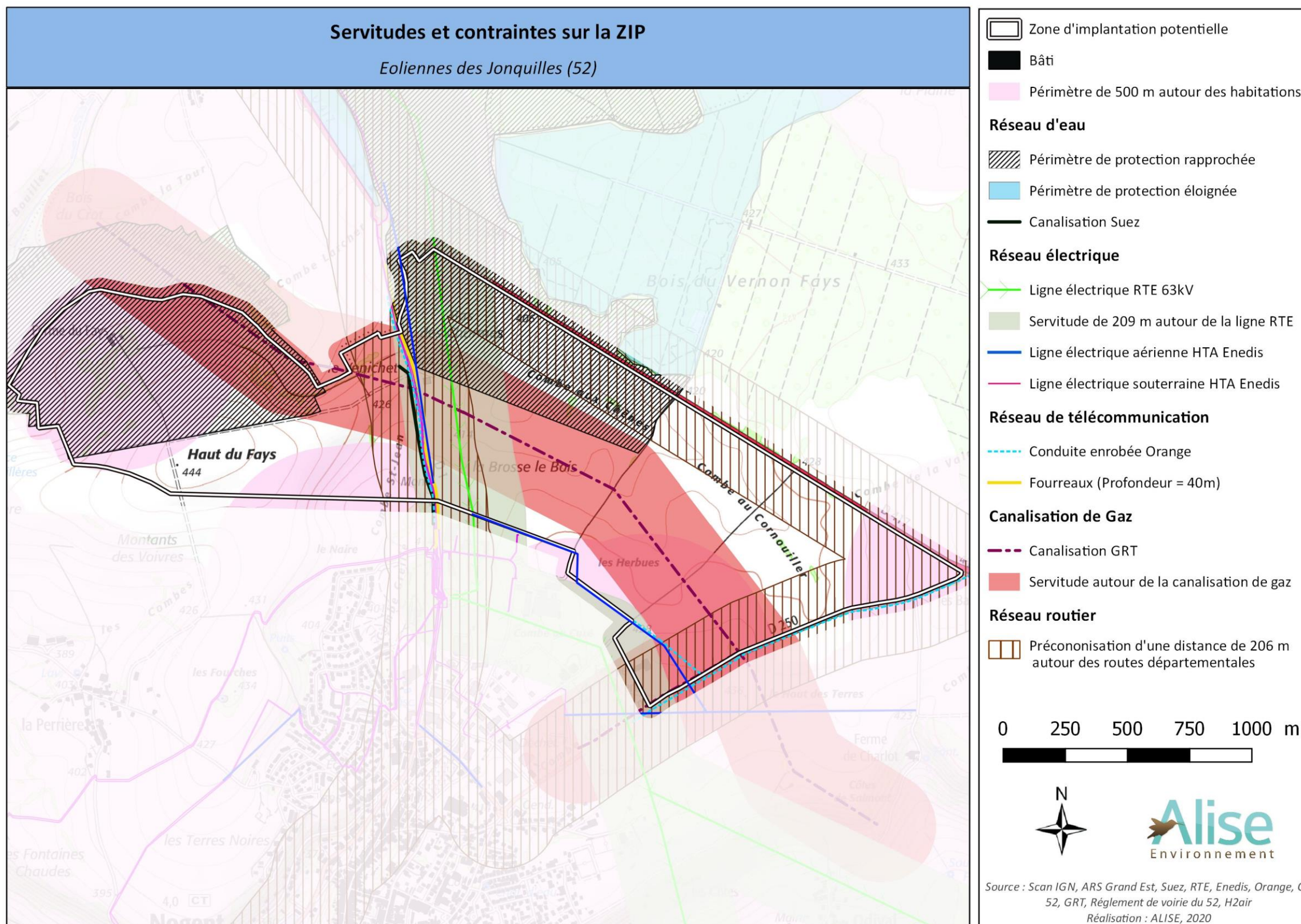


Figure 22 : Carte des servitudes et contraintes sur la zone d'implantation potentielle

Source : IGN, ARS Grand-Est, Suez, RTE, Enedis, Orange, CD 52, GRT, Règlement de voirie 52, H2air

3 - CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

3.1 - NOMBRE D'ÉQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) permet d'identifier les enjeux à protéger dans une zone d'étude.

Le Tableau 21 ci-après présente le nombre de personnes permanentes ou équivalent-personnes permanentes présentes dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes :

Tableau 21 : Nombre d'équivalent-personnes permanentes dans l'aire d'étude

Secteur ou infrastructure	Type	Nombre d'équivalent personnes permanentes	Eoliennes concernées (aire d'étude de 500 m)
Route départementale D1	Voie de circulation automobile structurante : 3 898 véhicules/jour (DDTM 52)	0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.	E1
Route départementale D417	Voie de circulation automobile structurante : 2 489 véhicules/jour (DDTM 52)	0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.	Toutes les éoliennes
Route départementale D250	Voie de circulation automobile structurante : 1 800 véhicules/jour (DDTM 52)	0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.	E4
Exploitation agricole	Zone d'activité	4 personnes maximales	E1
Chemins de randonnées	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2 personnes/1 km / 100 promeneurs par jour	E1, E2 et E3
Chemins d'exploitation ou chemins d'accès	Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) → Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	Toutes les éoliennes
Plateformes permanentes et pans coupés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	Toutes les éoliennes
Champs, prairies, Boisements	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1 personne/100 hectares	Toutes les éoliennes

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur/infrastructure est présentée en annexe 1. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologique applicables aux études de dangers. Pour simplifier l'analyse, nous ne différencierons pas les différents éléments et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

Une canalisation de gaz à haute pression exploitée par GRT gaz passe à proximité de l'ensemble des éoliennes. Une ligne électrique aérienne HTB gérée par RTE et une ligne électrique HTA gérée par ENEDIS passe à proximité de l'éolienne E1.

3.2 - CARTOGRAPHIE

La Figure 23 page 43 présente les enjeux dans un rayon de 500 m autour des éoliennes.

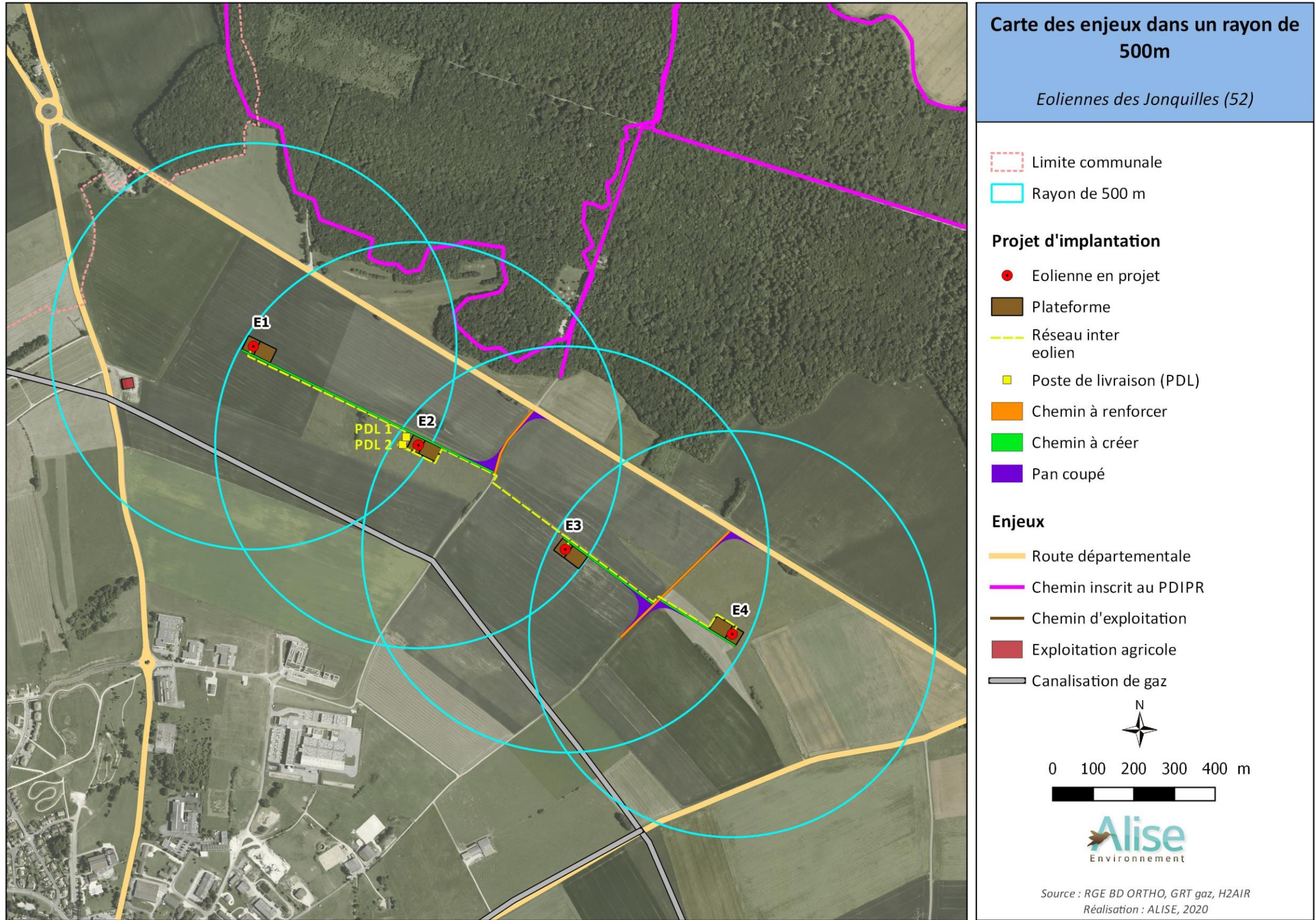


Figure 23 : Carte des enjeux dans un rayon de 500 m autour des éoliennes



Chapitre 4 – ACTIVITE DE L'INSTALLATION





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

La description complète du projet est présentée dans l'étude d'impact (chapitre 2 – Présentation générale du parc éolien). Une synthèse de cette partie est proposée ci-après.

1 - NATURE DES ACTIVITES

Le projet retenu consiste en l'implantation d'un parc éolien composé de 4 éoliennes d'une puissance nominale maximale unitaire de 5,7 MW sur la commune de Nogent

A la date de dépôt du présente Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale Unique, le modèle d'éoliennes qui équipera le parc éolien n'est pas déterminé. En effet, plusieurs modèles actuellement commercialisés présentent un gabarit et des spécificités techniques adaptés aux caractéristiques du site, par exemple :

- La Nordex N155 ;
- La Nordex N163 ;
- La Vestas V162 ;
- La Siemens-Gamesa SG155 ;
- La Enercon E160.

Afin de ne pas sous-évaluer les impacts, de l'installation sur l'environnement, il a été décidé de définir et d'étudier pour la présente étude, **un gabarit d'éolienne maximisant**, adapté au site du projet.

Tableau 22 : Caractéristiques du gabarit maximisant

	Gabarit maximisant
Puissance nominale maximale	5,7 MW
Diamètre du rotor (m)	163 m
Hauteur totale (m)	206 m
Hauteur au moyeu (m)	125 m
Hauteur mât au sens ICPE (m)	129,25
Largeur de la base de la pôle (m)	4,32 m
Longueur de pôle (m)	79,7 m
Largeur du mât à la base (m)	6,3 m

2 - CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

2.1 - CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

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

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

2.2 - ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN AEROGENERATEUR

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) 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 surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- ⇒ La nacelle abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
 - le système de freinage mécanique ;
 - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
 - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
 - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

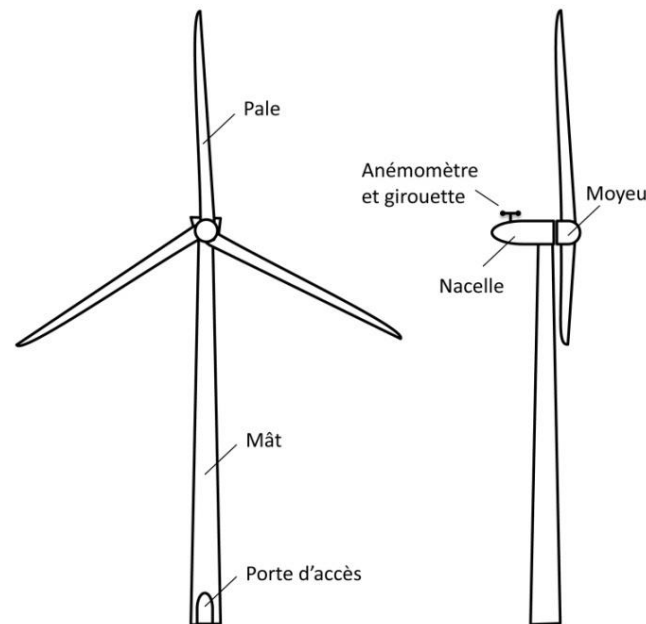


Figure 24 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

2.2.1 - 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.

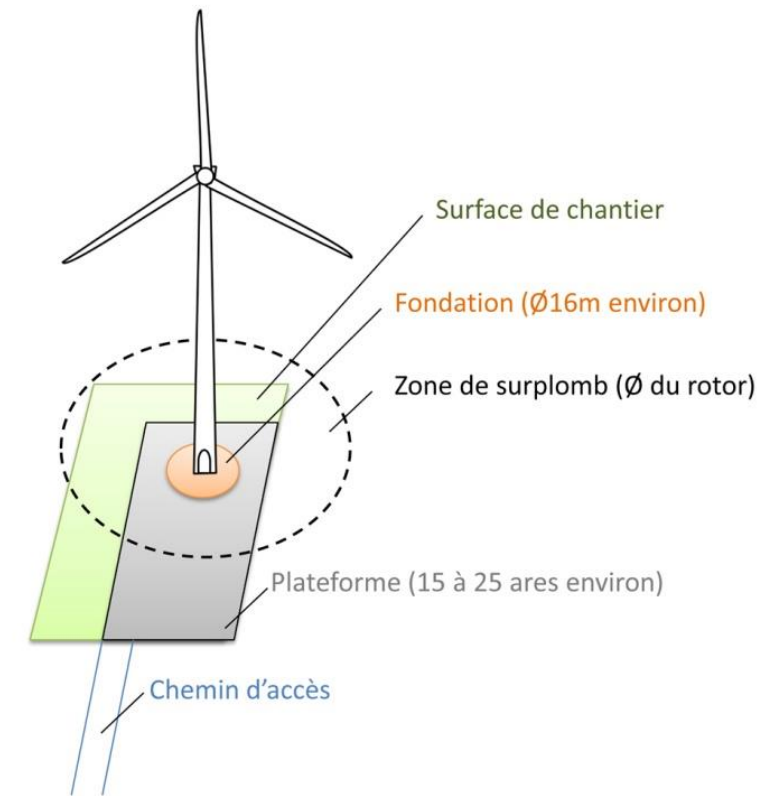


Figure 25 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

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

2.2.2 - Chemins d'accès

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

2.3 - ACTIVITE DE L'INSTALLATION

L'activité principale du parc éolien de Nogent sera la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec des éoliennes dont modèle n'est pas déterminé. En effet, plusieurs modèles actuellement commercialisés présentent un gabarit et des spécificités techniques adaptés aux caractéristiques du site, par exemple :

- La Nordex N155 ;
- La Nordex N163 ;
- La Vestas V162 ;
- La Siemens-Gamesa SG155 ;
- La Enercon E160.

Afin de ne pas sous-évaluer les impacts, de l'installation sur l'environnement, il a été décidé de définir et d'étudier pour la présente étude, **un gabarit d'éolienne maximisant**, adapté au site du projet.

Tableau 23 : Caractéristiques du gabarit d'éolienne maximisant

Type	Eolienne	Hauteur au moyeu	Hauteur totale (mât + pales)
Maximisant	E1 à E4	125 m	206 m

Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

2.4 - COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien de Nogent sera composé de 4 aérogénérateurs et de deux postes de livraison. Selon les éoliennes, chaque aérogénérateur aura une hauteur totale maximale en bout de pales de 206 m.

La position de l'éolienne E4 a été décalée d'environ 4 m vers l'ouest par rapport au dossier initial afin d'anticiper la différence entre les limites cadastrales théoriques et réelles des parcelles ZL 19 et ZL 29.

Tableau 24 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison

Eoliennes	Coordonnées						Altitude (en m NGF)	
	Lambert 93		Lambert II étendu		WGS 84		Pied de l'éolienne	Bout de pale
	X	Y	X	Y	Est	Nord		
E1	875236,76	6774626,44	824804,59	2343123,87	5°21'07.7850" E	48°2'54.6986" N	407 m	613m
E2	875642,69	6774383,26	825212,89	2342884,00	5°21'27.0382" E	48°2'46.4320" N	412 m	618m
E3	876004,55	6774126,59	825577,20	2342630,26	5°21'44.1418" E	48°2'37.7704" N	418 m	624m
E4	876411,87	6773920,13	825986,57	2342427,15	5°22'3.5116" E	48°2'30.6895" N	421 m	627 m
PL1	875604,01	6774384,80	825174,17	2342885,22	5°21'25.1723" E	48°2'46.5191" N		
PL2	875613,03	6774403,32	825183,03	2342903,82	5°21'25.6345" E	48°2'47.1102" N		

Le balisage mis en place répondra aux dispositions de l'arrêté du 23 avril 2018. Les postes de livraison PDL 1 et PDL 2 seront situés au pied de l'éolienne E2.

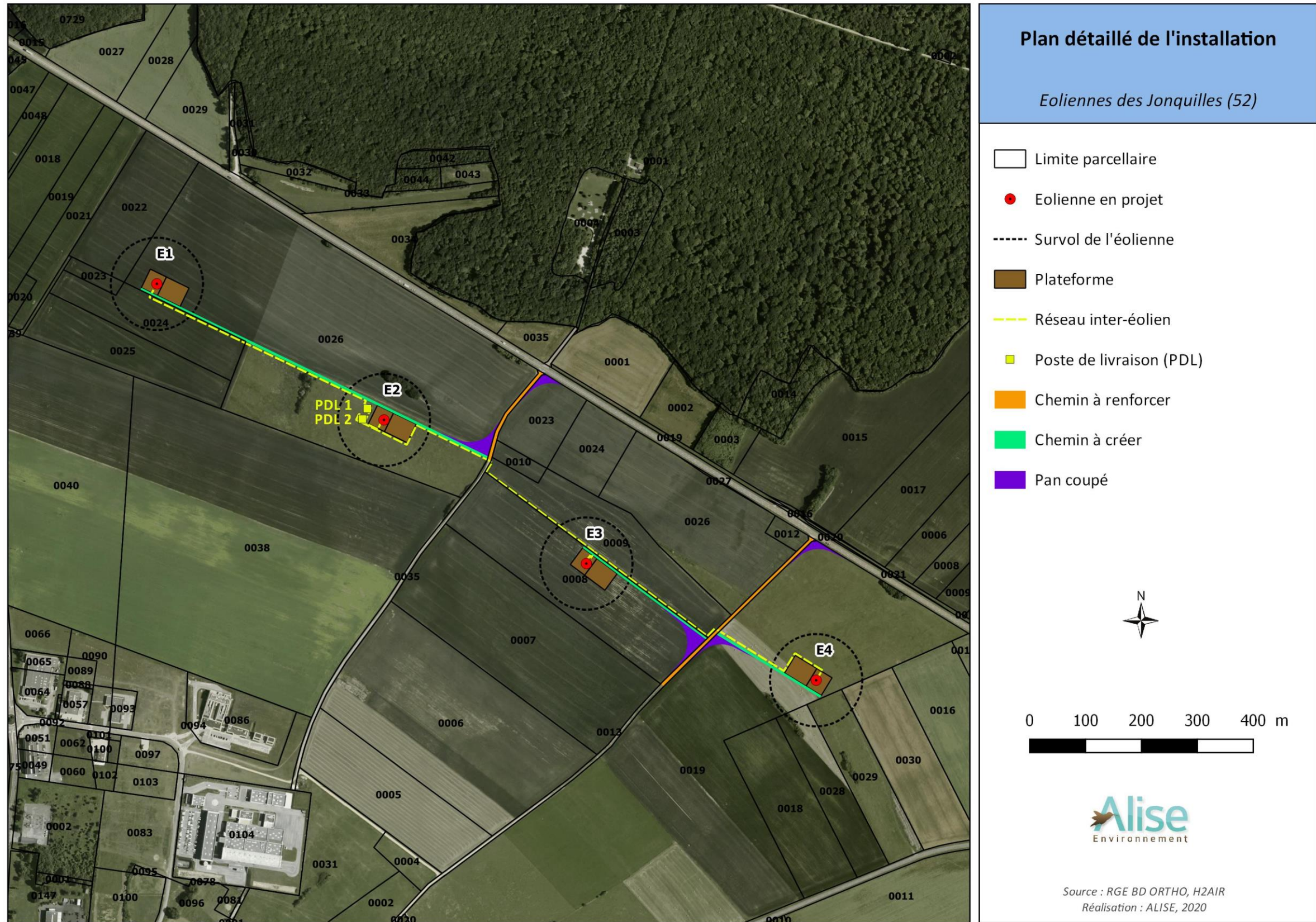


Figure 26 : Plan détaillé de l'installation

3 - FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

3.1 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR

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 2,5 MWh 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.

Tableau 25 : Caractéristiques de fonctionnement

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Environ 453 m ²
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Gabarit maximisant : Hauteur maxi des parties fixe et mobile : 206 m Hauteur du mât au sens ICPE : 129,25 m Hauteur maxi de l'axe du moyeu : 125 m Diamètre de la base du mât : 6,3 m
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	Type de génératrice : Permanent Magnet Synchronous generator
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Nombre de pales : 3 Diamètre du rotor : 163 m (gabarit maximisant) Vitesse de vent au démarrage : 3 m/s Vitesse de vent nominale : 12 m/s Vitesse de vent de coupure : 24 m/s
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Transformateur intégré au mât de l'éolienne
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Surface plateforme : 740 m ² Bâtiment (PDL) : 30 m ²

Concernant les données techniques liées au montage et à l'exploitation du parc on peut retenir les données suivantes (pour une éolienne) :

Tableau 26 : Caractéristiques techniques des éléments constituant le parc éolien

Description	Données techniques
Fondations	Environ 453 m ²
Plateforme type	Environ 2396 m ²
Poste de livraison	2 postes sur la plateforme de E2 TOTAL : 30 m ²
Chemin d'accès permanent	Largeur exempte d'obstacle : 4,5 m



3.2 - SECURITE DES INSTALLATIONS

3.2.1 - Réglementation en matière de sécurité des éoliennes

Concernant la réglementation européenne relative à la sécurité, les exigences essentielles sont fixées par la directive « Machines » n°2006/42/CE du 17 mai 2006.

Selon la réglementation européenne, une éolienne mise sur le marché est soumise à une quadruple obligation :

- satisfaire aux exigences essentielles de sécurité énoncées par la directive ;
- disposer du marquage CE ;
- disposer d'une « auto-certification » (procédure par laquelle le fabricant ou l'importateur déclare, sous sa responsabilité, que la machine soumise à ladite procédure est conforme aux règles techniques qui lui sont applicables) ;
- enfin, le fabricant ou l'opérateur qui met une éolienne sur le marché doit tenir à la disposition des services de contrôle des États membres une documentation prouvant la conformité de la machine aux exigences essentielles de la directive.

Plus particulièrement, les exigences essentielles de sécurité de la réglementation européenne couvrent les risques d'effondrement et d'éjections d'objets susceptibles d'affecter le public et les biens des tiers.

De plus, une éolienne doit également satisfaire aux exigences en matière de sécurité de la directive 73/23/CEE du 19 février 1973 relative aux équipements électriques ainsi que de la directive 89/336/CEE du 3 mai 1989 relative à la compatibilité électromagnétique.

En ce qui concerne la normalisation internationale, une norme relative aux aérogénérateurs a été établie par la CEI (Commission Electrotechnique Internationale – IEC en anglais). Ainsi, la solidité intrinsèque des éoliennes et leur adéquation aux conditions du site du projet sont assurées par la mise en place d'un référentiel de conception défini par la norme IEC 61400-1. Le porteur de projet s'assure que le constructeur fournisse des éoliennes dont toutes les parties sont conformes à cette norme et qu'il délivre un certificat de conformité à la norme IEC 61400-1 adapté aux conditions de vent du site et réalisé suivant les règles et procédures de l'IEC WT 01. La fourniture des certificats est une condition de la réception définitive de l'installation.

De la même façon, au niveau européen, une norme a été établie en tant que norme « harmonisée » afin de satisfaire aux exigences essentielles de sécurité de la réglementation « Machines ». Il s'agit de la norme EN 50308 (homologuée également en France sous la référence NFEN 50308), qui doit être prise en compte pour la conception, le fonctionnement et la maintenance des éoliennes.

La construction des fondations se base sur des études de sol précises réalisées par un bureau d'études géotechniques selon la norme NFP 94-500. D'autre part, le dimensionnement des fondations est effectué par un autre bureau spécialisé suivant les règles du fascicule 62 du cahier des clauses techniques générales (CCTG) « Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages en béton armé suivant la méthode des états limites ». Enfin, les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle est supérieure ou égale à 12 mètres sont soumises obligatoirement à un contrôle technique (article R 111-38 du Code de la construction et de l'habitation). Ce contrôle technique obligatoire porte sur la solidité des ouvrages de fondation et des éléments d'équipement qui font indissociablement corps avec ces ouvrages. Il est réalisé par des bureaux de contrôle agréés tels que Veritas, Apave, Dekra, Socotec, etc.

Il est important de noter que l'exploitation et la maintenance des éoliennes sont confiées à du personnel qualifié et formé régulièrement suivant les consignes préalablement définies dans les manuels rédigés par le constructeur lui-même.

Le porteur du projet s'engage à installer des éoliennes strictement conformes aux exigences énoncées précédemment. Dans le cas des modèles d'éolienne envisagés, l'ensemble des certifications fournies par le constructeur garantit que chacun des composants de l'éolienne est conçu de manière à résister à des conditions bien plus extrêmes que celles qui sont observées sur le site d'implantation concerné par le présent projet.

3.2.2 - Principaux systèmes de sécurité

Toutes les éoliennes des modèles envisagés sont équipées des dernières technologies en matière de sécurité.

➤ Système de balisage

L'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation abroge et remplace :

- Arrêté du 13 novembre 2009 modifié relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques ;
- Arrêté du 8 mars 2010 modifié relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques et installées sur les îles Wallis-et-Futuna, en Polynésie française ou en Nouvelle-Calédonie ;
- Arrêté du 7 décembre 2010 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne.

Le texte fixe les règles de balisage des parcs éoliens en mer et modifie les règles applicables aux parcs éoliens terrestres. Parmi les différentes dispositions, se trouve notamment la possibilité d'introduire, pour certaines éoliennes au sein d'un parc :

- un balisage fixe ou un balisage à éclat de moindre intensité,
- de baliser uniquement la périphérie des parcs éoliens de jour,
- la synchronisation obligatoire des éclats des feux de balisage,
- séquençage : 1/3 ON, 2/3 OFF : le rythme des feux à éclats nocturnes est égale à un tiers de la durée totale d'un cycle.

➤ Système de sécurité en cas de tempête

Le freinage du rotor est effectué par rotation des pales jusqu'à la position dite en drapeau (90°) (frein aérodynamique principal). Chaque pale possède son propre moteur de calage et son système de secours. Le calage d'une seule pale étant suffisant pour réguler la vitesse de l'éolienne. L'indépendance de chaque pale assure une redondance de trois de la régulation.

Le système est conçu en « fail-safe » c'est à dire que tout dysfonctionnement du système entraîne l'arrêt de l'éolienne.

Ainsi, le contrôle de l'angle de calage des pales a deux finalités : l'optimisation des performances énergétiques de l'éolienne et la mise en sécurité de l'éolienne en la protégeant des rafales de vent ou en l'arrêtant si nécessaire (mise en drapeau).

L'éolienne est équipée d'un système redondant permettant une mise en drapeau des pales si les vitesses du vent dépassent la vitesse maximale admissible.



➤ Système de sécurité contre la foudre

L'éolienne est équipée d'un système parafoudre fiable afin d'éviter que l'éolienne ne subisse de dégâts.

Des pastilles métalliques en acier inoxydable sont disposées à intervalles réguliers sur les deux faces des pales reliées entre elles par une tresse en cuivre située à l'intérieur de la pale. La tresse de cuivre est raccordée à la base de la pale et le courant de foudre est dévié vers la terre via la fondation et des prises profondes.

Pour la protection interne de la machine, les composants principaux tels l'armoire de contrôle et la génératrice sont protégés par des parasurtenseurs. Toutes les autres platines possédant leur propre alimentation sont équipées de filtres à hautes absorptions. Aussi, la partie télécom est protégée par des parasurtenseurs de lignes et une protection galvanique. Enfin, une liaison de communication télécom en fibre optique entre les machines permet une insensibilité à ces surtensions atmosphériques ou du réseau.

Le transformateur est protégé par les parafoudres. De même, l'anémomètre est protégé et entouré d'un arceau.

Un rapport de contrôle d'un organisme compétent atteste de la mise à la terre de l'installation avant sa mise en service industrielle.

L'éolienne retenue sera équipée d'une installation de protection anti-foudre conforme à la norme internationale IEC 61 400-24.

➤ Système de sécurité contre le gel

Certaines conditions météorologiques peuvent être à l'origine de formations de glace, de givre ou bien de dépôts de neige sur les pales de rotor des éoliennes.

Afin d'éviter la projection de glace et pour garantir un fonctionnement sûr des installations, les constructeurs mettent en place des systèmes de contrôle du givre, et ce, conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.

Chaque aérogénérateur sera équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur sera mis à l'arrêt dans un délai maximal de soixante minutes. L'exploitant définira une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales.

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

Des panneaux d'informations sur la possibilité de formation de glace sont également implantés sur le chemin d'accès des machines.

Les éoliennes seront équipées d'un dispositif permettant de détecter la présence de givre sur les pales et d'arrêter la machine ou d'éviter sa mise en fonctionnement après une période d'arrêt. Des panneaux type « Attention, chute de glace » seront mis en place au pied de chaque éolienne pour prévenir du danger.

➤ Système de sécurité contre les incendies

Les principaux risques d'incendie étaient causés dans le passé par la foudre. Cependant, les éoliennes modernes sont équipées de systèmes parafoudre dont le fonctionnement est très fiable en raison des nombreux progrès technologiques effectués dans ce domaine. Le système de protection de l'éolienne décrit au paragraphe précédent permet ainsi d'éviter tout dommage. La probabilité d'occurrence d'un incendie est donc très faible.

D'autre part, les risques d'incendie sont parfaitement maîtrisés grâce à un suivi permanent et à une maintenance du fonctionnement de toutes les composantes du parc éolien. L'ensemble des capteurs d'incendie est contrôlé par le système général de l'éolienne.

En cas d'incendie d'une des éoliennes, le parc est automatiquement déconnecté du réseau électrique pour éviter toute perturbation. Le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) est prévenu automatiquement par le système de contrôle à distance, ce qui permet aux pompiers d'intervenir rapidement sur le site.

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 22 juin 2020, chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte et de prévention contre les conséquences d'un incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, composé a minima de deux extincteurs placés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façon bien visible et facilement accessibles. Ils peuvent être utilisés par les agents de maintenance lorsque ceux-ci se trouvent dans l'éolienne.

Les éoliennes seront équipées de détecteurs permettant de mettre la machine à l'arrêt en cas d'incendie ainsi que d'extincteurs à CO₂ pour faire face à tout début d'incendie lors des visites de contrôle ou de maintenance par les techniciens.

➤ Système de freinage

En fonctionnement, les éoliennes sont exclusivement freinées d'une façon aérodynamique par inclinaison des pales en position drapeau. Pour ceci, les trois entraînements de pales indépendants mettent les pales en position de drapeau (c'est-à-dire « les décrochent du vent ») en l'espace de quelques secondes. La vitesse de l'éolienne diminue sans que l'arbre d'entraînement ne soit soumis à des forces additionnelles.

Le rotor n'est pas bloqué même lorsque l'éolienne est à l'arrêt, il peut continuer de tourner librement à très basse vitesse. Le rotor et l'arbre d'entraînement ne sont alors exposés à pratiquement aucune force. En fonctionnement au ralenti, les paliers sont moins soumis aux charges que lorsque le rotor est bloqué.

L'arrêt complet du rotor n'a lieu qu'à des fins de maintenance et en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence. Le dispositif de blocage du rotor ne peut être actionné que manuellement et en dernière sécurité, à des fins de maintenance.

La mise en position drapeau permet le freinage des éoliennes. Il y a également un système d'arrêt d'urgence.

➤ Système d'arrêt d'urgence

Si des personnes ou des pièces de l'éolienne sont en danger, l'éolienne peut être stoppée immédiatement grâce à un système d'arrêt d'urgence, qui peut être déclenché 24h/24 et 7j/7 :

- par le système automatique de télésurveillance, qui analyse les données des capteurs de l'éolienne et évalue s'il existe un risque éventuel ;
- par l'opérateur présent dans le centre de surveillance à distance ;
- par un agent de maintenance présent au niveau de l'éolienne.

L'activation de ce système d'arrêt d'urgence entraîne un freinage immédiat du rotor, avec une inclinaison rapide des pales par l'intermédiaire des unités de réglage et de freinage d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique est actionné simultanément. L'alimentation électrique de tous les composants reste assurée.



Si nécessaire, l'éolienne peut être stoppée immédiatement, en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence (armoire de commande). Ce bouton déclenche un freinage d'urgence sur le rotor, avec une inclinaison rapide par l'intermédiaire des unités de réglage des pales et de freinage d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique est actionné simultanément. L'alimentation électrique de tous les composants reste assurée.

Une fois l'urgence passée, le bouton d'arrêt d'urgence doit être réarmé pour permettre le redémarrage de l'éolienne.

Si l'interrupteur principal de l'armoire de commande est mis en position d'arrêt, tous les composants de l'éolienne, à l'exception de l'éclairage du mât et de l'armoire électrique, ainsi que les différents interrupteurs d'éclairage et les connecteurs mobiles, sont déconnectés. L'éolienne déclenche l'inclinaison rapide des pales par l'intermédiaire des dispositifs d'inclinaison d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique n'est pas activé lorsque l'interrupteur principal est actionné.

En position d'arrêt, tous les composants de l'éolienne sont déconnectés, à l'exception de l'éclairage du mât et de l'armoire électrique, ainsi que les différents interrupteurs d'éclairage et les connecteurs mobiles. L'éolienne déclenche l'inclinaison rapide des pales par l'intermédiaire des dispositifs d'inclinaison d'urgence des pales du rotor. Le frein d'arrêt mécanique n'est pas activé lorsque l'interrupteur principal est actionné.

Les éoliennes seront équipées d'un système d'arrêt d'urgence par freinage mécanique qui peut être déclenché 24h/24 et 7j/7.

➤ Certification de conformité aux normes européennes

Les éoliennes répondront aux normes européennes de sécurité et un document de conformité sera remis au bureau de contrôle avant l'installation du modèle choisi. La conformité avec le réseau électrique fera aussi l'objet d'une attestation remise au bureau de contrôle lors de la réalisation.

➤ Vérification de stabilité des ouvrages

Le projet fera l'objet d'une vérification de stabilité par un bureau d'étude agréé. Un coordonnateur de sécurité produira un plan général de coordination.

➤ Accessibilité

La porte d'accès à l'intérieur de l'éolienne sera fermée à clé en permanence afin d'en interdire l'accès au public. Seules les personnes habilitées auront la clé et pourront intervenir pour effectuer les vérifications et la maintenance.

3.3 - OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Conformément à la directive 98/37/CE les machines feront l'objet de contrôles réguliers par des contrôleurs agréés. Le rythme de passage au moins annuel sera fixé et fera l'objet d'un engagement écrit auprès des autorités compétentes. Ce point est repris de manière plus développée et précise au paragraphe 3.1 - du chapitre 5, page 57.

3.4 - STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

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

4 - FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

4.1 - RESEAUX ELECTRIQUES

4.1.1 - Réseau inter-éolien

Le schéma ci-dessous présente le principe de raccordement d'un parc éolien au réseau d'électricité. La production des éoliennes est fournie en 690 Volts, **tension relevée en 20 000 Volts par un transformateur intégré ou non dans le mât tubulaire ou la nacelle¹.**

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur 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.

Une ligne enterrée relie chaque éolienne au poste électrique général de livraison. Les raccordements sont en totalité réalisés au moyen de câbles normalisés enfouis.

Des câbles de télécommunication sont également nécessaires pour l'exploitation et la télésurveillance du parc éolien.

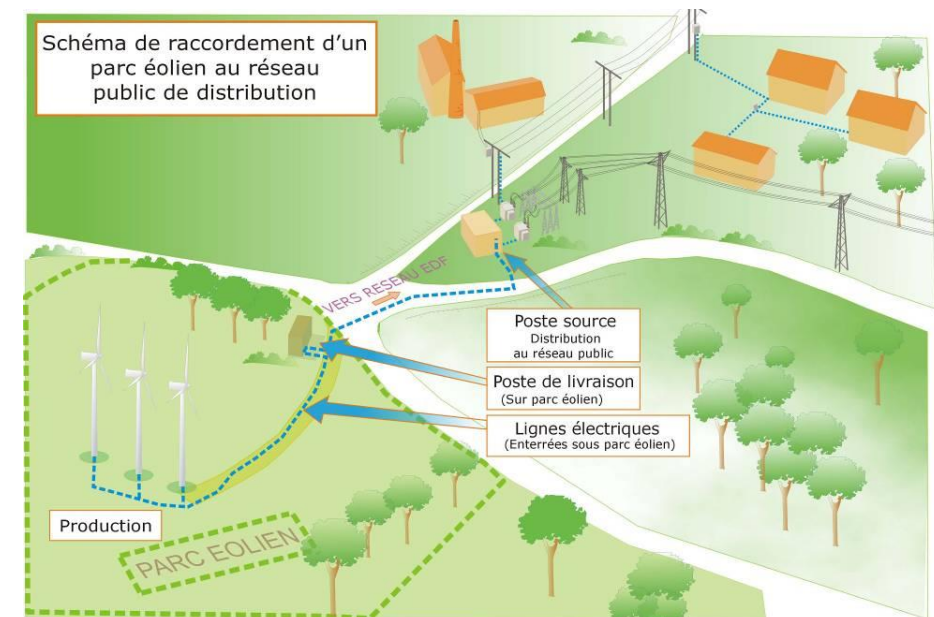


Figure 27 : Composants du parc éolien

Source : ADEME

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



4.1.2 - 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.

Pour les 4 machines du parc éolien de Nogent, deux postes de livraison sont nécessaires. Ils seront placés sur la plateforme de E2, Parcelle ZI 26, Bas des Charmes. Ils comprendront :

- un compteur électrique
- des cellules de protection
- des sectionneurs
- des filtres électriques.

4.1.3 - Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source du 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.

Les conditions de raccordement depuis les postes de livraison vers le réseau électrique existant seront conformes au décret n°2008-386 du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'installations de production aux réseaux publics d'électricité, complété par deux arrêtés d'application de même date (publiés au Journal Officiel du 25 avril 2008).

Le parc éolien de Nogent se trouve à proximité de 3 postes sources :

- ⇒ Bassigny à 1,8 km du projet ;
- ⇒ Montigny-le-Roi à 12 km du projet ;
- ⇒ Chaumont à 18 km du projet.

Les gestionnaires du réseau devront juger de la capacité d'accueil de ces quatre postes afin de raccorder le parc éolien de Nogent.

Les capacités d'accueil devront permettre l'évacuation de l'électricité produite pour ce parc de 22,8 MW.

Conformément à la procédure de raccordement en cours, un chiffrage précis (Proposition Technique et Financière de raccordement au réseau électrique) sera effectué par ENEDIS lorsque l'autorisation préfectorale aura été obtenue. Les dispositions imposées par ENEDIS seront suivies par le Maître d'Ouvrage et précisées dans le cahier des charges des entreprises missionnées.

Les postes de livraison serviront à relier les 4 éoliennes de la zone d'implantation au poste source par un câble électrique souterrain qui pourra être installé le long des voies communales et des routes départementales.

4.1.4 - Production estimée

La production annuelle du parc éolien est estimée entre 59,5 GWh/an, soit la consommation électrique annuelle (hors chauffage) d'environ 16 800 foyers français. Cela permettra d'éviter l'émission d'environ 43 000 tonnes de CO₂ dans l'atmosphère chaque année.

4.2 - AUTRES RESEAUX

4.2.1 - Réseaux d'eau

Selon les données fournies par SUEZ, une canalisation pour le transport en eau potable traverse la zone d'implantation potentielle au niveau de la RD 1. Cependant les éoliennes sont situées à plus 370 m de la RD1.

Le fonctionnement du parc éolien ne nécessite pas de raccordement au réseau d'eau potable des communes.

4.2.2 - Réseaux de gaz et d'hydrocarbures

D'après les informations disponibles, il n'y pas de pipeline d'hydrocarbures sur la commune concernée par la Z.I.P.

D'après les renseignements disponibles sur le site internet www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr et le site Géorisques, il y a une canalisation de gaz qui traverse sur la zone d'implantation potentielle. Par conséquent, GRT gaz a été consulté afin de connaître les distances d'éloignement vis-à-vis de leur ouvrage.

Dans son courrier en date du 27 octobre 2020 (cf. Annexe 1), GRT gaz indique que la distance minimale à respecter entre les ouvrages de transport de gaz naturel haute pression et une éolienne doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur, soit dans ce cas 412 m.

Le fonctionnement du parc éolien ne nécessite pas de raccordement à un réseau de gaz.



Chapitre 5 – IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGER 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.

1 - POTENTIELS DE DANGERS LIES 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 durant cette phase, cette activité ne génère ni émission atmosphérique, ni effluent potentiellement dangereux pour l'environnement.

Les produits identifiés dans le cadre du projet de parc éolien sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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

1.1 - INVENTAIRE DES PRODUITS

Les substances ou produits chimiques mis en œuvre dans l'installation sont limités. Les seuls produits présents en phase d'exploitation sont :

- ⇒ l'huile hydraulique (circuit haute pression),
- ⇒ l'huile de lubrification du multiplicateur,
- ⇒ l'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), qui est utilisée comme liquide de refroidissement,
- ⇒ les graisses pour les roulements et systèmes d'entrainements,
- ⇒ l'hexafluorure de soufre (SF₆), qui est le gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique.

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

1.2 - DANGER DES PRODUITS

1.2.1 - Inflammabilité et comportement vis à vis de l'incendie

Les huiles, les graisses et l'eau glycolée ne sont pas des produits inflammables. Ce sont néanmoins des produits combustibles qui sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense peuvent développer et entretenir un incendie. Dans les incendies d'éoliennes, ces produits sont souvent impliqués.

Certains produits de maintenance peuvent être inflammables mais ils ne sont amenés dans l'éolienne que pour les interventions et sont repris en fin d'opération. Le SF₆ est pour sa part ininflammable.

1.2.2 - Toxicité pour l'homme

Ces divers produits ne présentent pas de caractère de toxicité pour l'homme. Ils ne sont pas non plus considérés comme corrosifs (à causticité marquée).

1.2.3 - Dangerosité pour l'environnement

Vis-à-vis de l'environnement, le SF₆ possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont très limitées (seulement 1 à 2 kg de gaz dans les cellules de protection).

Les huiles et graisses, même si elles ne sont pas classées comme dangereuses pour l'environnement, peuvent en cas de déversement au sol ou dans les eaux entraîner une pollution du milieu.

1.3 - CONCLUSION

En conclusion, il ressort que les produits ne présentent pas de réel danger, si ce n'est lorsqu'ils sont soumis à un incendie, où ils vont entretenir cet incendie, ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un risque de pollution des sols ou des eaux.



2 - POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Nogent 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 ;
- ⇒ Court-circuit électrique (aérogénérateur ou poste de livraison).

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Tableau 27 : Dangers potentiels liés au fonctionnement de l'installation

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

3 - REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGER A LA SOURCE

3.1 - PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

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

3.1.1 - Choix de l'emplacement des installations

Suite à une première analyse, le site du projet a été retenu car il offre de nombreux avantages pour l'implantation d'éoliennes (cf. chapitre « Raison du choix » de l'étude d'impact) et notamment :

- l'absence ou la très faible probabilité de risques naturels dans le secteur d'étude (inondation, mouvement de terrain, séisme, etc.) – cf. paragraphe 1.3 -, page 28,
- un éloignement des aérogénérateurs par rapport aux habitations de plus de 500 m – cf. paragraphe 2 -, page 34,
- des servitudes aéronautiques ou radioélectriques qui ne compromettent pas l'implantation d'éoliennes puissantes.

3.1.2 - Réduction des potentiels de dangers liés aux produits

Les produits dangereux présents sur l'éolienne ne peuvent pas être supprimés car ils sont nécessaires au bon fonctionnement du procédé (lubrification).

3.1.3 - Réduction des potentiels de dangers liés au fonctionnement

➤ Conformité des éoliennes

Une éolienne est une machine au sens de la directive européenne 98/37/CE concernant le rapprochement des législations des Etats membre relatives aux machines et qui est transposée en droit français par les articles L. 233-5 et suivants du code du travail ainsi que par les décrets d'applications de ces textes.

Les éoliennes installées sur le site seront conformes à la directive 98/37/CE et aux dispositions pertinentes du code du travail.

Ainsi, les éoliennes :

- satisferont aux exigences essentielles de sécurité de cette directive ou les normes harmonisées traduisant ces exigences ;
- seront revêtues du marquage "CE" ;
- disposeront d'une déclaration de conformité délivrée par le fabricant au titre de l'article R. 233-73 du code du travail, attestant de la conformité de la machine aux prescriptions techniques la concernant.



La directive 98/37/CE sera appliquée par les dispositions suivantes :

- chaque machine portera de manière lisible et indélébile les indications minimales suivantes (point 1.7.3 de l'annexe 1 sous l'article R. 233-84 du Code du Travail) :
- le nom du fabricant et son adresse ;
- le marquage "CE" de conformité constituée des initiales "CE" (art R. 233-73 du Code du Travail);
- la désignation de la série ou du type ;
- le numéro de série (s'il existe) ;
- l'année de construction ;
- l'exploitant disposera de la déclaration "CE" de conformité (art R. 233-73 du Code du Travail) établi par le fabricant pour attester la conformité des machines et des composants de sécurité à la directive pour chacune des machines ou chacun des composants de sécurité fabriqués ;
- l'exploitant disposera de la notice d'instructions (point 1.7.4 de l'annexe 1 sous l'article R. 233-84 du Code du Travail) pour chaque machine qui comportera notamment les instructions nécessaires pour que la mise en service, l'utilisation et la maintenance s'effectuent sans risque.

De plus, les éoliennes du parc éolien seront dimensionnées afin de répondre aux exigences de :

- bonne application des principes généraux de prévention (art. L. 230-1 et suivants) ;
- stabilité des machines (point 1.3.1 de l'annexe 1 sous art. R. 233-84 du Code du Travail) ;
- risques de rupture en service (point 1.3.2 de l'annexe 1 sous art. R. 233-84 du Code du Travail) ;
- risques dus aux chutes et projections d'objets (point 1.3.3 de l'annexe 1 sous art. R. 233-84 du Code du Travail) ;
- risques de chutes (point 1.5.15 de l'annexe 1 sous art. R. 233-84 du Code du Travail).

Elles disposeront d'un dossier de maintenance (art. R.235-5) ou d'un dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage.

Lorsque les travaux seront réalisés, en fonction de la coordination mise en œuvre :

- soit le plan de prévention sera établi en respect des prescriptions particulières applicables aux travaux réalisés dans des sites en exploitation (art. R. 237-1 et suivants) ;
- soit la mise en œuvre de la coordination s'effectuera en respect des prescriptions particulières applicables aux opérations de bâtiment ou de génie civil (art. R. 238-1 et suivants).

➤ **Contrôle technique des éoliennes**

Le décret n° 2007-1327 du 11 septembre 2007 introduit un contrôle technique obligatoire pour les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle est supérieure à 12 mètres.

Ces contrôles seront réalisés durant la phase de construction de l'éolienne. Ils concernent le massif de stabilité (fondation) de l'éolienne ainsi que les liaisons entre ce massif et la machine.

➤ **Maintenance et entretien du matériel**

L'inspection et l'entretien du matériel sont effectués par des opérateurs des constructeurs des éoliennes, formés pour ces interventions.

Tout au long des années de fonctionnement de l'éolienne, des opérations de maintenance programmées vérifient l'état et le fonctionnement des sous-systèmes de l'éolienne :

- ⇒ à chaque anniversaire de la première mise en route de l'éolienne,
- ⇒ tous les 4 ou 5 ans (selon l'élément) après la première mise en route de l'éolienne,
- ⇒ tous les 10 ans après la première mise en route de l'éolienne.

➤ **Autres contrôles réglementaires périodiques**

Conformément à la réglementation, un contrôle de l'ensemble des installations électriques sera réalisé tous les ans par un organisme agréé. En cas de besoin, des contrôles complémentaires seront opérés tels que :

- la vérification de l'absence de dommage visible pouvant affecter la sécurité,
- la résistance d'isolement de l'installation électrique,
- la séparation électrique des circuits,
- les conditions de protection par coupure automatique de l'alimentation.

Les équipements et accessoires de levage feront également l'objet de contrôles périodiques par des organismes agréés.

Le matériel incendie sera contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme agréé extérieur.

Les résultats des contrôles des installations électriques, des équipements de levage et du matériel incendie seront consignés dans des registres tenus à la disposition de l'Inspection des installations classées.

➤ **Maintenance curative**

Il s'agit des opérations de maintenance réalisées suite à des défaillances de matériels ou d'équipements (ex : remplacement d'un capteur défaillant, ajout de liquide de refroidissement faisant suite à une fuite, etc.). Ces opérations sont faites à la demande, dès détection du dysfonctionnement, de façon à rendre l'équipement à nouveau opérationnel.

➤ **Formation du personnel**

Le personnel intervenant sur les installations (monteurs, personnel affecté à la maintenance) est formé et encadré. La formation porte notamment sur :

- la présentation générale d'une éolienne et les risques associés à son fonctionnement,
- les règles de sécurité à respecter,
- l'utilisation des équipements de protection individuelle, notamment les dispositifs de protection contre les chutes,
- le travail en hauteur,
- la lutte contre l'incendie,
- les habilitations électriques.



Les opérations réalisées tant dans le cadre du montage, de la mise en service que des opérations de maintenance périodique sont effectuées suivant des procédures qui définissent les tâches à réaliser, les équipements d'intervention à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accident. Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.

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.



Chapitre 6 – ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

1 - INTRODUCTION

Dans cette partie de l'étude de dangers sont recensés et analysés les accidents survenus sur des installations similaires à l'installation concernée par l'étude de dangers.

Rappelons que l'objectif de l'analyse de l'accidentologie n'est pas de dresser une liste exhaustive de tous les accidents ou incidents survenus, ni d'en tirer des données statistiques. Il s'agit, avant tout, de rechercher les types de sinistres les plus fréquents, leurs causes et leurs effets, ainsi que les mesures prises pour limiter leur occurrence ou leurs conséquences.

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

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans la partie 7 -, page 81.

2 - INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

2.1 - BASES DE DONNEES CONSULTEES

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 Nogent. 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).

L'accidentologie relatée ci-après résulte de la consultation principalement de :

- ⇒ La base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles – Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire) qui recense et analyse les accidents et incidents, survenus en France ou à l'étranger, depuis le 1^{er} janvier 1992 (date de création du BARPI). Les événements les plus graves qui ont pu se produire avant 1992 sont également répertoriés (6% des accidents français ou étrangers recensés dans ARIA sont antérieurs à 1988).
- ⇒ La note technique accidentologie du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) – France Energie Eolienne (FEE)² recense des incidents liés aux parcs éoliens en France, sur la base des informations suivantes :
 - rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004),
 - base de données ARIA,
 - communiqués de presse du SER – FEE et/ou des exploitants éoliens,
 - site Internet de l'association « Vent de Colère » (anti-éolien),
 - site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable » (anti-éolien),

- articles de presse divers,
- données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France.

Cette note fournit également, dans sa deuxième partie des indications qualitatives sur les typologies d'accidents ayant affectés des parcs éoliens dans le reste du monde. La note précise qu'il apparaît impossible aujourd'hui d'effectuer un recensement exhaustif à l'échelle internationale, en raison notamment du grand nombre de parcs installés et du manque de retours d'expérience dans certains pays.

2.2 - INVENTAIRES DES ACCIDENTS 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 réalisée 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 affectés 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 105 incidents a pu être recensé entre 2000 et avril 2020 (cf. ANNEXE 3 : TABLEAU DES ACCIDENTS SURVENUS EN FRANCE page 120). 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 sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011 :

- 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.

² Note technique accidentologie, SER – FEE, Groupe de Travail Etudes de Dangers, Avril 2011



Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011

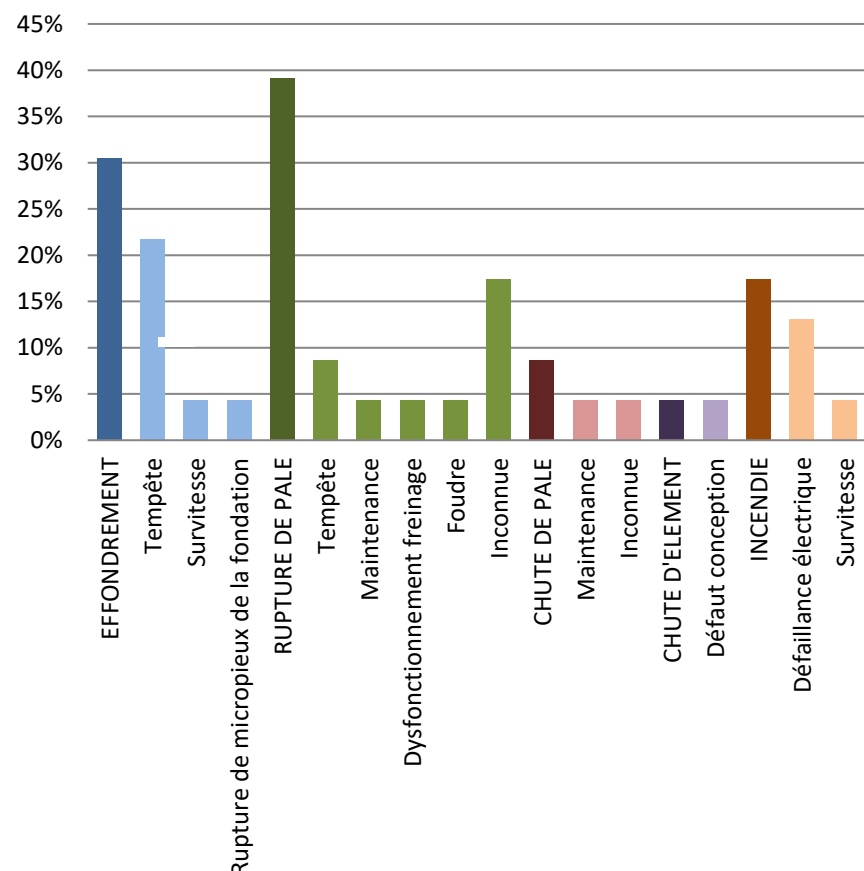


Figure 28 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011

Source : Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers – Mai 2012 (Groupe de travail SER-FEE)

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés entre 2000 et 2011 sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. Ces accidents ont pour cause principale les tempêtes.

Le graphique ci-dessous montre la répartition des événements accidentels sur le parc d'aérogénérateur français entre janvier 2012 et avril 2020. Ce graphique a été réalisé de la même façon que le graphique précédent, les histogrammes de couleur foncé représente la répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments, incendie, fuite d'huile et autres par rapport à la totalité des accidents observés en France et les histogrammes de couleur clair représentent les causes premières. Ces données proviennent intégralement de la base ARIA qui a été consulté en octobre 2020. L'ensemble de ces accidents est détaillé dans le tableau en ANNEXE 3 : TABLEAU DES ACCIDENTS SURVENUS EN FRANCE page 120.

Répartition des événements accidentels et leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre janvier 2012 et avril 2020

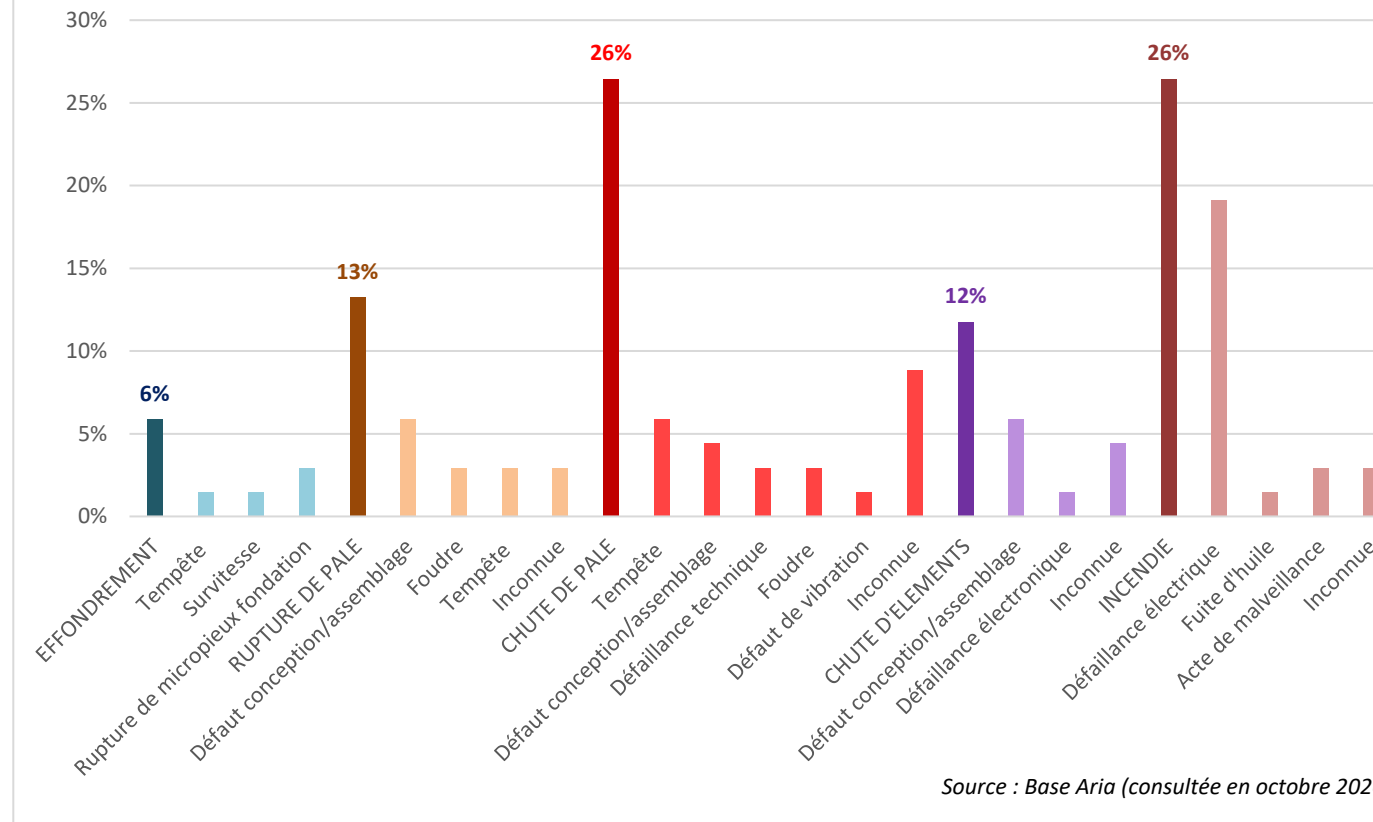


Figure 29 : Répartition en pourcentage des événements accidentels sur le parc d'aérogénérateurs français entre janvier 2012 et avril 2020

Source : Base ARIA – consultée en octobre 2020

La répartition des événements accidentels est différente par rapport au graphique précédent. En effet, par ordre d'importance, les accidents les plus recensés entre janvier 2012 et avril 2020 (105 incidents) sont les chutes de pale (26%), les incendies (26%), les ruptures de pale (13%), les chutes des autres éléments de l'éolienne (12%) et l'effondrement (6%). Cette différence peut s'expliquer par le fait que contrairement au graphique précédent, les données entre janvier 2012 et avril 2020 sont issues de la base ARIA alors que celles entre 2000 et 2011 proviennent d'une synthèse d'un groupe de travail dont les sources sont multiples (sites internet association, article de presse, etc...).

3 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé.

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 2 744 accidents décrits dans la base de données (jusqu'au 30 septembre 2020) par le groupe de travail précédemment mentionné, seuls 154 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

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

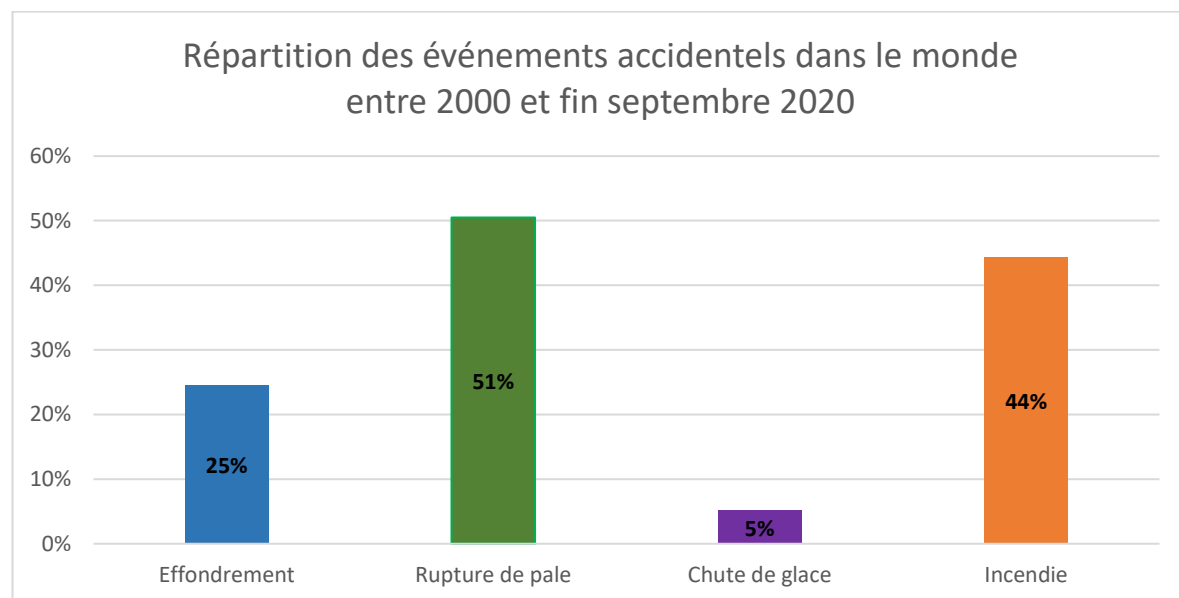


Figure 30 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et fin septembre 2020

Source : Caithness Windfarm Information Forum 2020

La répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et fin septembre 2020 est du même ordre de grandeur que celle qui avait été observée entre 2000 et 2011 par le groupe de travail de SER/FEE (cf. Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers – Mai 2012).

Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés). Ces graphiques portent sur les données 2000-2011 analysées par le groupe de travail mentionné précédemment.

Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

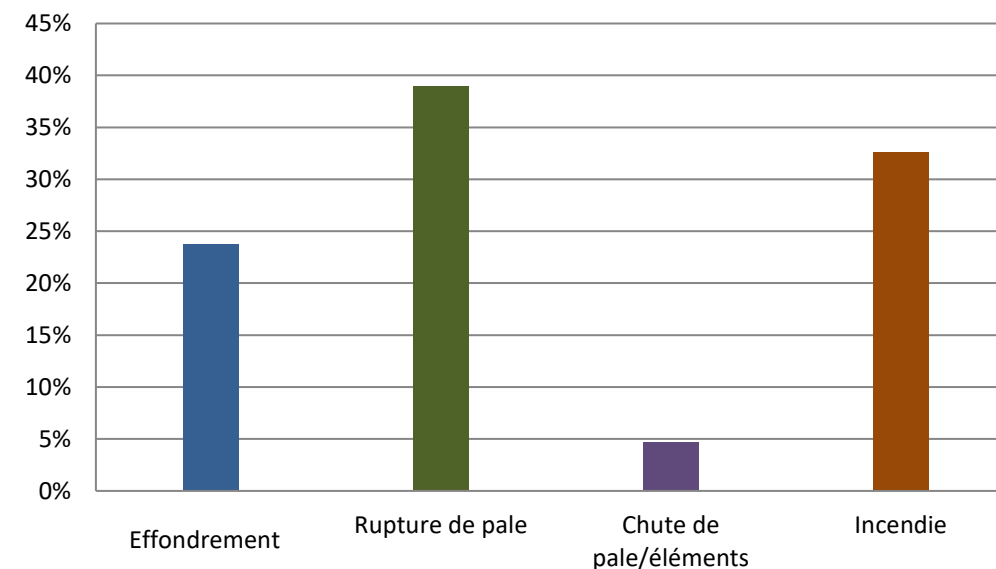


Figure 31 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

Source : Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers – Mai 2012 (Groupe de travail SER-FEE)

Répartition des causes premières d'effondrement

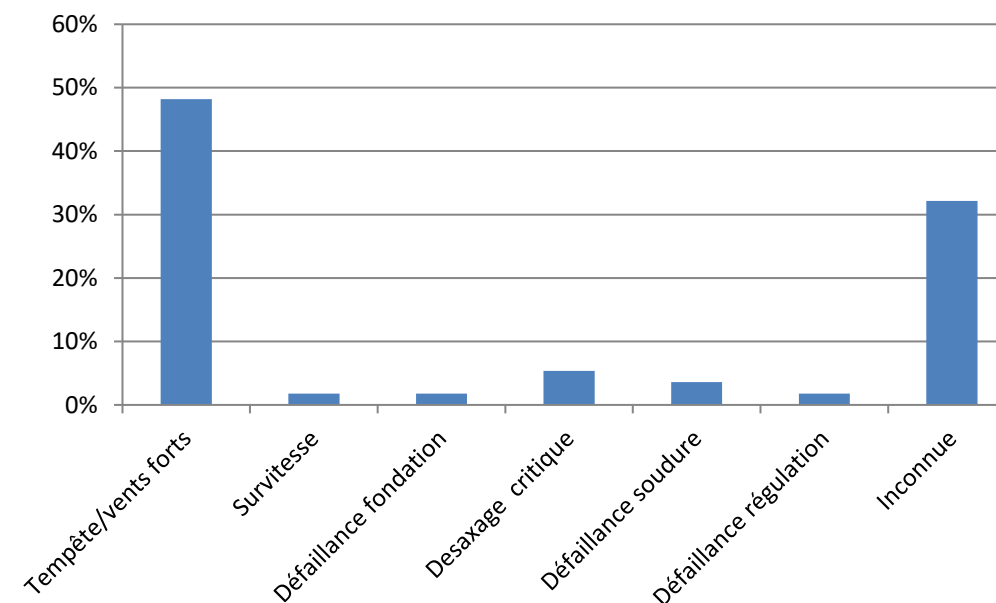


Figure 32 : Répartition des causes premières d'effondrement

Source : Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers – Mai 2012 (Groupe de travail SER-FEE)



Répartition des causes premières de rupture de pale

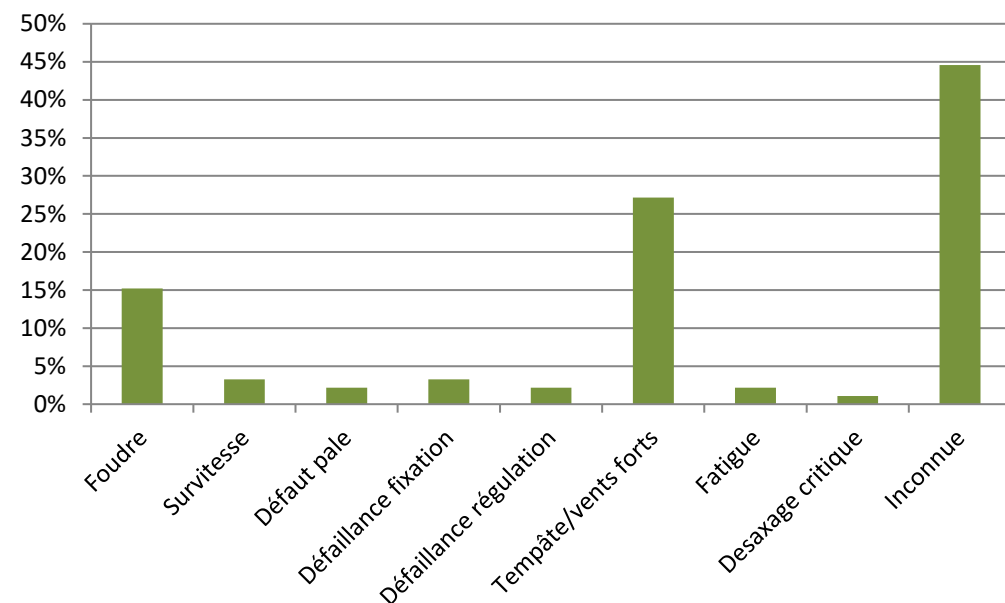


Figure 33 : Répartition des causes premières de rupture de pale

Source : Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers – Mai 2012 (Groupe de travail SER-FEE)

Répartition des causes premières d'incendie

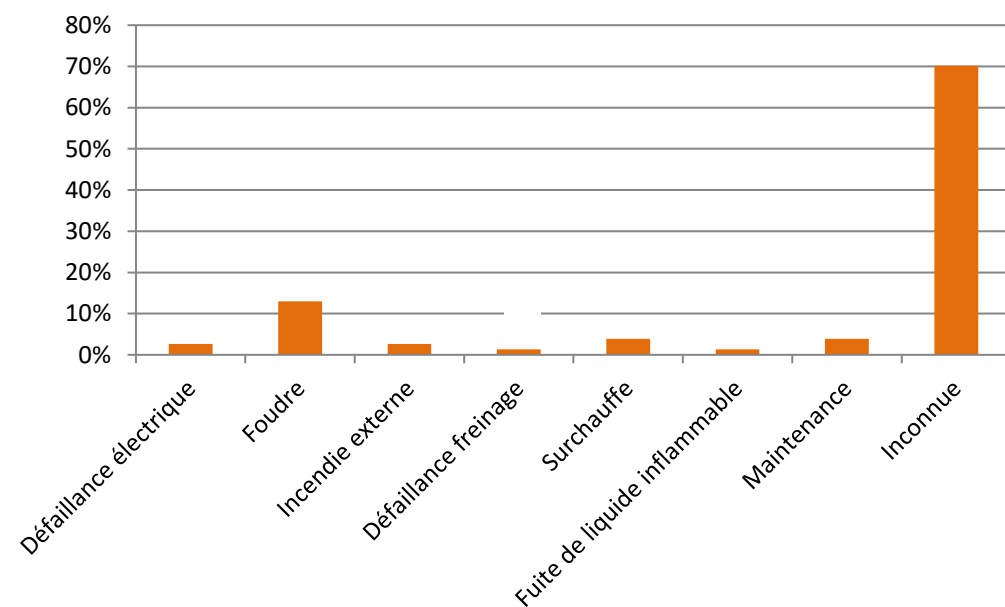


Figure 34 : Répartition des causes premières d'incendie

Source : Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers – Mai 2012 (Groupe de travail SER-FEE)

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.

4 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

Parmi les parcs éoliens qui ont été exploités par la société H2AIR, aucun accident n'est à déplorer.

5 - SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

5.1 - 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 35 & Figure 36 ci-après montrent cette évolution et il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées ou de puissance totale raccordée. 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.

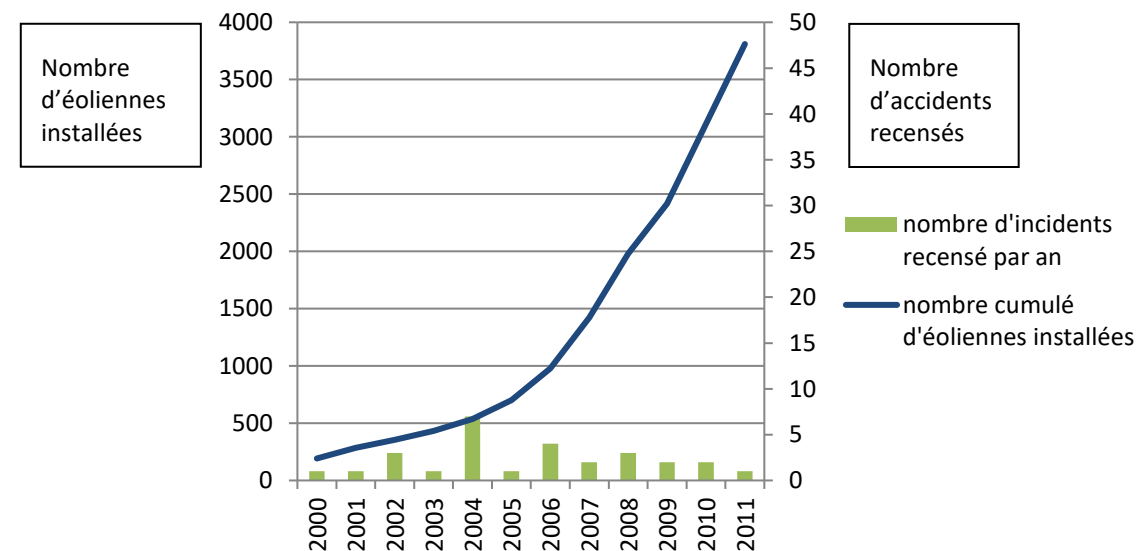


Figure 35 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

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



6 - 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.

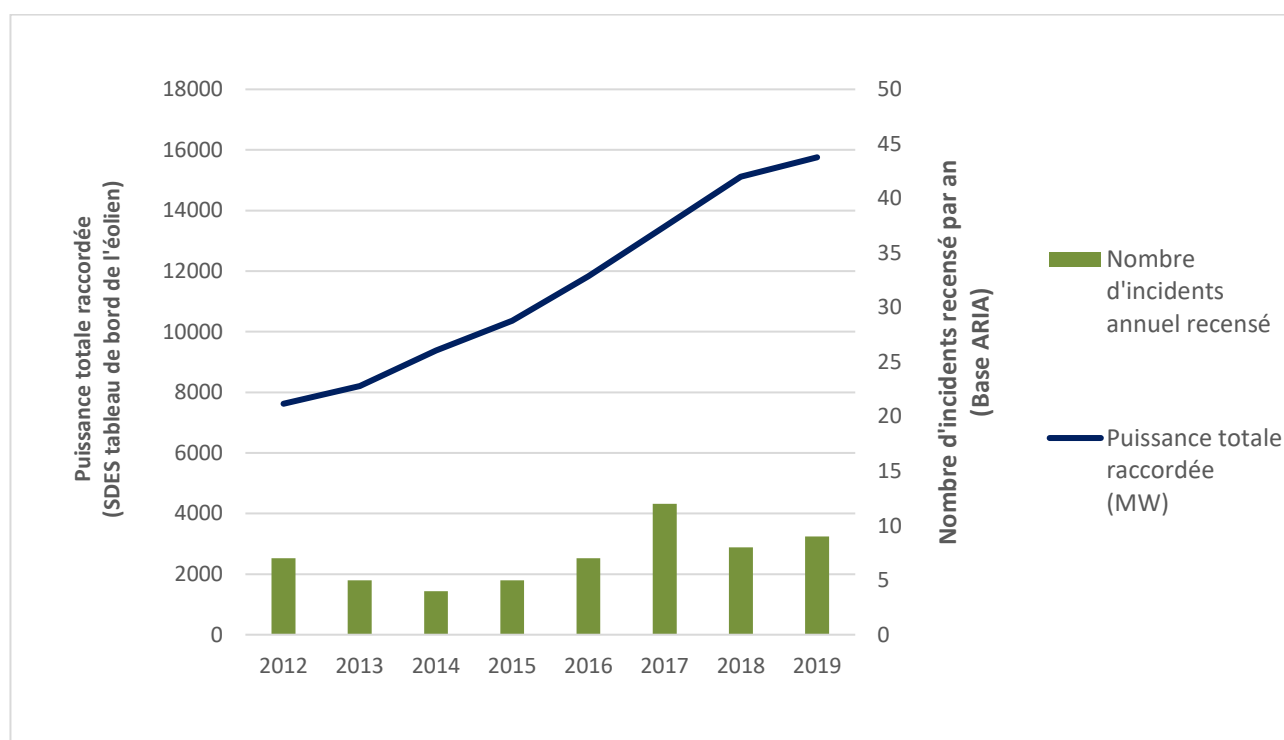


Figure 36 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et puissance totale raccordée entre 2012 et 2019

Source : Base ARIA et SDES tableau de bord de l'éolien

Entre 2012 et 2019, la puissance totale raccordée augmente tandis que le nombre d'incidents est variable selon les années.

5.2 - ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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





Chapitre 7 – ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)



1 - OBJECTIFS DE L'APR

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.

2 - RECENSEMENT DES EVENEMENTS 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.

3 - RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

3.1 - AGRESSION EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

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

Tableau 28 : Recensement des agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre*	Distance par rapport au mât des éoliennes			
					E1	E2	E3	E4
Voies de circulation RD 1	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Néant	Néant	Néant	Néant
Voies de circulation RD 417	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Néant	Néant	Néant	Néant
Voie ferrée	Transport	Sortie de voie du train	Energie cinétique du train et flux thermiques	500 m	Néant	Néant	Néant	Néant
Aérodrome de Langres - Rolampont	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	5 000 m	Néant	Néant	Néant	Néant
Ligne électrique HTA (ENEDIS)	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Néant	Néant	Néant	Néant
Ligne électrique HTB (RTE)	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Néant	Néant	Néant	Néant
Canalisation de gaz	Transport de gaz	Inflammation d'un panache de gaz naturel provoqué par une fuite, explosions d'un nuage gazeux non confiné (UVCE)	Flux thermique, effet de surpression (explosion)	412 m**	273 m	241 m	277 m	470 m
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	E2 : 421 m	E1 : 421 m E3 : 509 m	E2 : 509 m E4 : 444 m	E3 : 444 m

*Distance à partir de laquelle l'infrastructure considérée ne constitue plus un agresseur potentiel

**Distance qui doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur (GRT gaz).

Remarque : les autres aérogénérateurs situés dans le rayon de 500 m des éoliennes E1 à E4 sont les éoliennes du projet parc éolien de Nogent. Il n'y a pas d'éoliennes d'autres parcs situées dans les rayons de 500 m.

3.1.1 - Danger lié aux voies de circulation

La zone d'implantation potentielle est traversée par les routes départementales : la RD 1, RD 250 et RD 417. Le trafic routier pour ces routes départementales est présenté dans le tableau suivant

Tableau 29 : Comptages routiers

Source : DDTM 52

Route	Localisation	Nombre total de véhicules par jour (en MJA)	Dont poids lourds
RD 417	Nogent – Station permanente	2 489	380
RD 250	Nogent – Z.I.P	1 800	79
RD 1	Mandres-la-Côte	3 898	182

MJA : Trafic Moyen Journalier Annuel tous véhicules confondus

Le tableau suivant indique les plus courtes distances entre les routes du secteur et les éoliennes :

Tableau 30 : Distance entre les éoliennes et les routes du secteur

Eolienne	Distance la plus courte par rapport à...		
	RD 417	RD 250	RD 1
E1	230 m	1,5 km	370 m
E2	227 m	1,1 km	733 m
E3	258 m	708 m	1,0 km
E4	222 m	360 m	1,4 km

D'après le règlement départemental de voirie de Haute-Marne, une distance de 206 m devrait être respectée, compte-tenu de ces distances, les risques pour le parc éolien sont exclus.

3.1.2 - Danger lié aux aérodromes

D'après l'aviation civile, le projet de Nogent est implanté dans un secteur exempt de contraintes et de servitudes aéronautiques.

Selon l'aviation militaire, le projet se situe dans les 20-30 km de l'emplacement du futur radar de Chaumont-Semoutiers, où le nombre d'éoliennes et/ou la disposition sont encadrés. Le projet devra respecter les critères, associés aux données de ce radar, en vigueur lors de la demande d'autorisation environnementale. En cas de construction, compte tenu de la hauteur totale hors sol des éoliennes, un balisage "diurne et nocturne" devra donc être mis en place conformément à la réglementation en vigueur.

L'aérodrome de Langres-Rolampont se situe à 10 km du projet éolien de Nogent. Le projet respecte donc l'annexe IV de la circulaire du 12 janvier 2012 relative à l'instruction des projets éoliens par les services de l'aviation civile qui indique les règles de protection des circuits d'aérodromes. Ainsi, aucune perturbation des trajectoires de décollage et d'atterrissages n'auront lieu.

Les éoliennes seront en dehors de toute servitude aéronautique de l'Aviation civile. Le projet respectera les contraintes radioélectriques correspondantes en vigueur lors de la demande d'autorisation environnementale. Les éoliennes devront également être équipées d'un balisage diurne et nocturne. Le projet éolien de Nogent étant situé à 10 km de l'aérodrome de Langres-Rolampont, aucune perturbation des trajectoires de décollage et d'atterrissages n'auront lieu.

3.1.3 - Danger lié aux lignes électriques

D'après les renseignements disponibles sur le site internet www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr, la zone d'implantation potentielle est traversée par une ligne électrique RTE ainsi que trois lignes électriques HTA souterraines et deux lignes électrique HTA aériennes gérées par Enedis.

La ligne électrique est très fortement chargée électriquement. Cela induit une différence de potentiel électrique (tension) entre la ligne et tout objet extérieur.

L'air est un isolant naturel. En situation normale, la distance entre un être humain au sol et les câbles électriques est suffisamment importante pour écarter tout risque d'arc électrique.

Un phénomène d'arc électrique se forme lorsque la distance entre l'objet et la ligne électrique est trop courte. L'air perd alors son caractère isolant et devient localement conducteur, ce qui permet aux particules électriques de la ligne de se frayer un chemin vers l'objet. Dès lors, un arc électrique se forme.

Tableau 31 : Distances entre les éoliennes, les lignes électriques et la canalisation de gaz

	E1	E2	E3	E4
Distance à la ligne électrique RTE	215 m	590 m	790 m	900 m
Distance à la ligne électrique aérienne Enedis à l'ouest	350 m	690 m	1 000 m	1 500 m
Distance à la ligne électrique aérienne Enedis au sud	640 m	550 m	590 m	700 m
Distance aux trois lignes électriques souterraines Enedis	370 m	680 m	1 110 m	1 550 m

Dans le cas des éoliennes du parc éolien de Nogent, compte-tenu des distances (plus de 215 m à la ligne RTE et plus de 350 m aux lignes aériennes ENEDIS) et en raison du pouvoir isolant de l'air, les risques de formation d'un arc électrique entre la ligne et l'extrémité d'une pale des éoliennes sont totalement exclus que ce soit en situation normale ou en situation dégradée.

La rupture d'un câble de la ligne électrique peut survenir suite à un évènement météorologique majeur (accumulation de neige collante, tempête) ou un problème technique (fragilisation des supports des câbles). Dans ce cas, le ou les câble(s) de la ligne électrique peuvent chuter au sol. Le danger est présent au voisinage des câbles pour des personnes car il n'y a plus la protection par le caractère isolant de l'air.

Vis-à-vis des éoliennes du projet, même en situation dégradée, la distance entre les lignes électriques et l'extrémité des pales serait d'au moins 135 m ce qui écarte tout risque de formation d'arc électrique.

3.1.4 - Danger lié à la canalisation de gaz

D'après le guide de l'INERIS concernant les canalisations de transport, les risques principaux sont les effets de surpression et les effets thermiques.

Les phénomènes dangereux générant des effets de surpression sont notamment des UVCE (explosions d'un nuage gazeux non confiné). Les effets de surpression sont générés par des explosions consécutives à des pertes de confinement survenant sur des canalisations de transport de fluides inflammables, tels que l'éthylène ou l'essence par exemple

Concernant les effets thermiques, le risque principal découle d'une fuite accidentelle pouvant se produire en cas de défaillance matérielle, ou d'atteinte externe involontaire par des engins de travaux publics (travaux effectués par des tiers à proximité d'une canalisation, mais non déclarés à GRTgaz). Ces chocs peuvent provoquer des brèches plus ou moins larges, voire rompre complètement la canalisation. Le risque le plus grave est celui de l'inflammation d'un panache de gaz naturel provoqué par une fuite et affectant une ou plusieurs personnes situées à proximité de l'ouvrage.

Dans son courrier en date du 27 octobre 2020 (cf. Annexe 1), GRT gaz indique que la distance minimale à respecter entre les ouvrages de transport de gaz naturel haute pression et une éolienne doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur, soit dans ce cas 412 m. (cf. 2.6.3 -Canalisation de gaz page 38).

Le tableau suivant indique les plus courtes distances entre la canalisation de gaz et les éoliennes :

Tableau 32 : Distance entre les éoliennes et les routes du secteur

	E1	E2	E3	E4
Distance à la canalisation de gaz	273 m	241 m	277 m	470 m

La distance d'éloignement de l'éolienne E4 par rapport à la canalisation de gaz étant compatible avec cette préconisation, GRT gaz n'a pas d'observation à émettre sur le projet d'implantation de cette éolienne.

Les éoliennes E1, E2 et E3 se situent à une distance inférieure à 2 fois leur hauteur du réseau de transport de gaz. GRT gaz a donc réalisé une étude de compatibilité prenant en compte les caractéristiques des éoliennes qui a donné une distance minimale d'éloignement à la canalisation de gaz.

La distance d'éloignement des éoliennes E1, E2 et E3 par rapport à cet ouvrage étant compatible avec la distance minimale préconisée, GRT gaz n'a pas d'observation à émettre sur le projet d'implantation de ces 3 éoliennes.

Les éoliennes E1, E2, E3 et E4 sont situées au-delà de la distance minimale préconisée par rapport à la canalisation de transport de gaz naturel haute pression, aucune mesure n'est nécessaire.

3.1.5 - Danger lié aux autres aérogénérateurs

Les aérogénérateurs situés dans un rayon de 500 m sont les éoliennes du projet de parc éolien de Nogent. Il n'y a pas d'autre aérogénérateur dans un rayon de 500 m autour des éoliennes.

Concernant les effets dominos, cette partie est traitée dans le paragraphe 5 - du chapitre 7, page 75 et dans le paragraphe 3 -du chapitre 8, page 100.

3.2 - AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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

Tableau 33 : Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Le risque de tempête ne peut pas être exclu. Secteur du projet en dehors des zones affectées par des cyclones tropicaux.
Foudre	Faible densité d'arc sur la zone d'étude (inférieure à la moyenne nationale) Les éoliennes respectent la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010)
Glissement de sols/ affaissement miniers	D'après les données fournies par Géorisques, des cavités souterraines sont présentes sur la commune de Nogent. Cependant, ces cavités ne sont pas toutes localisées. En ce qui concerne les cavités localisées, aucune n'est recensée dans la zone d'implantation potentielle.

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.



4 - SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Le tableau ci-après présente l'analyse 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 de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du 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).

Tableau 34 : Analyse des risques

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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1



N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
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	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	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
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance 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) Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12)	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.



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.

Les effets dominos susceptibles d'impacter les éoliennes sont décrits dans le tableau d'analyse des risques génériques présentés ci-avant.

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

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

Seuls les effets dominos vis-à-vis des postes de livraison ont été étudiés en raison de leur situation au pied de l'éolienne E2 (cf. chapitre 8, paragraphe 3 -, page 100).

6 - MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc éolien de Nogent. 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 d'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.

Tableau 35 : Fonction de sécurité

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de déduction ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection ou de déduction de la formation de givre permettant, en cas de détection de glace, une mise en drapeau des pales 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	Ces systèmes s'appuient sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. Ces données sont cependant analysées par l'automate de sécurité embarqué sur chaque éolienne, dont le rôle est dédié à la sécurité de l'installation. 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 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne.		
Maintenance	Vérification du système (opérations de maintenance sur les systèmes de contrôle) au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la formation de givre sur les pales	N° de la fonction de sécurité	1bis
Mesures de sécurité	Installation du système Rotor Blade IC Detector (RBID)		
Description	Ce système permet de détecter la présence physique de givre sur les pales avec un capteur placé dans chaque pale. Des capteurs enregistrent les mouvements d'accélération et la température à l'intérieur de la pale. Les données collectées sont traitées dans une unité de contrôle située dans la nacelle. Lorsque les paramètres diffèrent d'un comportement normal, un signal électrique est envoyé au centre de contrôle et l'éolienne est arrêtée. A la fin de cet arrêt, l'éolienne se relance automatiquement sans avoir à aller sur site.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Envoi de données approximativement toutes les 4 minutes.		
Efficacité	NA		
Tests	Possibilité de tester l'alarme		
Maintenance	Vérification des modules de protection contre les surtensions une fois par an		

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, sur les postes de livraison, ainsi que sur les voies d'accès au parc. 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 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020).		
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 Communication continue des paramètres de fonctionnement ainsi que des alarmes au centre de contrôle du fabricant des éoliennes et de l'exploitant du parc éolien. Mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement et intervention à distance et sur site pour contrôles et redémarrage.		
Description	En cas de température anormalement haute, une alarme est émise au centre de contrôle du fabricant des éoliennes et de l'exploitant du parc éolien. Si la température dépasse un seuil haut, l'éolienne est mise à l'arrêt et ne peut être relancée qu'après un diagnostic à distance ou une intervention d'un technicien dans l'éolienne le cas échéant, qui procédera à une identification des causes et à des opérations techniques le cas échéant.		
Indépendance	Ces systèmes s'appuient sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. Ces données sont cependant analysées par l'automate de sécurité embarqué sur chaque éolienne, dont le rôle est dédié à la sécurité de l'installation.		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100%		
Tests	Pas de test. Cependant si le capteur est défectueux, il est systématiquement remis en cause et changé.		
Maintenance	Maintenance préventive annuelle de la génératrice et de son système de refroidissement, ainsi que du multiplicateur (y compris le système de refroidissement de l'huile du multiplicateur). 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 systèmes 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 En cas de coupure électrique, le frein aérodynamique par mise en drapeau des pales et le frein mécanique sont secourus par un système de sécurité.		
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 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.		
Efficacité	100%		
Tests	Fonctionnement de l'installation assurée par un personnel compétent et visites régulières par un technicien compétent conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel (avec notamment contrôle de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence), Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés (selon une périodicité définie en fonction des conditions météorologiques et qui ne peut excéder 6 mois) / Contrôle des équipements de sécurité (selon une fréquence qui ne peut excéder un an), conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020. 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. Les systèmes électriques sont équipés de disjoncteurs à tous les niveaux.		
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. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent attestera de la conformité de l'installation pour prévenir les risques électriques avant sa mise en service conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.		



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	<p>Système de protection foudre de l'éolienne dimensionné pour prévenir toute dégradation des pales de l'éolienne conformément à la norme IEC 61400-24.</p> <p>Compte tenu de leur situation et des matériaux de construction, les pales sont les éléments les plus sensibles à la foudre. Des pastilles métalliques en acier inoxydable permettant de capter les courants de foudre sont disposées à intervalles réguliers sur les deux faces des pales. Elles sont reliées entre elles par une tresse en cuivre, interne à la pale. Le pied de pale est muni d'une plaque métallique en acier inoxydable, sur une partie de son pourtour, raccordée à la tresse de cuivre. Un dispositif métallique flexible assure la continuité électrique entre la pale et le châssis métallique de la nacelle (il s'agit d'un système de contact glissant comportant deux points de contact par pale). Ce châssis est relié électriquement à la tour, elle-même reliée au réseau de terre disposé en fond de fouille.</p> <p>En cas de coup de foudre sur une pale, le courant de foudre est ainsi évacué vers la terre via la fondation et des prises profondes.</p> <p>Pour la protection interne de la machine, les composants principaux tels l'armoire de contrôle et la génératrice sont protégés par des parasurtenseurs.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif.		
Efficacité	100%		
Tests	Mesure de terre lors des vérifications réglementaires des installations électriques.		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance. Un rapport de contrôle d'un organisme compétent attestera de la conformité de la mise à la terre de l'installation avant sa mise en service, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	<p>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.</p> <p>Système de détection incendie relié au système de transmission qui émet une alarme au centre de contrôle du fabricant des éoliennes et prévient l'exploitant du parc par mail ou SMS.</p> <p>Intervention des services de secours.</p>		
Description	<p>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 du fabricant des éoliennes ainsi qu'à l'exploitant du parc éolien, qui se charge de contacter les services d'urgence compétents. Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secouru (UPS).</p> <p>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).</p>		
Indépendance	Oui.		
Temps de réponse	<p>< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme.</p> <p>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.</p>		
Efficacité	100%		
Tests	Vérification de la plausibilité des mesures de température.		
Maintenance	<p>Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel. Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés (selon une périodicité définie en fonction des conditions météorologiques et qui ne peut excéder 6 mois) / Contrôle des équipements de sécurité (selon une fréquence qui ne peut excéder un an) conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.</p> <p>Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.</p> <p>Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.</p>		



Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles et capteurs de pression Procédure d'urgence. Kit antipollution. Bacs de rétention Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération.		
Description	De nombreux détecteurs de niveau de lubrifiant permettent de détecter les éventuelles fuites et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Le circuit hydraulique (servant à piloter l'inclinaison des pales) est équipé de capteurs de pression et le circuit de refroidissement est équipé d'un capteur de niveau bas. Présence de bacs de rétention empêchant l'huile ou la graisse de couler le long du mât et de s'infiltrer dans le sol. Les principaux bacs de rétention sont équipés de capteurs de niveau d'huile afin d'informer les équipes de maintenance via les alertes cas de fuite importante. De plus, la plateforme supérieure de la tour a les bords relevés et a les jointures étanches entre plaques d'acier. Cette plateforme fait office de bac de rétention de secours en cas de fuite importante dans la nacelle. Les opérations de remplacement des bacs de graisse vides font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée et encadrée par les procédures de maintenance. La propreté des rétentions est vérifiée lors de chaque inspection de la nacelle. 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	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine inférieure à une minute		
Efficacité	100%		
Tests	/		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile et de l'état des rétentions 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		
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 moyeu, 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 équipées de capteurs de vibration, qui entraînent l'arrêt en cas de dépassement des seuils définis. 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	Déclenchement manuel des capteurs de vibration et vérification de la réponse du système.		
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 Yawl Gear (moteur d'orientation de la nacelle), boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis 1 an après la mise en service, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder 3 ans, contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés (selon une périodicité définie en fonction des conditions météorologiques et qui ne peut excéder 6 mois) / Contrôle des équipements de sécurité (selon une fréquence qui ne peut excéder un an) conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.		

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 de manière à prévenir les erreurs de maintenance.		
Indépendance	Oui.		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100%		
Tests	Traçabilité : rapport de service		
Maintenance	NA		



Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes. Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) 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 des programmes de freinage lors de la mise en service de l'éolienne. Test automatique du système de freinage mécanique et du fonctionnement de chaque système pitch (freinage aérodynamique) lors de la séquence de démarrage de l'éolienne.		
Maintenance	Maintenance annuelle du système pitch Maintenance annuelle du frein mécanique		

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.

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.

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	Inspection des équipements lors des maintenances planifiées Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes		
Description	L'intégralité des données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes est suivie et enregistrée dans une base de données unique. Ces données sont traitées par des algorithmes en permanence afin de détecter, au plus tôt, les dégradations des équipements. Lorsqu'elle est nécessaire, une inspection de l'équipement soupçonné de se dégrader est planifiée. Les algorithmes de détection et de génération d'alarmes sont en amélioration continue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Entre 12h et 6mois selon le type de dégradation		
Efficacité	100%		
Tests	Traçabilité : rapport de service		
Maintenance	Contrôle et entretien des équipements		

7 - CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE 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 :

Tableau 36 : Scénarios exclus

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 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 (Cf. référence [9] en annexe 6) et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200).
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

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.





Chapitre 8 – ETUDE DETAILLEE DES RISQUES (EDR)



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.

1 - RAPPEL DES DEFINITIONS

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

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

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

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

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

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

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

1.1 - CINETIQUE

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 (Cf. référence [13] en annexe 6), 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.

1.2 - INTENSITE

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 [Cf. référence 13 en annexe 6]).

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 [Cf. référence 13 en annexe 6] caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

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

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

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

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

Tableau 37 : Degré d'exposition

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.

1.3 - GRAVITE

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.

L'échelle de gravité des conséquences sur l'homme définie dans l'arrêté PCIG du 29 septembre 2005 est la suivante :

Tableau 38 : Echelle de gravité des conséquences sur l'homme

Niveau de gravité	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
H5. Désastreux	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
H4. Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
H3. Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
H2. Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
H1. Modéré	Pas de zone de léthalité hors établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

1.4 - PROBABILITE

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

Tableau 39 : Echelle de gravité des conséquences sur l'environnement

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.



Pour chacun des phénomènes dangereux étudiés, l'acceptabilité des accidents potentiels est déterminée en croisant la gravité des conséquences avec la classe de probabilité selon la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 :

Tableau 40 : Acceptabilité des conséquences selon la classe de probabilité

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Légende de la matrice :

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

2 - CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

2.1 - EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE

2.1.1 - Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 206 m pour un gabarit d'éolienne maximisant, dans le cas du parc éolien de Nogent.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (Cf. références [5] et [6] en annexe 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.

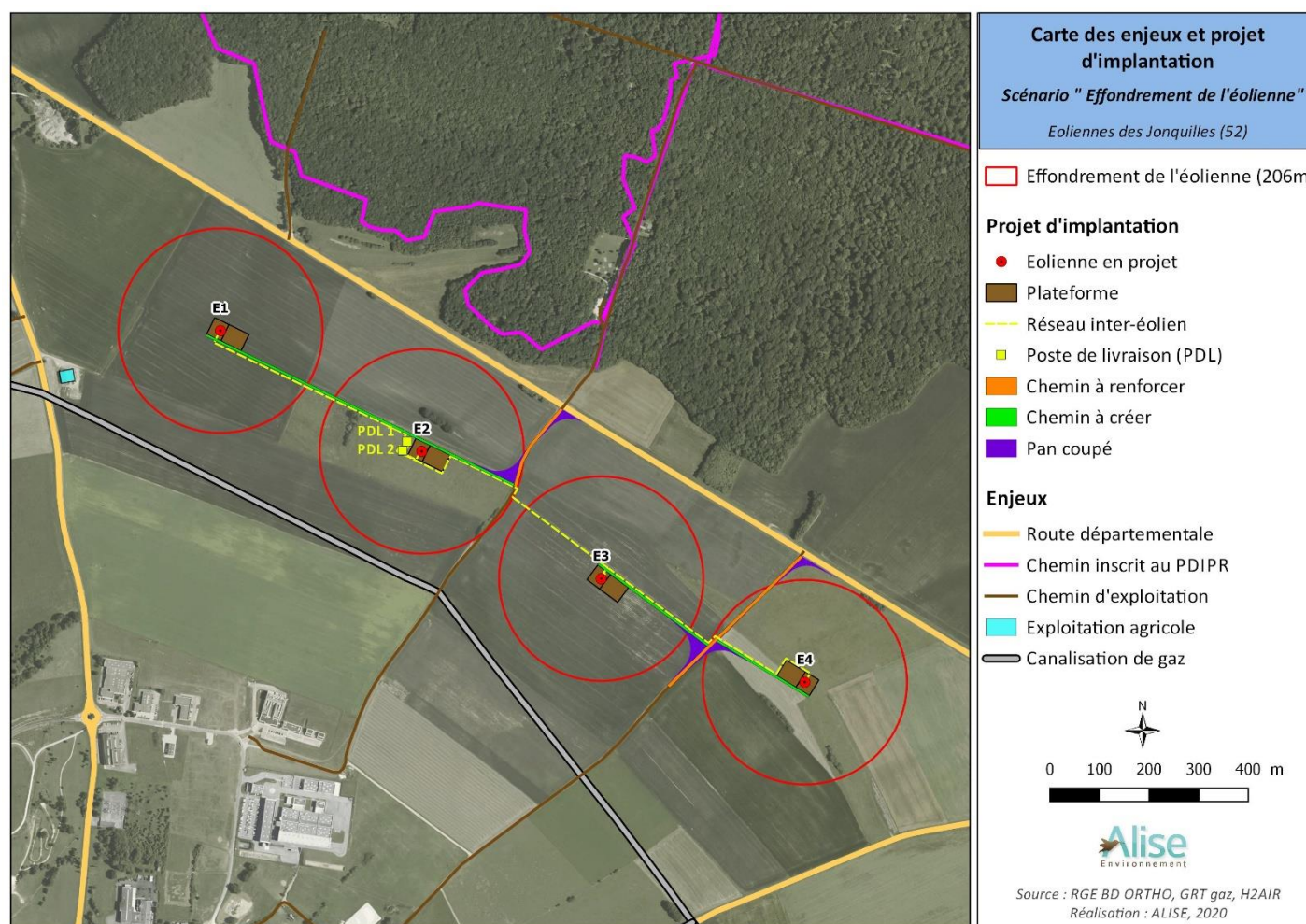


Figure 37 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Effondrement de l'éolienne »

2.1.2 - Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale balayée par le rotor et 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 pour un gabarit d'éolienne maximisant dans le cas du parc éolien de Nogent, avec :

- R est la longueur de pale (R = 79,7 m)
- H la hauteur au moyeu (H = 125 m)
- L la largeur du mât à la base (L = 6,3 m)
- LB la largeur de la base de la pale (LB = 4,32 m)

Tableau 41 : Intensité du phénomène « Effondrement de l'éolienne » - Gabarit d'éolienne maximisant

Effondrement de l'éolienne – Gabarit maximisant (dans un rayon \leq à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = H \times L + 3 \times R \times LB/2$ $Z_i = 1\,331\, m^2$	$Z_e = \pi \times (H+R)^2$ $Z_e = 139\,536\, m^2$	$d = Z_i/Z_e$ $d = 0,95\%$ $(d < 1\%)$	Exposition modérée

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

La zone d'impact est de 1 331 m² et la zone d'effet du phénomène étudié est de 139 536 m² soit 14 ha pour le gabarit maximisant d'éolienne.

2.1.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 1.3 -, page 84.), 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 le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Effondrement de l'éolienne ».

Tableau 42 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Effondrement de l'éolienne »

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanente*	Total équivalent personnes permanente
E1	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	14 ha	14 x 1/10 = 1,4	1,4
E2	Zone agricole + Chemins d'accès + Chemins d'exploitation + Plateforme permanente + Pan coupé	14 ha	14 x 1/10 = 1,4	1,4
E3	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente + Pan coupé	14 ha	14 x 1/10 = 1,4	1,4
E4	Zone agricole + Chemins d'accès + Chemins d'exploitation + Plateforme permanente + Pan coupé	14 ha	14 x 1/10 = 1,4	1,4

*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. Rappel de la méthode de comptage des enjeux humains :

- Zone agricole (terrains non aménagés et très peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 100 ha ;
- Chemin d'exploitation et chemin d'accès (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Plateformes permanentes et pan coupé (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour les chemins de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

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 :

Tableau 43 : Gravité du phénomène « Effondrement de l'éolienne »

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon ≤ à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	1,4	Important
E2	1,4	Important
E3	1,4	Important
E4	1,4	Important

³ Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

2.1.4 - Probabilité

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

Tableau 44 : Probabilité du phénomène « Effondrement de l'éolienne »

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

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience³, soit une probabilité de 4,47 x 10⁻⁴ par éolienne et par an.

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

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

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

Ces mesures de sécurité sont notamment :

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

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

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 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 ».

2.1.5 - Acceptabilité

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

Tableau 45 : Acceptabilité du phénomène « Effondrement de l'éolienne »

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon \leq à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
E1	Important	Acceptable
E2	Important	Acceptable
E3	Important	Acceptable
E4	Important	Acceptable

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

2.2 - CHUTE DE GLACE

2.2.1 - 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 (Cf. référence [15] en annexe 6), 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 et 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.

2.2.2 - 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 Nogent, **la zone d'effet est donc un disque de rayon de 81,5 m pour le gabarit d'éolienne maximisant.**

Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

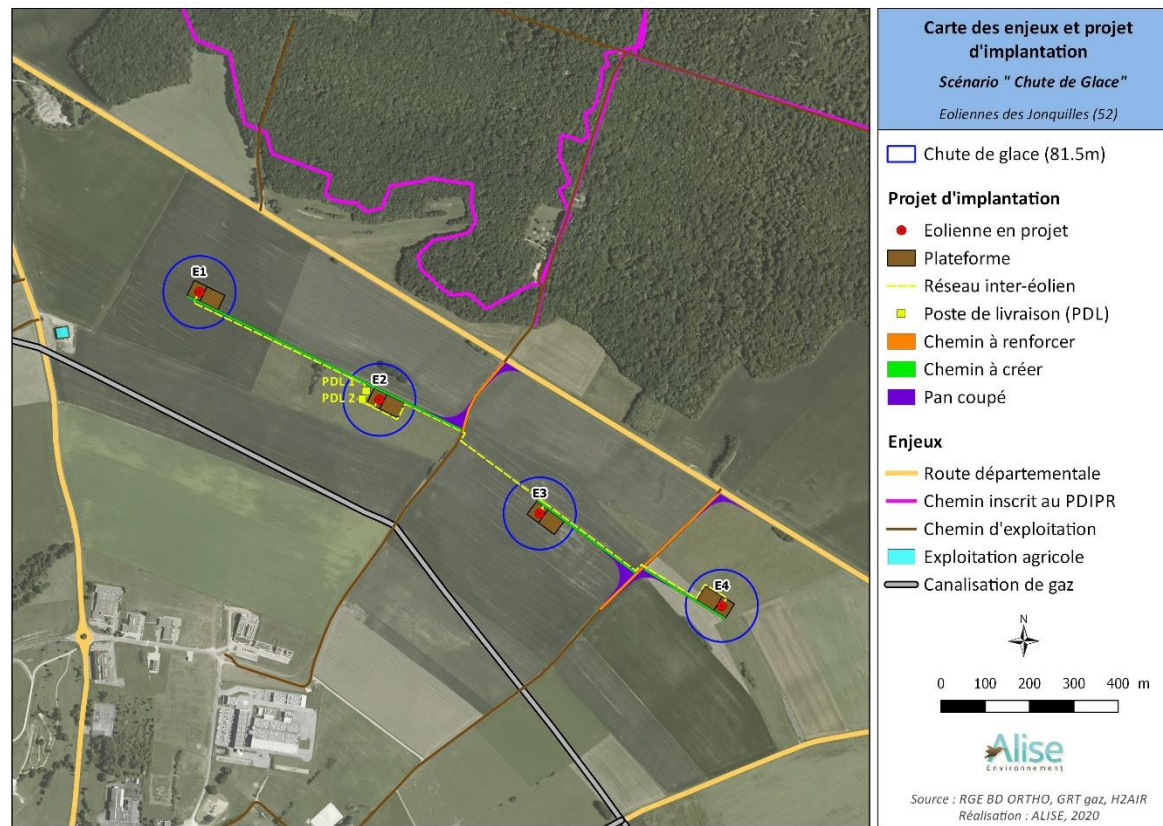


Figure 38 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Chute de glace »

2.2.3 - 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-contre permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace pour un gabarit d'éolienne maximisant dans le cas du parc éolien de Nogent, avec :

- d : le degré d'exposition,
- ZI est la zone d'impact,
- ZE est la zone d'effet,
- R est le rayon du rotor (R = 81,5 m)
- SG est la surface du morceau de glace majorant (SG = 1 m²).

Tableau 46 : Intensité du phénomène « Chute de glace » - Gabarit d'éolienne maximisant

Chute de glace – Gabarit maximisant (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
ZI = SG ZI = 1 m ²	Z _E = π x (R) ² Z _E = 20 867 m ²	D = Z _I /Z _E d = 0,005 (< 1 %)	Exposition modérée

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

La zone d'impact est de 1 m² et la zone d'effet du phénomène étudié est de 20 867 m² soit 2,1 ha pour le gabarit maximisant d'éolienne.

2.2.4 - Gravité

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

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

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Chute de glace » :

Tableau 47 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Chute de glace »

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanente*	Total équivalent personnes permanente
E1	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	2,1 ha	$2,1 \times 1/10 = 0,21$	0,21
E2	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	2,1 ha	$2,1 \times 1/10 = 0,21$	0,21
E3	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	2,1 ha	$2,1 \times 1/10 = 0,21$	0,21
E4	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	2,1 ha	$2,1 \times 1/10 = 0,21$	0,21

*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. Rappel de la méthode de comptage des enjeux humains :

- Zone agricole (terrains non aménagés et très peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 100 ha ;
- Chemin d'exploitation et chemin d'accès (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Plateformes permanentes et pans coupés (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour les chemins de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

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 :

Tableau 48 : Gravité du phénomène « Chute de glace »

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
E1	0,21	Modéré
E2	0,21	Modéré
E3	0,21	Modéré
E4	0,21	Modéré

2.2.5 - Probabilité

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

2.2.6 - Acceptabilité

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

Tableau 49 : Acceptabilité du phénomène « Chute de glace »

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Nogent, 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 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 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 (identifié par un numéro identique à celui généré à l'issue de la déclaration), 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.

2.3 - CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE

2.3.1 - Zone d'effet

La chute d'éléments comprend la chute de tous les équipements situés en hauteur : trappes, boulons, morceaux de pales ou pales entières. Le cas majorant est ici le cas de la chute de pale. Il est retenu dans l'étude 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 soit 81,5 m pour le gabarit d'éolienne maximisant.**

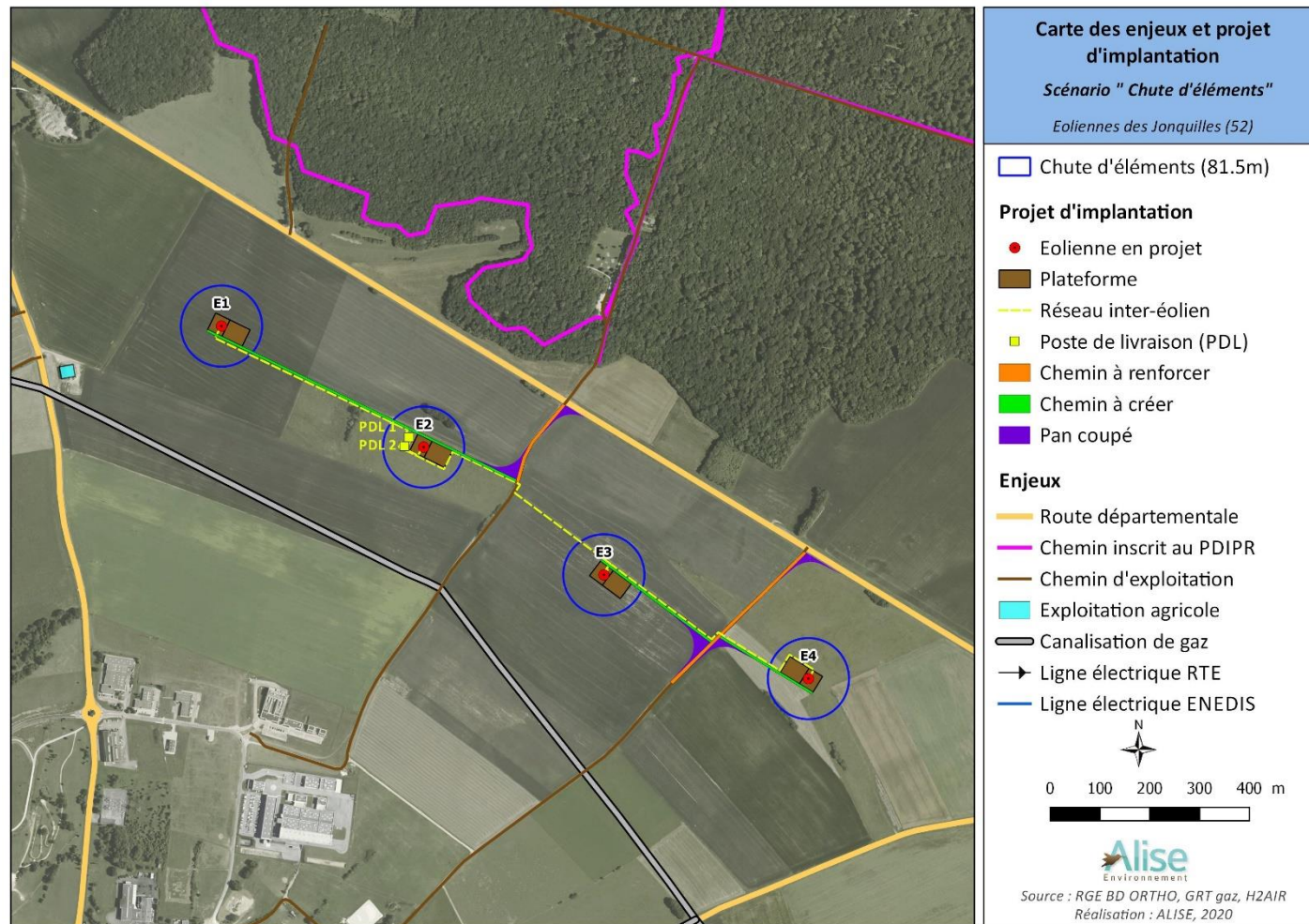


Figure 39 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Chute d'éléments des éoliennes »

2.3.2 - Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments d'un gabarit d'éolienne maximisant dans le cas du parc éolien de Nogent, avec :

- d : le degré d'exposition,
- Z_I : la zone d'impact,
- Z_E : la zone d'effet,
- R : le rayon du rotor (R= 81 m),
- LB : la largeur de la base de la pale (LB= 4,32 m).

Tableau 50 : Intensité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne » - Gabarit d'éolienne maximisant

Chute d'éléments de l'éolienne – Gabarit maximisant (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB/2$ $Z_I = 172,2 \text{ m}^2$	$Z_E = \pi \times R^2$ $Z_E = 20\,867 \text{ m}^2$	$d = Z_I/Z_E$ $d = 0,82 \%$ ($d < 1\%$)	Exposition modérée

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

La zone d'impact est de 172,2 m² et la zone d'effet du phénomène étudié est de 20 867 m² soit 2,1 ha pour le gabarit d'éolienne maximisant.

2.3.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 1.3 -, page 84), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne, dans la zone de survol de l'éolienne (le phénomène de chute d'élément engendrant une zone d'exposition modérée) :

- ⇒ 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 le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne » :

Tableau 51 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Chute d'éléments de l'éolienne »

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanente*	Total équivalent personnes permanente
E1	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	2,1 ha	$2,1 \times 1/10 = 0,21$	0,21
E2	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	2,1 ha	$2,1 \times 1/10 = 0,21$	0,21
E3	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	2,1 ha	$2,1 \times 1/10 = 0,21$	0,21
E4	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	2,1 ha	$2,1 \times 1/10 = 0,21$	0,21

*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. Rappel de la méthode de comptage des enjeux humains :

- **Zone agricole (terrains non aménagés et très peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 100 ha ;**
- **Chemin d'exploitation et chemin d'accès (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;**
- **Plateformes permanentes (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;**

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour les chemins de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

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 :

Tableau 52 : Gravité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne »

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,21	Modéré
E2	0,21	Modéré
E3	0,21	Modéré
E4	0,21	Modéré

2.3.4 - Probabilité

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

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

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

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

2.3.5 - Acceptabilité

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

Tableau 53 : Acceptabilité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne »

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable

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

2.4 - PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

2.4.1 - 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 [Cf. référence 3 en annexe 6].

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

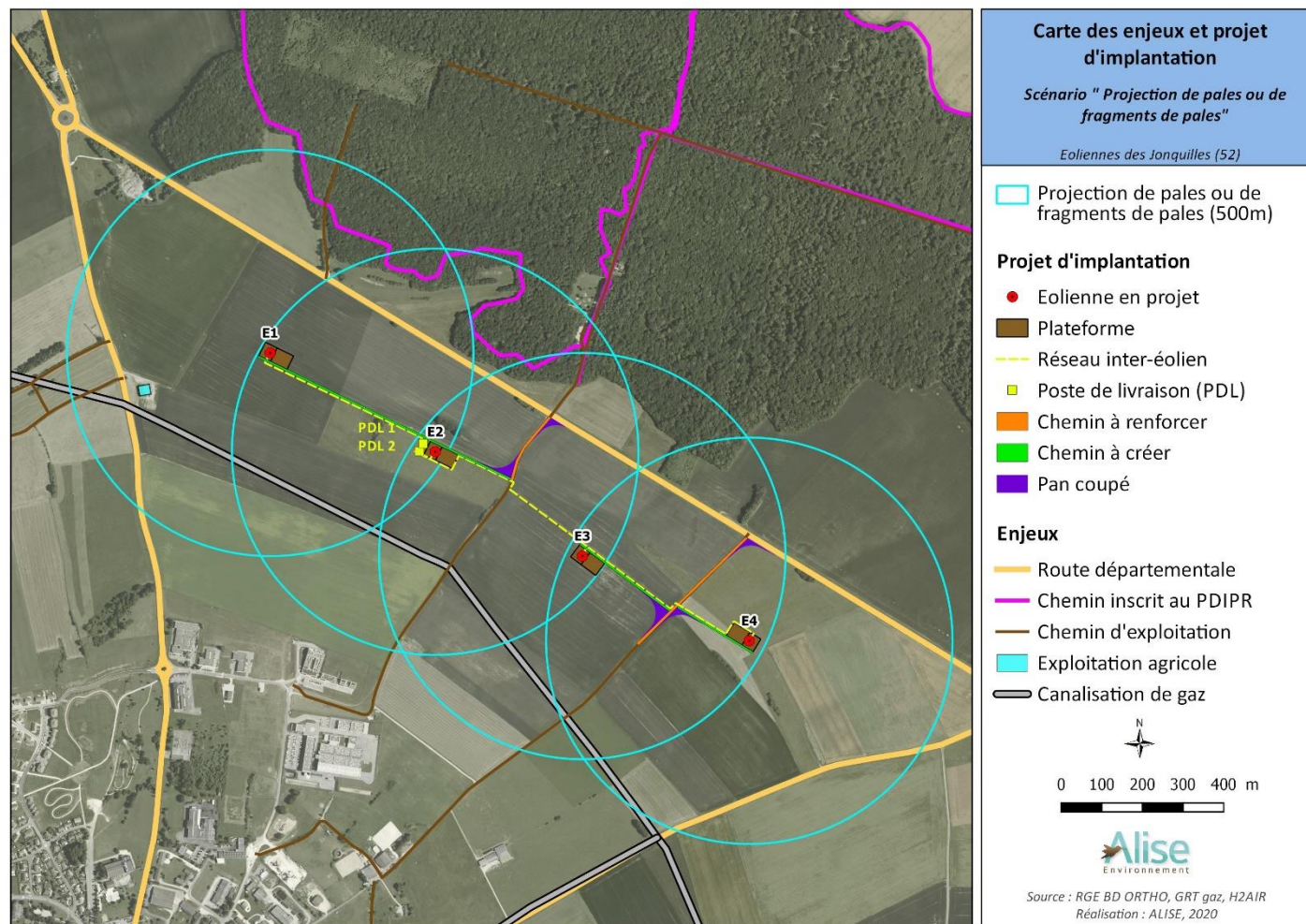


Figure 40 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Projection de pales ou de fragments de pales »

2.4.2 - Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de pale ou de fragments de pale dans le cas du parc éolien de Nogent avec :

- d : est le degré d'exposition,
- Z_i : la zone d'impact,
- ZE : la zone d'effet,
- R : la longueur des pales (R = 79,7 m),
- LB : la largeur de la base de la pale (LB = 4,32 m),
- P : Zone de 500m autour de chaque éolienne.

Tableau 54 : Intensité du phénomène « Projection de pale ou de fragments de pale » - Gabarit d'éolienne maximisant

Projection de pale ou de fragments de pale – Gabarit maximisant (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
$Z_i = R \times LB/2$ $Z_i = 172,2 \text{ m}^2$	$Z_E = \pi \times P^2$ $Z_E = 785\,398 \text{ m}^2$	$d = (Z_i / Z_E)$ $d = 2,19 \cdot 10^{-2}$ (< 1 %)	Exposition modérée

La zone d'impact est donc de 172,2 m² et la zone d'effet du phénomène étudié est de 785 398 m² soit 78,5 ha pour le gabarit d'éolienne maximisant.

2.4.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 1.3 -, page 84, 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 ci-contre indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Projections de pales ou de fragments de pale ».

Tableau 55 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Projections de pales ou de fragments de pale »

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanente*	Total équivalent personnes permanentes
E1	Boisement + Zone agricole + Chemins d'accès + Plateformes permanentes	78,5 ha	$78,5 \times 1/10 = 7,85$	31,9
	Route départementale RD 417	0,892 km	$0,4 \times 0,888 \times (2500/100) = 8,88$	
	Route départementale RD 1	0,625 km	$0,4 \times 0,625 \times (4000/100) = 10$	
	Exploitation agricole	-	4	
	Chemin de randonnées	0,604 km	$2 \times 0,604 = 1,21$	
E2	Boisement + Zone agricole + Chemins d'accès + Plateformes permanentes + Pans coupés	78,5 ha	$78,5 \times 1/10 = 7,85$	18,4
	Route départementale RD 417	0,891 km	$0,4 \times 0,891 \times (2500/100) = 8,91$	
	Chemin de randonnées	0,604 km	$2 \times 0,825 = 1,65$	
E3	Boisement + Zone agricole + Chemins d'accès + Plateformes permanentes + Pans coupés	78,5 ha	$78,5 \times 1/10 = 7,85$	16,8
	Route départementale RD 417	0,858 km	$0,4 \times 0,858 \times (2500/100) = 8,58$	
	Chemin de randonnées	0,174 km	$2 \times 0,174 = 0,35$	
E4	Boisement + Zone agricole + Chemins d'accès + Plateformes permanentes + Pans coupés	78,5 ha	$78,5 \times 1/10 = 7,85$	21,5
	Route départementale RD 417	0,897 km	$0,4 \times 0,897 \times (2500/100) = 8,97$	
	Route départementale RD 250	0,645 km	$0,4 \times 0,645 \times (1800/100) = 4,64$	

*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. Rappel de la méthode de comptage des enjeux humains :

- Zone agricole (terrains non aménagés et très peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 100 ha ;
- Chemin d'exploitation et chemin d'accès (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Plateformes permanentes et pan coupé (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) et route communale : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Voie de circulation structurante : 0,4 personnes par kilomètre exposée par tranche de 100 véhicules/jour ;
- Chemins de randonnées : 2 personnes/1 km / 100 promeneurs par jour en moyenne.
- Bâtiment agricole : 4 personnes pour tenir compte du maximum de fréquentation

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour les chemins de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

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 :

Tableau 56 : Gravité du phénomène « Projections de pales ou de fragments de pales »

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
E1	31,9	Important
E2	18,4	Important
E3	16,8	Important
E4	21,5	Important

2.4.4 - Probabilité

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

Tableau 57 : Probabilité du phénomène « Projection de pales ou de fragments de pales »

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project (Cf. référence [4] en annexe 6)	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines (Cf. référence [5] en annexe 6)	$1,1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances (Cf. référence [6] en annexe 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 » : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

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

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

- ⇒ les dispositions de la norme IEC 61 400-1,
- ⇒ les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre,
- ⇒ système de détection des survitesses et un système redondant de freinage,
- ⇒ système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique,
- ⇒ utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.).



De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 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 ».

2.4.5 - Acceptabilité

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

Tableau 58 : Acceptabilité du phénomène « Projection de pale ou de fragment de pale »

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>
E1	Important	Acceptable
E2	Important	Acceptable
E3	Important	Acceptable
E4	Important	Acceptable

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

2.5 - PROJECTION DE GLACE

2.5.1 - Zone d'effet

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

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence [15] en annexe 6 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 en cas de givre ou de glace :

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

Soit : **432 m pour un gabarit d'éolienne maximisant**

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (cf. référence [17] en annexe 6). 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.

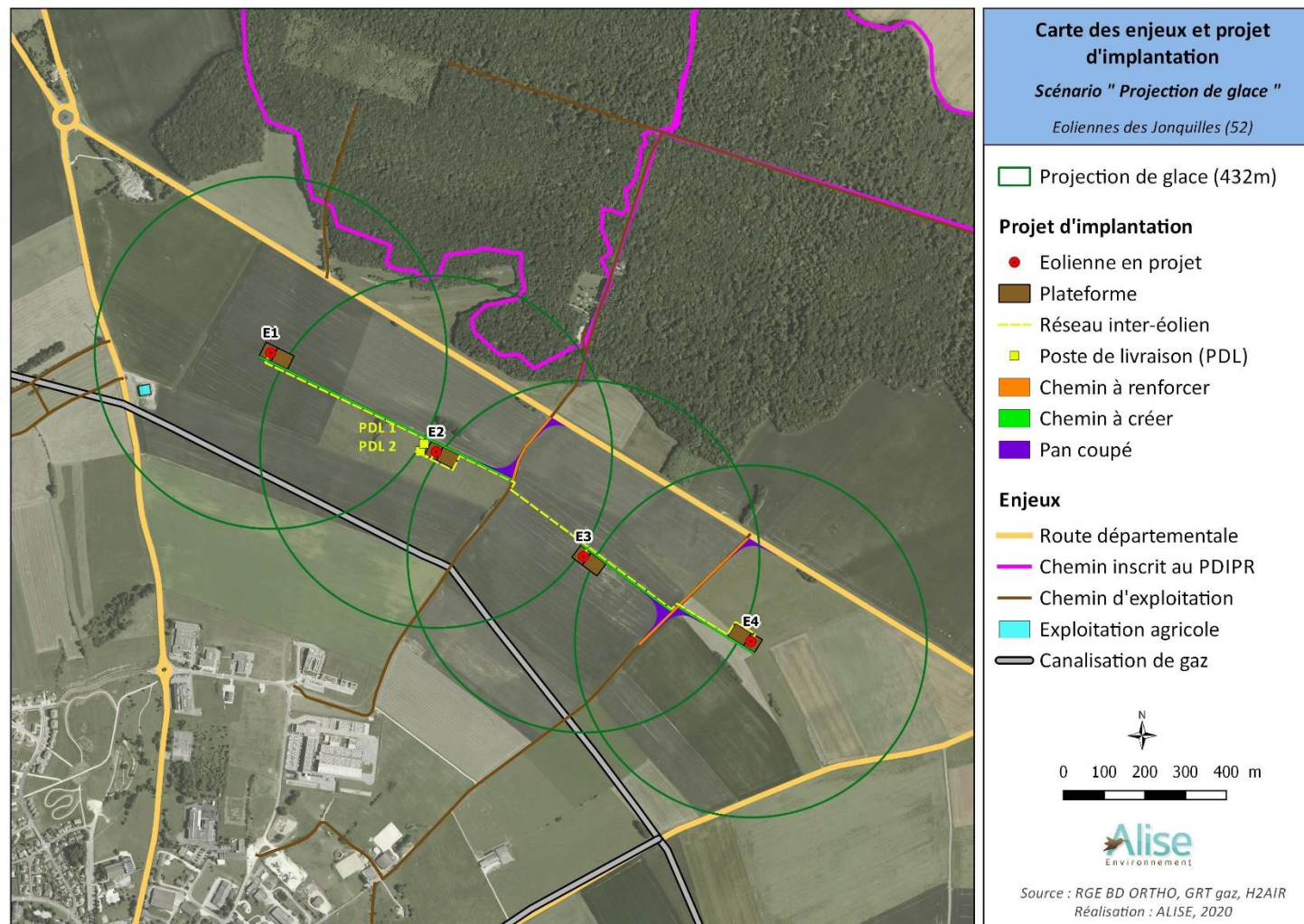


Figure 41 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Projection de glace »

2.5.2 - Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace pour un gabarit d'éolienne maximisant dans le cas du parc éolien de Nogent :

- D : le degré d'exposition,
- Zi : la zone d'impact,
- Ze : la zone d'effet,
- D : le diamètre du rotor (D = 163 m),
- H : la hauteur au moyeu (H = 125 m),
- SG : la surface majorante d'un morceau de glace.

Tableau 59 : Intensité du phénomène « Projection de morceaux de glace » - Gabarit d'éolienne maximisant

Projection de morceaux de glace – Gabarit maximisant (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+D)$ autour de l'éolienne)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Zi = SG Zi = 1 m ²	$Z_E = \pi \times (1,5 * (H_{\text{moyeu}} + D))^2$ Z _E = 586 297 m ²	$d = (Z_i / Z_E)$ $d = 1,71 \cdot 10^{-4}$ (< 1 %)	Exposition modérée

La zone d'impact est donc de 1 m² et la zone d'effet du phénomène étudié est de 586 297 m² soit 58,6 ha pour le gabarit d'éolienne maximisant.

2.5.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 1.3 -, page 84, 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 (Cf. référence [17] en annexe 6) 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 le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Projections de glace » :

Tableau 60 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Projection de morceaux de glace »

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanente*	Total équivalent personnes permanentes
E1	Boisement + Zone agricole + Chemins d'accès + Plateformes permanentes	58,6 ha	$58,6 \times 1/10 = 5,86$	24,4
	Route départementale RD 417	0,731 km	$0,4 \times 0,731 \times (2500/100) = 7,31$	
	Route départementale RD 1	0,393 km	$0,4 \times 0,393 \times (4000/100) = 6,29$	
	Exploitation agricole	-	4	
	Chemin de randonnées	0,449 km	$2 \times 0,449 = 0,898$	
E2	Boisement + Zone agricole + Chemins d'accès + Plateformes permanentes + Pans coupés	58,6 ha	$58,6 \times 1/10 = 5,86$	14,3
	Route départementale RD 417	0,736 km	$0,4 \times 0,736 \times (2500/100) = 7,36$	
	Chemin de randonnées	0,546 km	$2 \times 0,546 = 1,092$	
E3	Boisement + Zone agricole + Chemins d'accès + Plateformes permanentes + Pans coupés	58,6 ha	$58,6 \times 1/10 = 5,86$	12,8
	Route départementale RD 417	0,694 km	$0,4 \times 0,694 \times (2500/100) = 6,94$	
E4	Boisement + Zone agricole + Chemins d'accès + Plateformes permanentes + Pans coupé	58,6 ha	$58,6 \times 1/10 = 5,86$	16,4
	Route départementale RD 417	0,742 km	$0,4 \times 0,742 \times (2500/100) = 7,42$	
	Route départementale RD 250	0,432 km	$0,4 \times 0,432 \times (1800/100) = 3,11$	

*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. Rappel de la méthode de comptage des enjeux humains :

- Zone agricole (terrains non aménagés et très peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 100 ha ;
- Chemin d'exploitation et chemin d'accès (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Plateformes permanentes et pan coupé (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) et route communale : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Voie de circulation structurante : 0,4 personnes par kilomètre exposée par tranche de 100 véhicules/jour ;
- Chemins de randonnées : 2 personnes/1 km / 100 promeneurs par jour en moyenne.
- Bâtiment agricole : 4 personnes pour tenir compte du maximum de fréquentation

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour les chemins de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

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 :

Tableau 61 : Gravité du phénomène « Projections de morceaux de glace »

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	24,4	Important
E2	14,3	Important
E3	12,8	Important
E4	16,4	Important

2.5.4 - Probabilité

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

- ⇒ les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 ;
- ⇒ le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace.

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

2.5.5 - Acceptabilité

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

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

Tableau 62 : Acceptabilité du phénomène « Projection de morceaux de glace »

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Important	Non acceptable
E2	Important	Non acceptable
E3	Important	Non acceptable
E4	Important	Non acceptable

Au vu du risque non acceptable lié aux enjeux humains, le porteur de projet a choisi de mettre en place un système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace. Ce système consiste à arrêter l'éolienne dès lors que la formation de givre est détectée sur les pales.

De ce fait, le risque de projection de glace sera nul pour toutes les éoliennes puisqu'elles seront mises à l'arrêt en cas de présence de givre.

Tableau 63 : Acceptabilité du phénomène « Projection de morceaux de glace » avec application du système d'arrêt en cas de détection de glace

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>Système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace</i>	<i>Niveau de risque</i>
E1	Important	Oui	Acceptable avec système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace
E2	Important	Oui	Acceptable avec système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace
E3	Important	Oui	Acceptable avec système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace
E4	Important	Oui	Acceptable avec système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace

Ainsi, pour le parc éolien de Nogent, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes, avec l'application d'un système d'arrêt en cas de présence de givre.



3 - EFFETS SUR LES POSTES DE LIVRAISON

Les 2 postes de livraison sont situés au pied de l'éolienne E2, c'est-à-dire dans les zones d'effet des 5 scénarios étudiés :

- ⇒ effondrement de l'éolienne,
- ⇒ chute de glace,
- ⇒ chute d'éléments de l'éolienne,
- ⇒ projection de pales ou de fragments de pales,
- ⇒ projection de glace.

Les niveaux d'intensité, de gravité et de probabilité de ces 5 phénomènes sont présentés dans le Tableau 38 et le Tableau 39. Bien qu'interdits au public, il a été considéré les mêmes nombres d'équivalent-personnes permanentes présentes au niveau des postes électriques que dans le reste des zones d'effets.

Ainsi, les 5 phénomènes de dangers étudiés présentent un risque acceptable pour les personnes.

Concernant le risque pour les structures, les postes sont prévus pour résister aux chutes / projections de glaces et aux chutes d'éléments de taille modérée de l'éolienne. Seuls, l'effondrement de l'éolienne, la chute d'éléments lourds et la projection de pales ou de fragments de pales pourraient entraîner la destruction partielle ou totale d'un ou des deux postes de livraison.

Cela aurait pour conséquence l'arrêt de la livraison de l'électricité produite par les autres éoliennes du parc. Mais, compte-tenu de l'isolement des postes vis-à-vis des autres éoliennes du parc et des infrastructures extérieures (routes, lignes électriques, etc.), aucune conséquence supplémentaire n'est à attendre. Aucun effet domino supplémentaire n'est à envisager.

Par ailleurs, les postes de livraison seront équipés des dispositifs de sécurité nécessaires pour garantir l'absence d'effet sur le réseau électrique local en cas d'arrêt accidentel de la fourniture d'électricité.

En cas d'incendie d'un des postes de livraison, les effets ressentis à l'extérieur du bâtiment seraient mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. La réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 (Cf. référence [9] en annexe 6) et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200.

L'incendie d'un des postes de livraison n'aurait par conséquent pas d'effet sur l'éolienne la plus proche, à savoir l'éolienne E2, ni sur les autres éoliennes du parc.

4 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

4.1 - 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 regroupent les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Tableau 64 : Synthèse des scénarios étudiés

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Important pour toutes les éoliennes	Acceptable
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modéré pour toutes les éoliennes	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré pour toutes les éoliennes	Acceptable
Projection de pales ou fragments de pales	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Important pour toutes les éoliennes	Acceptable
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Important pour toutes les éoliennes	Acceptable avec application du système d'arrêt en cas de présence de givre sur toutes les éoliennes

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.

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	Eff PrP	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Vert	Jaune	PrG avec application du système d'arrêt	Rouge
Modéré	Vert	Vert	ChE	Vert	ChG

Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	Vert	acceptable
Risque faible	Jaune	acceptable
Risque important	Rouge	non acceptable

Eff : Effondrement de l'éolienne
 ChG : Chute de glace
 ChE : Chute d'éléments de l'éolienne
 PrP : Projection de pale ou fragments de pale
 PrG : Projection de glace

Au regard de la matrice ainsi complétée, aucun accident n'apparaît dans les cases rouges, suite à la mise en place d'un dispositif d'arrêt en cas de détection de glace. Tous les accidents figurent en case verte ou jaune, c'est-à-dire qu'ils présentent un niveau acceptable.

Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé très faible pour le scénario « Chute d'éléments de l'éolienne ».

Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé faible pour les scénarios « Effondrement de l'éolienne », « Chute de glace » et « Projection de pales ou fragments de pales ». Pour le scénario « Projection de glace », le risque est également jugé faible avec la mise en place d'un dispositif d'arrêt en cas de détection de glace. Ainsi ; toutes les éoliennes seront équipées d'un dispositif permettant de détecter la présence de givre sur les pales et d'arrêter la machine ou d'éviter sa mise en fonctionnement après une période d'arrêt. Des panneaux type « Attention, chute de glace » seront mis en place au pied de chaque éolienne pour prévenir du danger.

De manière générale, les scénarios d'accident doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible.

Les éoliennes E1, E2, E3 et E4 sont situées au-delà de la distance minimale préconisée par rapport à la canalisation de transport de gaz naturel haute pression, aucune mesure n'est nécessaire.

Les cartes de synthèse ci-après présentent les zones d'effets les plus importants pour les cinq phénomènes étudiés (Effondrement de l'éolienne, Chute de glace, Chute d'éléments de l'éolienne, Projection de pale ou fragments de pale, Projection de glace).

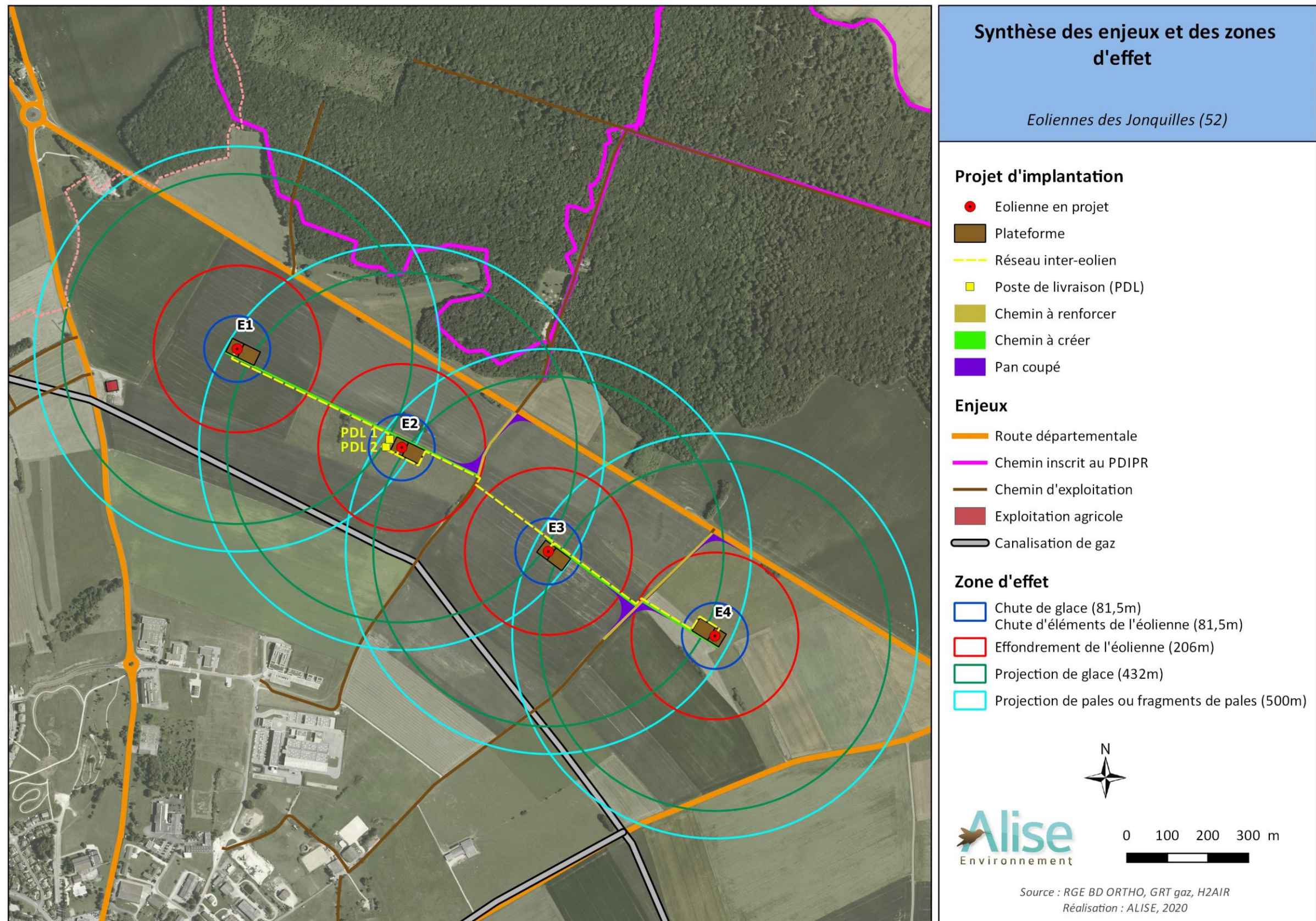


Figure 42 : Carte de synthèse des enjeux et des zones d'effet du projet de parc éolien de Nogent.

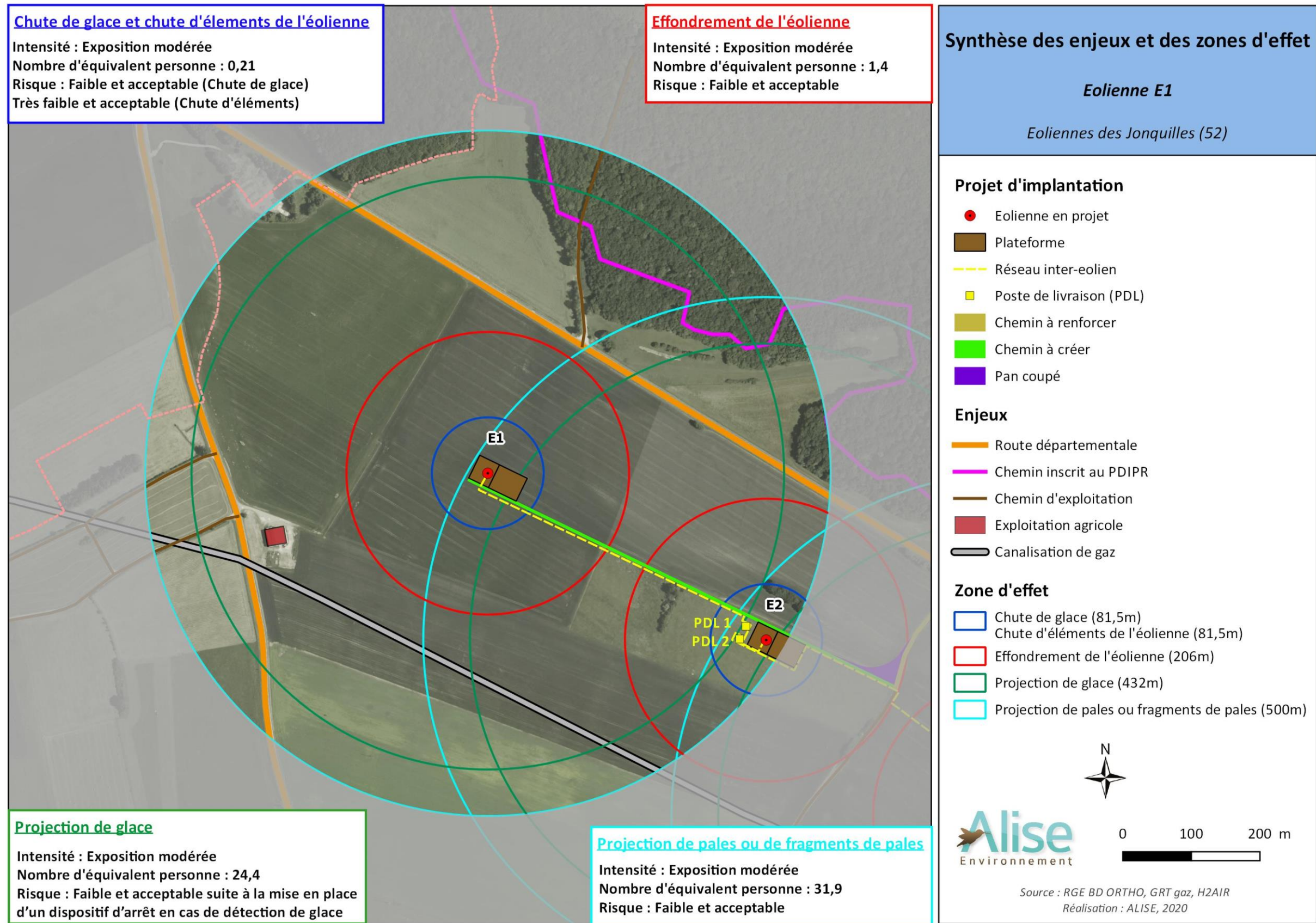


Figure 43 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E1 du projet de parc éolien de Nogent

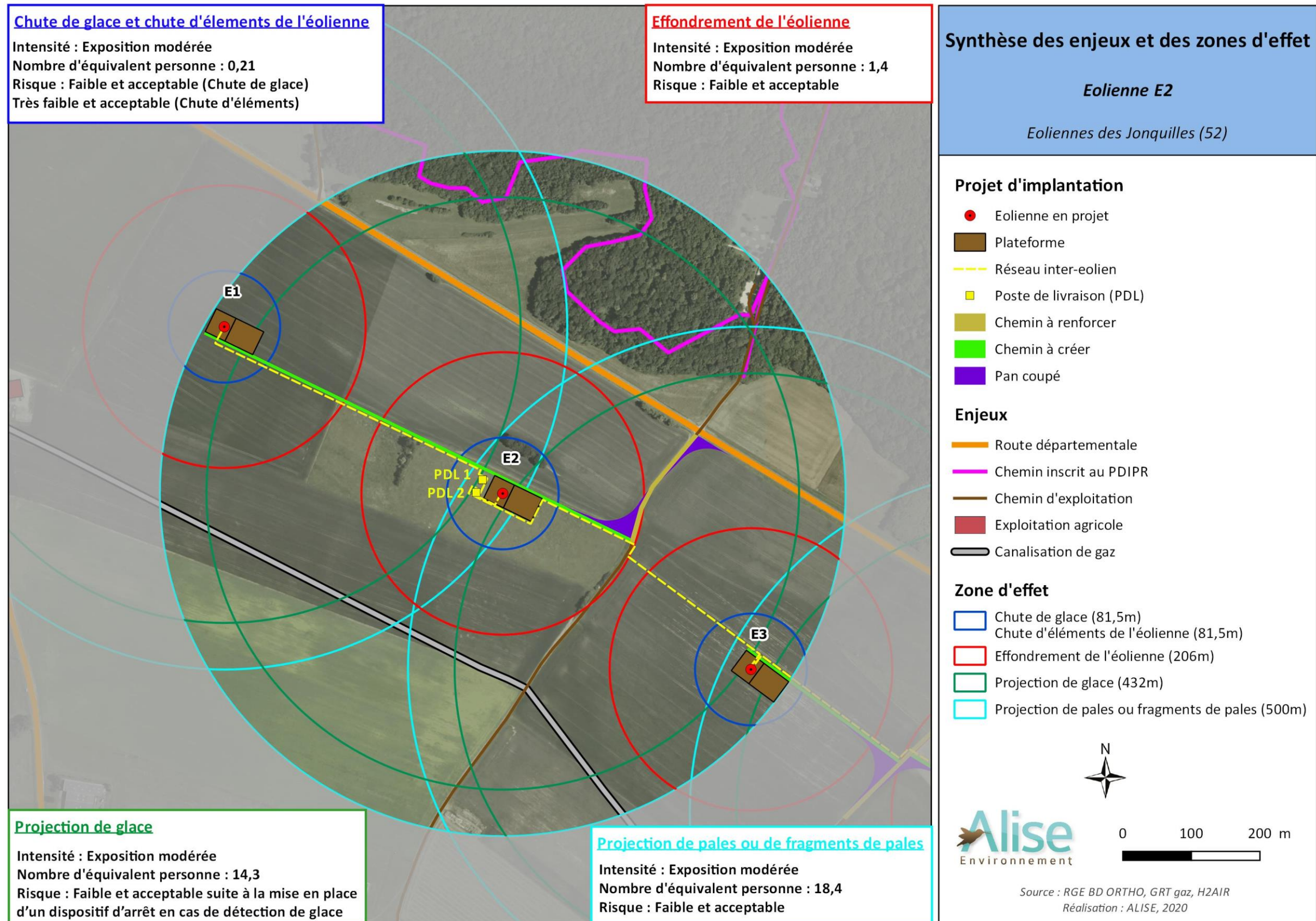


Figure 44 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E2 du projet de parc éolien de Nogent

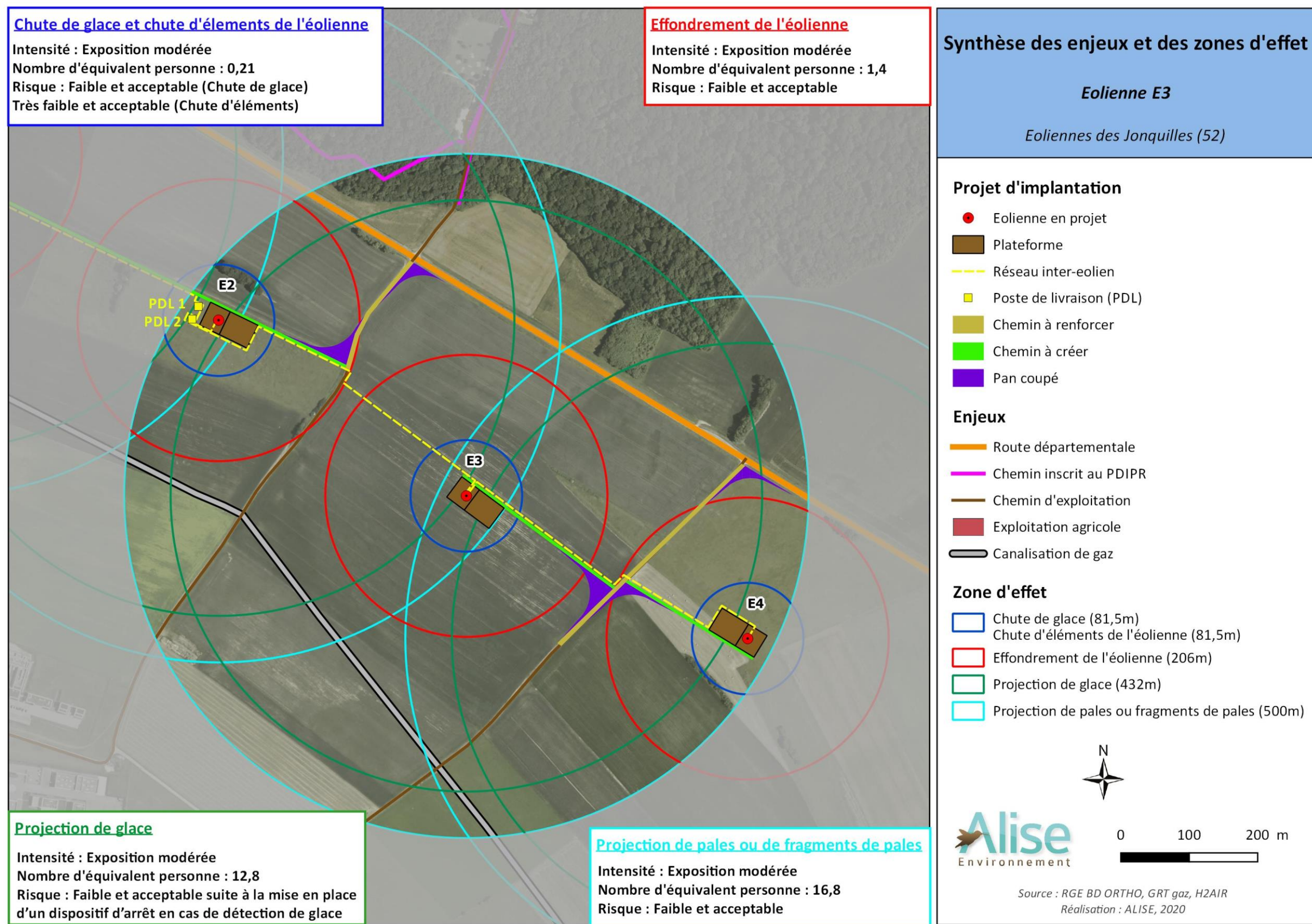


Figure 45 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E3 du projet de parc éolien de Nogent

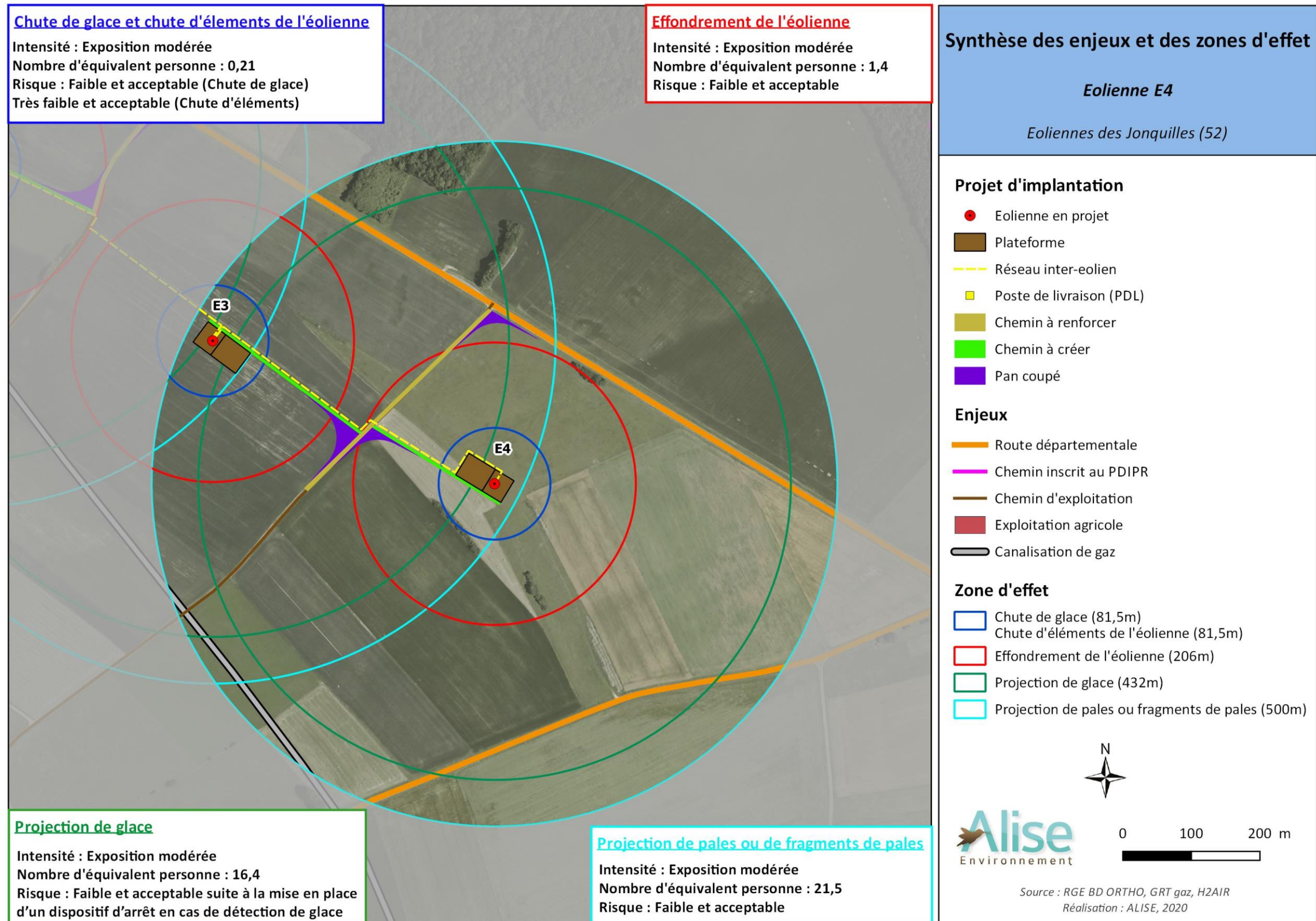


Figure 46 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E4 du projet de parc éolien de Nogent





Chapitre 9 - MOYENS D'INTERVENTIONS ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES DES DANGERS



1 - MOYENS INTERNES

1.1 - ORGANISATION EN CAS DE DYSFONCTIONNEMENT

La surveillance du bon fonctionnement de l'installation est assurée par l'intermédiaire du système de contrôle avec transmission à distance des informations. Les informations issues des capteurs peuvent conduire à une alarme sur les écrans de surveillance mais également, dans certains cas, à la mise à l'arrêt de la turbine. Les unités de surveillance sont opérationnelles 24h/24.

Les personnels de maintenance sont informés par téléphone des anomalies de la machine et peuvent ainsi intervenir afin d'assurer les réparations et remettre celle-ci en service.

Dès que le dysfonctionnement détecté est susceptible d'avoir des conséquences sur la sécurité (mise en arrêt, déclenchement de la détection incendie, etc.), l'information est immédiate afin que l'intervention se fasse le plus rapidement possible.

Les détecteurs incendie sont placés au voisinage des principaux composants électriques et permettent, en cas de détection :

- d'arrêter l'éolienne,
- d'émettre une alarme sonore afin d'informer les éventuelles équipes de maintenance en cours d'intervention dans l'éolienne,
- d'émettre une alarme informant l'exploitant du parc et le constructeur de l'éolienne de la survenance de l'incendie, ce qui peut lui permettre d'informer les services de secours.

En cas de déclenchement de la détection d'incendie, le responsable régional est informé (hors heures ouvrables, il est informé sur son téléphone mobile) afin de se rendre sur place et de coordonner l'action des équipes d'intervention.

La détection des accidents peut également être faite par des personnels externes (détection visuelle d'un incendie ou de la chute d'une partie de pale par des personnes du public par exemple), le constructeur de l'éolienne en est informé par l'intermédiaire le plus souvent de l'exploitant du parc. En complément d'une équipe de techniciens en charge d'assurer les interventions, la société dépêche sur site une équipe technique chargée d'analyser les causes de l'accident et éventuellement en première urgence d'assister les secours externes.

Les enseignements retirés des anomalies ou des accidents constatés sont pris en compte pour éviter le renouvellement de ces dysfonctionnements.

1.2 - MOYENS MATERIELS

L'accident principal nécessitant une action rapide et immédiate est avant tout l'incendie en nacelle ou en pied de mât.

Vis-à-vis de ce risque, l'installation est équipée de détecteurs d'incendie, de type détecteur de fumée qui, lors de leur déclenchement, conduisent à la mise en arrêt de la machine. Des détecteurs de température disposés dans la nacelle conduisent à des actions similaires.

L'éolienne est équipée d'extincteurs (1 dans la nacelle et 1 en pied de tour) qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).

Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur agréé.

1.3 - MOYENS HUMAINS

Les moyens humains en cas d'accident sont constitués des personnels d'intervention (agents de maintenance) renforcés le cas échéant de personnels techniques chargés d'assister les secours externes lors de l'intervention et d'analyser les causes de la défaillance.

2 - MOYENS EXTERNES

En cas d'incendie sur le parc éolien, le personnel d'astreinte de l'unité de surveillance est en mesure de transmettre l'alerte au service de secours le plus proche 24h sur 24, 7 jours sur 7.

Le temps de réponse pour l'enclenchement de l'alarme suite à la détection d'un incendie est < 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.

Le temps d'intervention des services de secours quant à lui dépend de la zone géographique. En cas d'incendie, en 1^{er} appel, le Centre d'Incendie et de Secours intervenant est celui de Centre d'Incendie et de Secours de Nogent qui se trouve à moins de 5 km du site du projet par les routes départementales D1 et D417.

Ce centre de secours dispose des moyens d'assurer les missions d'incendie et de secours d'urgence aux personnes (notamment de fourgons pompe tonne, de véhicules échelle, de dévidoirs auto-mobile). Ils peuvent être renforcés en 2^{ème} appel par d'autres Centres d'Incendie et de Secours de Foulain, Biesles, Is-en-Bassigny.

En cas d'alerte, la *procédure d'intervention sur Installation Classée pour la Protection de l'Environnement* serait lancée.

Les coordonnées des services de secours les plus proches sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 65 : Coordonnées des services de sécurités et de secours publics ou privés

SERVICE	ADRESSE	TELEPHONE
Gendarmerie Nationale	36 Rue Bernard Dimey 52800 Nogent	17 03 25 31 82 17
Pompiers	Centre d'Incendie et de Secours de Nogent Rue de Verdun 52 800 Nogent	18 03 25 31 81 01
Ambulances	Ambulances Nogentaises 19 Rue des Chenevières 52 800 Nogent	03 25 01 29 62
Centre hospitalier	Hôpital de Chaumont 2 Rue Jeanne d'Arc 52 000 Chaumont	03 25 30 70 30
Médecins	Docteur Luminita Nechita 8 place Charles de Gaulle 52800 Nogent Docteur Lodovichetti Pascale 1 Rue Bernard Dimey 52800 Nogent	03 25 32 45 06 03 25 31 85 66



Chapitre 10 - CONCLUSION



La présente étude de dangers a été réalisée dans le cadre du projet éolien de Nogent situé sur la commune de Nogent dans le département de la Haute-Marne (52).

Elle a permis de mettre en évidence les dangers que peut présenter l'installation en cas d'accident d'origine externe (risques liés à l'environnement du site du projet) ou interne (dysfonctionnement des machines, problème technique,...).

Même s'ils ne peuvent être totalement écartés, les risques d'origine externe sont minimes car le site du projet ne présente pas de dangers particuliers. Il est en dehors des zones concernées par des risques naturels ou anthropiques majeurs.

Après avoir analysé les risques d'accidents susceptibles de survenir et leurs causes, l'étude de dangers a permis d'évaluer :

- l'intensité de ces accidents exprimée en fonction d'une distance par rapport à l'éolienne et les conséquences possibles dans l'environnement du site ;
- les niveaux de probabilité selon une échelle graduée de E (extrêmement rare) à A (courant).

Chaque phénomène dangereux présenté par le projet de parc éolien a été analysé en croisant son niveau de gravité avec sa probabilité. Il en résulte une représentation graphique qui présente trois parties (cf. figure ci-contre) :

- Zone en rouge : zone de risque important ⇔ accidents « inacceptables » susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site
- Zone en jaune : zone de risque faible. Les accidents situés dans cette zone doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue 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 ⇔ zone ALARP (As Low As Reasonably Practicable)
- Zone en vert : zone de risque très faible ⇔ accidents qui ne nécessitent pas de mesures de réduction du risque supplémentaires

Le tableau suivant présente la matrice de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus :

Tableau 66 : Hiérarchisation des phénomènes dangereux

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Eff PrP			
Sérieux				PrG avec application du système d'arrêt	
Modéré			ChE		ChG

Légende de la matrice :


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

Eff : Effondrement de l'éolienne
 ChG : Chute de glace
 ChE : Chute d'élément de l'éolienne
 PrP : Projection de pales ou fragments de pales
 PrG : Projection de glace

Le tableau suivant présente le niveau d'acceptabilité des risques potentiels du projet de parc éolien de Nogent :

Tableau 67 : Niveau d'acceptabilité des risques

Scénario	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Acceptable
Chute de glace	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Acceptable
Projection de pales ou fragments de pales	Acceptable
Projection de glace	Acceptable avec application du système d'arrêt en cas de présence de givre



Au regard de la matrice ainsi complétée, aucun accident n'apparaît dans les cases rouges, suite à la mise en place d'un dispositif d'arrêt en cas de détection de glace. Tous les accidents figurent en case verte ou jaune, c'est-à-dire qu'ils présentent un niveau acceptable.

Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé très faible pour le scénario « Chute d'éléments de l'éolienne ».

Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé faible pour les scénarios « Effondrement de l'éolienne », « Chute de glace » et « Projection de pales ou fragments de pales ». Pour le scénario « Projection de glace », le risque est également jugé faible avec la mise en place d'un dispositif d'arrêt en cas de détection de glace. Ainsi ; toutes les éoliennes seront équipées d'un dispositif permettant de détecter la présence de givre sur les pales et d'arrêter la machine ou d'éviter sa mise en fonctionnement après une période d'arrêt. Des panneaux type « Attention, chute de glace » seront mis en place au pied de chaque éolienne pour prévenir du danger.

Les éoliennes E1, E2, E3 et E4 sont situées au-delà de la distance minimale préconisée par rapport à la canalisation de transport de gaz naturel haute pression, aucune mesure n'est nécessaire.

Ces scénarios d'accident doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible.

L'industrie éolienne a connu ces dernières années un fort développement qui a permis d'améliorer les technologies mises en œuvre pour tirer le meilleur parti de la puissance du vent. En parallèle, les constructeurs ont également travaillé sur les dispositifs permettant de limiter les dysfonctionnements des machines et donc les périodes d'arrêt. Ces évolutions ont également concerné le renforcement de la sécurité des machines.

Les éoliennes qui seront installées sur le site du projet bénéficieront des dernières technologies permettant de prévenir les dysfonctionnements et de limiter les risques d'incident ou d'accident.

De plus, les fabricants d'éoliennes ont mis en place une procédure de suivi des incidents et accidents survenant sur leurs machines avec analyse des causes, ce qui permet une amélioration constante de la sécurité des parcs éoliens. L'analyse du retour d'expérience par les fabricants est à l'origine de la généralisation de procédure de sécurité et de nombreuses innovations permettant de réduire la probabilité d'accident ou de prévenir les dangers.



Chapitre 11 – ANNEXES A L'ETUDE DE DANGERS



Annexes à l'étude de dangers :

- ⇒ Annexe 1 : Courrier de réponse de GRT GAZ
- ⇒ Annexe 2 : Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne
- ⇒ Annexe 3 : Tableau de l'accidentologie française
- ⇒ Annexe 4 : Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques
- ⇒ Annexe 5 : Probabilité d'atteinte et risque individuel
- ⇒ Annexe 6 : Glossaire
- ⇒ Annexe 7 : Bibliographie et références utilisées

1 - ANNEXE 1 – COURRIER DE REPONSE DE GRT GAZ



Direction des Opérations
Pôle Exploitation Nord Est
Département Maintenance, Données et Travaux Tiers
Boulevard de la République
BP 34
62232 Annezin

H2AIR
29 rue des Trois Cailloux
80000 AMIENS

Affaire suivie par : Madame BUCHY Laura
VOS RÉF. Courriel du 01/10/2020
NOS RÉF. P2020-007070
INTERLOCUTEUR Centre Travaux Tiers et Urbanisme (03.21.64.79.29)
OBJET 3ème consultation pour Projet éolien "Eoliennes des Jonquilles"
LOCALISATION DU POJET Commune de NOGENT - 52

Annezin, le 27 octobre 2020

Madame,

Nous avons bien pris note du projet de création de Parc Eolien sur le territoire de la commune citée en référence.

Nous confirmons la proximité de nos ouvrages de transport de gaz naturel haute pression :

Canalisations	DN	PMS (bar)	Largeur des effets dominos (1) - 8 kW/m ² (m)
DN150-1979-CHAUFFOURT-CHAUMONT	150	67.7	40
DN80-1979-NOGENT-NOGENT (DP)	80	67.7	30

(1) Bande des effets dominos, située de part et d'autre des ouvrages, associée au phénomène dangereux de référence majorant.

Le Maître d'ouvrage du projet doit tenir compte, dans l'Etude De Dangers de son installation, de l'existence de nos ouvrages de transport de gaz et prévoir toutes dispositions afin qu'un incident ou un accident de son Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) n'ait pas d'impact sur nos ouvrages.

Les projets éoliens sont classés ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement), et doivent être conformes à la norme IEC 61400-1 qui fixe les prescriptions relatives à la sécurité de la structure de l'éolienne, de ses parties mécaniques et électriques et de son système de commande.

Pour information afin d'élaborer ses études de dangers, comme mentionnée à l'article R. 555-39 du code de l'environnement, GRTgaz s'appuie entre autres sur le Guide professionnel du GESIP

SA au capital de 620 424 930 euros
RCS Nanterre 440 117 620
www.grtgaz.com

Page 1 sur 3



intitulé « Guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de dangers » qui traite notamment le sujet suivant en son article 10 :

– la distance minimale et les mesures de sécurité vis-à-vis des installations classées pour la protection de l'environnement, notamment celles susceptibles de produire des interactions en fonctionnement normal ou en cas d'accident (par exemple d'autres canalisations parallèles ou en croisement, ou des lignes électriques, ou des éoliennes).

De ce fait, en ce qui concerne l'implantation de parc éolien au regard des ouvrages de transport de gaz naturel existants, la distance minimale à respecter entre nos ouvrages et une éolienne doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur (longueur d'une pale ajoutée à la hauteur de la tour).

Cette distance minimale d'éloignement préconisée, permet de garantir que les vibrations générées par l'impact sur le sol en cas de chute de l'éolienne ou du rotor ne remettent pas en cause l'intégrité de la canalisation et éviter ainsi son éclatement.

Les conséquences d'un tel incident généreraient une zone à risques d'effets DOMINO de part et d'autre de l'ouvrage et impliqueraient l'arrêt du transit de gaz, par conséquence l'arrêt de la livraison de gaz sur les postes de distribution publics et industriels.

La distance d'éloignement de l'éolienne E4 par rapport à nos ouvrages étant compatible avec nos préconisations, nous n'avons pas d'observation à émettre sur le projet d'implantation de cette éolienne.

Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison :

	X Lambert 93	Y Lambert 93	WGS 84	
E1	875236.7579	6774626.4412	5°21'7.7850" E	48°2'54.6986" N
E2	875642.6892	6774383.2582	5°21'27.0382" E	48°2'46.4320" N
E3	876004.5489	6774126.5897	5°21'44.1418" E	48°2'37.7704" N
E4	876415.3900	6773918.1100	5°22'3.6786" E	48°2'30.6208" N

Caractéristiques des éoliennes :

	N163	V162
Hauteur de la tour de l'éolienne	118 m	119 m
Hauteur relative au barycentre	41,9 m	47,9 m
Masse de la tour de l'éolienne	388,25 T	365 T
Masse totale de l'ensemble rotor, nacelle et pâles	277,95 T	300,14 T
Rayon du rotor (longueur d'une pale en mètre)	79,7 m	79,35 m

Les éoliennes E1, E2 et E3 se situent à une distance inférieure à 2 fois leur hauteur (tour + pôle) de notre réseau. Nous avons donc réalisé une étude de compatibilité prenant en compte les caractéristiques ci-dessus qui a donné une distance minimale d'éloignement de nos ouvrages.

La distance d'éloignement des éoliennes E1, E2 et E3 par rapport à nos ouvrages étant compatible avec la distance minimale préconisée, nous n'avons pas d'observation à émettre sur le projet d'implantation de ces 3 éoliennes.

SA au capital de 620 424 930 euros
RCS Nanterre 440 117 620
www.grtgaz.com

Page 2 sur 3

Nous attirons votre attention sur le fait que notre réponse concerne uniquement l'implantation des éoliennes par rapport à nos ouvrages. Cette réponse ne prend pas en compte le raccordement du projet éolien au réseau de distribution publique d'électricité le plus proche.

Ainsi, d'une manière générale, le porteur du projet devra veiller au respect de la norme européenne NF EN 50443 concernant les effets des perturbations électromagnétiques causées par les systèmes de traction électrique et/ou les réseaux électriques H.T. en courant alternatif.

Il conviendra que les aménagements et constructions connexes (voiries incluses) respectent les recommandations techniques jointes en annexe au courrier et fassent l'objet d'une concertation avec nos services afin d'éviter toute atteinte à nos ouvrages.

Vous trouverez également en pièce-jointe un plan approximatif de nos ouvrages. En cas de nécessité, notre interlocuteur technique du secteur de NEUFCHATEAU (03.29.94.14.14), peut effectuer à titre gracieux, à la demande du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre, le repérage de notre canalisation sur le terrain et la matérialisation de la bande de servitude.

Enfin, d'une manière générale pour tous les projets et travaux, le Code de l'Environnement – Livre V – Titre V – Chapitre IV impose à tout responsable d'un projet de travaux, sur le domaine public comme dans les propriétés privées, de consulter le Guichet Unique des réseaux (téléservice www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr) afin de prendre connaissance des nom et adresse des exploitants de réseaux présents à proximité de son projet, puis de leur adresser une Déclaration de projet de Travaux (DT).

Les exécutants de travaux doivent également consulter le Guichet Unique des réseaux et adresser aux exploitants s'étant déclarés concernés par le projet une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT).

Cette obligation concerne également les accès au chantier, notamment le passage des convois au-dessus de nos ouvrages qui sont susceptibles de créer des contraintes nécessitant la pose de protections mécaniques.

Conformément à l'article R.554-28 du Code de l'Environnement, lorsque le nom de GRTgaz est indiqué en réponse à la consultation du Guichet Unique des réseaux, **les travaux ne peuvent être entrepris tant que GRTgaz n'a pas répondu à la DICT.**

De plus, tout travail de terrassement au droit de notre canalisation ne pourra être réalisé qu'en présence d'un représentant de GRTgaz.

Nous restons à votre disposition pour tout renseignement complémentaire et vous prions d'agréer, Madame, l'expression de notre considération distinguée.

Yann VAILLAND

Responsable du Département Maintenance, Données et
Travaux Tiers



P.J. : - Recommandations techniques applicables pour les projets d'aménagements ou de travaux à proximité de nos ouvrages de transport de gaz naturel
- Plan de situation approximative de nos ouvrages

SA au capital de 620 424 930 euros
RCS Nanterre 440 117 620
www.grtgaz.com

Page 3 sur 3

2 - ANNEXE 2 – METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE

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).

2.1 - TERRAINS NON BATIS

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.

2.2 - VOIES DE CIRCULATION

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

2.2.1 - 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.

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

2.2.2 - 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.

2.2.3 - Voies navigables

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

2.2.4 - 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.

2.3 - LOGEMENTS

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

2.4 - 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.

2.5 - ZONES D'ACTIVITE

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.

3 - ANNEXE 3 : TABLEAU DES ACCIDENTS SURVENUS EN FRANCE

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	VESTAS V39	0,5	1993	N	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	TURBOWINDS T400-34	0,4	1997	N	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle - Sigean	Aude	GAMESA G47	0,66	2000	O	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20 kV 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	Non utilisable
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	GAMESA G52/850	0,85	2002	O	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100m .	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	LAGERWEY LW750-52	0,75	2002	N	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	WINDMASTER 300 kW	0,3	1996	N	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micro-pieux 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	WINDMASTER WM28/300	0,3	2001	N	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)	Nota : cet incident s'est produit 2 fois à 15 jours d'intervalle)



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2001	N	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)	Nota : cet incident s'est produit 2 fois à 15 jours d'intervalle)
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	JEUMONT J48/750	0,75	2003	N	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	
Rupture de pale	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	JEUMONT J48/750	0,75	2004	N	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	ATTENTION : projection de pale + incendie !
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	TURBOWINDS T400-34	0,4	1997	N	Bris de pale		Site Vent de Colère	
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2004	N	Chute d'une pale de 20m 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	GAMESA G47	0,66	2001	O	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	LAGERWEY LW80-18	0,08	1993	N	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137 Km/h)	Article de presse (La Voix du Nord)	
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	GE 1.5sl	1,5	2005	O	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	Non utilisable (incident pendant un chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Marne	VESTAS V47/660	0,66	2005	N	Rupture d'un morceau de pale de 4m et éjection à plus de 200m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED	Défaut de fabrication. Attention, les bouts de pales ne sont pas partis à plus de 80 m de la turbine
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	SIEMENS SWT 1.3	1,3	2007	N	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2002	N	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable d'un point de vue statistique (événement unique, sans répercussion sur les tiers)
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	ENERCON E66/2000	2	2004	O	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessan-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)	Non utilisable



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	GAMESA G90	2	2007	O	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse Française d'Eoliennes - Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	GAMESA	2	2006	O	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	GAMESA G90	2	2007	O	Chute de pale		Communiqué de presse Française d'Eoliennes Article de presse (l'Est Républicain)	
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	NEG-MICON NM92	2,75	2004	O	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Non utilisable
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	NORDEX N90	2,3	2009	O	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable pour les projections ou les chutes (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	GAMESA G80/2000	2	2006	O	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Site FED	
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	VESTAS V80/2000	2	2005	O	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	Problème sur armoire électrique
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	Bonus B23 / SIEMENS	0,3	1993	N	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Non utilisable
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	Vestas V25	0,2	1991	N	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	JEUMONT J48/750	0,75	2004	N	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tpm	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	ENERCON E70	2,3	2010	O	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	Non utilisable
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)	Non utilisable



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Rupture de pale	14/12/2011			NORDEX N80	2,5	2003	O	Pale endommagée par la foudre. Fragments de pales retrouvés par l'exploitant à une distance n'excédant pas 300 m	Foudre	Constructeur - Mainteneur	Distance évaluée par l'exploitant qui a collecté les fragments. A mesurer plus précisément sur site.
Incendie	03/01/2012			NORDEX N90	2,3	2006	O	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 tenté d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Constructeur - Mainteneur	Le feu ne s'est pas propagé dans l'éolienne (les pneus introduits dans l'éolienne n'ont pas brûlé)
Rupture de pale	04/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	JEUMONT J48/750	0,75	2000	N	Bris d'une pale, dont des fragments ont pu être projetés jusqu'à 200 m environ.	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant Base de données ARIA	-
Chute d'une pale d'éolienne	11/04/2012	Sigean	Aude	VESTAS V47	0.66	1991	N	Bris d'une pale, dont un fragment a été projeté à 20 m environ.	Impact de foudre	Base de données ARIA	-
Chute d'une pale d'éolienne	18/05/2012	Fresnay-L'Evêque	Eure-et-Loir	REPOWER MM92	2	2008	O	Chute de pale au pied de l'éolienne	Corrosion dans les trous d'alésages, qui proviendrait des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement.	Base de données ARIA	-
Chute d'une éolienne	30/05/2012	Port la Nouvelle	Aude	-	0.2	1991	N	Chute d'une éolienne	Rafales de vent à 130 km/h	Base de données ARIA	-
Chute d'un élément d'une pale d'éolienne	01/11/2012	Vieillespesse	Cantal	NORDEX N90	2.5	2011	O	Un élément de 400g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât	-	Base de données ARIA	-
Incendie	05/11/2012	Sigean	Aude	VESTAS V47	0.66	1991	N	Un feu se déclare sur une éolienne. Des projections incandescentes enflamment 80 m ² de garrigue environnante. Une pale chute.	Un feu s'est déclaré dans l'armoire électrique en pied d'éolienne. Un dysfonctionnement de disjoncteur a entraîné la propagation de courants de court-circuit.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	GAMESA G58	0.85	2008	O	A la suite d'un défaut de vibration, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Le lendemain, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des trois pales qui s'est décroché avant de percuter le mât.	Défaut de vibration.	Base de données ARIA	-
Incendie	17/03/2013	Euvy	La Marne	GE Energy GE 100	2,5	2011	O	Un feu s'est déclaré dans la nacelle d'une éolienne. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. 450 l d'huile s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols.	Au moment du départ du feu, le vent soufflait à 11m/s. La puissance de l'éolienne était proche de sa puissance nominale. La gendarmerie évoque une défaillance électrique.	Base de données ARIA	-



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Pale et réseau électrique endommagé	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche	ENERCON E44/900	0,9	2009		Un impact de foudre endommage une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées.	Impact de foudre (impact enregistré le plus proche de l'éolienne au moment de l'orage est donné avec une intensité de 94 kA)	Base de données ARIA	-
Projection d'un équipement	01/07/2013	Cambon-et-Salvergues	Hérault	ENERCON E70	1,3	2006	O	Alors qu'il vient de faire l'appoint en gaz d'un cylindre sous pression faisant partie du dispositif d'arrêt d'urgence des pales d'une éolienne, un technicien de maintenance démonte l'embout d'alimentation vissable. L'ensemble démonté est projeté au visage de l'opérateur et lui brise le nez et plusieurs dents. Le jet de gaz affecte ses voies respiratoires.	Afin d'éviter de tels accidents, la visserie de la vanne présentait une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace liée à la détente du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total.	Base de données ARIA	-
Maintenance	03/08/2013	Moréac	Morbihan	GAMESA G90/2000	2,0	2010	O	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique.	-	Base de données ARIA	-
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	NORDEX N100/2500	2,5	2013	O	Un feu se déclare au niveau de la partie moteur d'une éolienne.	Incident électrique ?	Base de données ARIA	-
Chute de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	GAMESA G47/660	0,66	2000	N	Chute d'une pale de 20 m au pied du mât d'une éolienne	Lors de l'accident le vent soufflait entre 18 m/s et 22 m/s. 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	St-Cirgues-en-Montagne	Ardèche	SENVION MM8/2050	2,05	2011	O	Chute de pale au pied de l'éolienne lors d'un orage et de vents violent. Des débris sont projetés à 150 m	Lors de l'accident, des rafales de vent atteignaient les 130 km/h.	Base de données ARIA	-
Chute d'un morceau de pale	05/12/2014	Fitou	Aude	NORDEX N60/1300	1,3	2006	O	Chute d'une partie de l'aérofrein à 80 m du mât de l'éolienne	Défaillance matérielle ou décollage sur les plaques en fibre de verre	Base de données ARIA	-
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	SIEMENS SWT-2-3-101/2300	2,3	2015	O	A 6h25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée.	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	Lusseray	Deux-Sèvres	ENERCON E82/2000	2,0	2011	O	Vers 15h30, un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations.	-	Base de données ARIA	-



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie	24/08/2015	Santilly	Eure-et-Loir	NORDEX N90/2300	2,3	2005	O	Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur	Origine accidentelle	Base de données ARIA	-
Chute des pales et du rotor d'une éolienne	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	REPOWER MD 77	1,5	2007	O	Vers 22h30, les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé.	Défaillance de l'arbre lent qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice	Base de données ARIA	-
Chute de pale	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude	ENERCON E70-2300	9,2	2014	O	L'aérovein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol.	Les premières investigations indiqueraient qu'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérovein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aérovein. Du fait des fortes charges présentes sur le rotor, l'axe en carbone qui maintient l'aérovein à la pale et/ou le point d'ancrage de cet axe, se serait alors rompu.	Chute de pale	07/02/2016
Chute de pale	08/02/2016	Dineault	Finistère	WINDMASTER WM28/300	1,2	2002	N	Lors d'une tempête, des vents à 160 km/h endommagent une éolienne : une pale chute au sol, une autre se déchire	Tempête (vents de 160 km/h)	Chute de pale	08/02/2016
Chute de pale	07/03/2016	La Lande du Vieux Pavé	Côtes-d'Armor	GAMESA G58/850	0,85	2009	N	Vers 18 h, une des pales d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. La turbine s'arrête automatiquement. L'exploitant est alerté par un agriculteur. Le mât est endommagé dans sa partie haute, causé par un choc avec la pale, sans présenter de risque de chute. Il balise la zone pour prévenir des chutes possibles d'éléments du rotor. 8 autres turbines du parc sont mises à l'arrêt. Les 2 dernières, ayant fait l'objet d'une révision intégrale récente, sont maintenues en fonctionnement.	L'inspection des éléments mécaniques au sol et du rotor permet d'envisager une défaillance du système d'orientation de la pale. Celle-ci aurait entraîné la rupture de la couronne extérieure du roulement à bille puis la libération de la couronne intérieure solidaire de la pale.	Base de données ARIA	
Fuite d'huile	28/05/2016	Janville	Eure-et-Loir	NORDEX N90/2300	2,3	2005	N	À 15h15, un employé constate un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne. Il arrête celle-ci et contacte l'équipe de maintenance. Arrivés à 17 h, les agents mettent en place des absorbants. L'écoulement d'huile est récupéré avant d'avoir atteint le sol. L'installation est réparée 2 jours plus tard. L'exploitant engage une campagne de remplacement des raccords identiques du parc.	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	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie	10/08/2016	Hescamps	Somme	WINWIND WWD-1-64	1,0	2008	N	Vers 15 h, un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor. Un technicien maîtrise l'incendie avant l'arrivée des pompiers. Il redescend seul les 70 m de l'échelle intérieure de l'éolienne. Il est légèrement intoxiqué par les fumées. Les pompiers contrôlent l'extinction complète et procèdent à la ventilation.	Une défaillance électrique serait à l'origine du départ de feu.	Base de données ARIA	
Incendie	18/08/2016	Dargies	Oise	ENERCON E82/2000	2,0	2014	O	Un technicien de maintenance d'un parc éolien constate vers 9 h qu'une éolienne ne tourne plus. Il découvre que de la fumée s'échappe de la tête de l'éolienne, à 80 m de haut.	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	Plaine Auboise	Aube	SIEMENS SWT-2.3-93	2,3	2009	N	Un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne.	-	Base de données ARIA	
Fissure sur une pale d'éolienne	11/01/2017	Le Quesnoy	Nord	Senvion MM92/2050	2,05	2010	-	Une fissure est constatée sur une pale d'une éolienne. L'exploitant arrête l'installation. L'expertise de la pale conclut que le dommage est suffisamment réduit pour être réparable. Il n'est donc pas nécessaire de procéder à son remplacement. L'exploitant envisage d'effectuer cette réparation au printemps, lorsque les conditions météorologiques permettront d'intervenir sans la déposer. Selon l'exploitant, le défaut ne présente pas de caractère générique.	-	Base de données ARIA	
Rupture des pales	12/01/2017	Tuchan	Aude	N43/600	0,6	2001	-	Vers 4 h, au cours d'un épisode de vents violents, les 3 pales d'une éolienne chutent au sol. L'exploitant collecte les morceaux de fibre de carbone répartis autour du mat de 40 m de l'éolienne. Des impacts sur le mat sont visibles. Il met en place des barrières et un gardiennage pour en sécuriser l'accès.	Après expertise, l'exploitant conclut que la cause la plus probable de la casse de l'arbre lent est un endommagement du roulement avant sur lequel l'arbre est posé. Cette défaillance aurait induit une contrainte importante en flexion sur la partie arrière, à l'entrée dans le multiplicateur, provoquant sa rupture. Aucune faiblesse n'est identifiée dans la structure de la matière de l'arbre. Les contrôles réalisés sur les autres installations de son parc ne détectent pas d'anomalie	Base de données ARIA	
Chute de pale	18/01/2017	Nurlu	Somme	Gamesa G90/2000	2,0	2010	-	Un particulier constate qu'une pale d'éolienne est tombée au sol et s'est brisée en plusieurs morceaux. Il informe l'exploitant qui arrête toutes les machines du parc en activité. Arrivés sur site à 11h30, des agents demandent la mise en sécurité de l'éolienne et mettent en place un périmètre de sécurité autour de la zone.	Selon la presse, la tempête survenue quelques jours auparavant pourrait être à l'origine de la chute.	Base de données ARIA	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Rupture d'une pale d'éolienne	27/02/2017	Le Grand Linault	Les Deux-Sèvres	Gamesa G90/2000	2,0	2011		Vers 22 h, le système d'exploitation d'un parc éolien émet des alarmes portant sur l'éolienne n°4 : mise à l'arrêt de l'éolienne et incohérence entre les vitesses de rotation du rotor et de l'arbre de la génératrice électrique. Le lendemain matin, l'exploitant constate sur place que les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m, se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m. L'exploitant place les 4 éoliennes du parc en position de sécurité et initie des expertises. Il collecte les débris et sécurise le site.	L'expertise du fabricant conclut à un défaut de fabrication. Par erreur, les couches de tissu du bord d'attaque ont été coupées, manuellement, niveau de la ligne de jonction des 2 coques lors des opérations de ponçage des excès de colle après démoulage de la pale. Dans cette zone, les coques n'étaient maintenues entre elles que par le mastic et la peinture de finition.	Base de données ARIA	
Rupture de pale	27/02/2017	Belrain	Meuse	Gamesa G90/2000	2,0	2011		Lors d'un orage, la pointe d'une pale d'éolienne se rompt. L'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne. L'ensemble du parc éolien, qui compte 4 éoliennes de 2 MW et 80 m de haut, est mis à l'arrêt. Les débris sont ramassés et traités par une société spécialisée, pour expertise.	Le fabricant de l'éolienne réalise l'expertise de la pale. Ses vérifications lui permettent d'exclure un défaut de fabrication et de confirmer le respect des spécifications. L'hypothèse d'un impact de foudre est également écartée : aucune trace d'impact n'est retrouvée. Une rafale de vent extrême ayant été mesurée dans les secondes précédant la rupture, cette origine est privilégiée pour expliquer la casse de la pale. Le contrôle de 2 autres éoliennes du parc ne révèle pas de défaut.	Base de données ARIA	
Incendie	06/06/2017	Le parc du Moulin d'Emanville	Sarthe	VESTAS V112	3,0	2014	-	Vers 18 h, un feu se déclare dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant met en sécurité les 17 machines du parc éolien. Les secours coupent la circulation sur la N154. L'incendie s'éteint seul, à la fin de la combustion de la nacelle, vers 19h30. La nacelle et le rotor sont totalement calcinés. Une partie des pales ainsi que le haut du mât ont été touchés par l'incendie. Des éléments sont tombés au sol. L'exploitant met en place un gardiennage.	En première hypothèse, l'exploitant indique qu'un défaut des condensateurs du boîtier électrique, situé dans la nacelle, pourrait être à l'origine du sinistre. Il exclut la piste d'un impact de foudre.	Base de données ARIA	
Chute de pale	08/06/2017	Parc éolien d'Aussac-Vadalle	Charente	GAMESA G90/2000	2,0	2010		Durant la nuit lors d'un orage, une partie d'une pale d'une éolienne chute au sol. Le lendemain matin, l'exploitant arrête les 4 éoliennes de son parc. Il collecte les débris tombés dans une zone de 50 à 100 m du mât et met en place un balisage. Il avertit l'exploitant agricole propriétaire du champ où est installée l'éolienne.	L'expertise réalisée par le fabricant de la pale conclut qu'un impact de foudre est à l'origine de sa rupture. Survenu à 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuite, puis une déchirure du fragment. Le dispositif de protection contre la foudre ne montre pas de défaut.	Base de données ARIA	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Chute de pale	24/06/2017	Tambours	Pas-de-Calais	ECOTECNIA 80 1.6	1,6	2007		Vers 23h30, une pale d'une éolienne se brise au niveau de sa jonction avec le rotor dans un parc éolien. La pale chute à la verticale, au pied du mat. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m. L'exploitant arrête l'installation ainsi que les 4 autres aérogénérateurs du site, du même modèle. Il met en place un périmètre de sécurité et condamne l'accès au site.	-	Base de données ARIA	
Chute d'un aérofrein	17/07/2017	Parc éolien du Cap Fagnet	Seine-Maritime	NEG MICON NM52/900	0,9	2006		Vers 23h30, un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne dans un parc éolien. Le lendemain matin, un agent de maintenance découvre l'équipement au pied du mât de 49 m. La clôture du site est endommagée. L'éolienne est arrêtée. Un arrêt pour maintenance étant programmé 6 jours après, les autres aérogénérateurs du site sont maintenus en fonctionnement. Durant cet arrêt, les mécanismes d'aérofreins et les pales de toutes les machines sont inspectées. L'aérofrein défectueux est remplacé. L'installation redémarre le 16/08/17.	L'exploitant conclut que le desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en serait à l'origine. Il étudie l'opportunité d'augmenter la fréquence d'inspection des mécanismes de fixation des aérofreins ou leur modification, notamment pour fiabiliser l'action de la vis anti-rotation.	Base de données ARIA	
Fuite d'huile	24/07/2017	Mauron	Morbihan	GAMEASA G90/2000	2,0	2008		Une fuite d'huile est détectée vers 17 h sur une éolienne. La rupture d'un flexible du circuit hydraulique de l'aérogénérateur en est à l'origine. Le rejet, estimé à 5 l, s'est écoulé le long du mât et quelques gouttes sont tombées au sol. L'éolienne est arrêtée et des absorbants sont disposés au sol. Le flexible est remplacé. L'éolienne redémarre le lendemain. Seule une zone de pollution de 2 m ² sur 10 cm de profondeur est identifiée au pied du mât. Une société de traitement évacue ces graviers impactés	La vétusté du flexible serait à l'origine de la fuite	Base de données ARIA	
Rupture de pale	05/08/2017	L'Osière	Aisne	REPOWER MM100 SIEMENS SWT-2,3-108 VESTAS V110	2,3	2009		Vers 3 h une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol. Les débris sont retrouvés par l'exploitant au pied du mât le matin. Il en sécurise l'accès et fait surveiller la zone. L'inspection des installations classées demande la mise à l'arrêt de tous les aérogénérateurs du parc dans l'attente de la compréhension de l'événement.	-	Base de données ARIA	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Chute d'un carénage	08/11/2017	Roman-Blandey	Eure	VESTAS V90/2000	2,0	2010		En fin d'après-midi, le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne tombe au sol dans un parc éolien. Cette pièce, en matériaux composites, mesure 2 m de diamètre et pèse plusieurs dizaines de kg. Elle supporte une armoire électrique. Les agents de maintenance, avertis par une alarme "arrêt automatique turbine" à 17h30, se rendent sur place le lendemain matin. Ils sécurisent l'accès à la zone et préviennent l'exploitant agricole de la parcelle. L'ensemble du parc éolien est mis à l'arrêt.	L'exploitant conclut que la chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages. La procédure n'aurait pas été respectée lors du montage des turbines. La tête de chaque boulon doit reposer sur 2 rondelles (l'une en vinyle, l'autre métallique) permettant de répartir les efforts. Il s'avère que les rondelles métalliques étaient absentes. Les contraintes étaient donc mal réparties et la fibre de verre s'est arrachée autour des rondelles vinyles.	Base de données ARIA	
Chute d'une éolienne	01/01/2018	Bouin	Vendée	NORDEX N80/2400	2,4	2003		En début de matinée lors d'une tempête, le mât d'une éolienne de 80 m de haut se brise en 2. Les 75 m supérieurs de l'éolienne chutent au sol. Des débris s'éparpillent sur une surface assez importante. Le rotor est enfoncé dans le sol. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. Les 2 autres éoliennes du parc sont arrêtées.	Selon les premiers éléments de l'exploitant, une défaillance dans le dispositif de mise en sécurité des pales de l'aérogénérateur pourrait avoir conduit à l'événement	Base de données ARIA	
Chute d'une pale	04/01/2018	Rampont	Meuse	GAMESA G90/2000	2,0	2008		Dans un parc éolien, l'extrémité d'une pale d'une éolienne de 2 MW se rompt, lors d'un épisode venteux. Un morceau de 20 m chute au sol. L'exploitant sécurise la zone. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m	-	Base de données ARIA	
Chute d'un aérofrein	06/02/2018	Conilhac-Corbières	Aude	ENERCON	2,3	2014		Vers 11h30, l'aérofrein d'une pale d'éolienne chute au sol dans un parc éolien. L'équipe technique présente sur site arrête l'aérogénérateur. La zone est sécurisée, les débris ramassés.	À la suite d'un défaut sur l'électronique de puissance, l'éolienne est passée en arrêt automatique par sollicitation du freinage aérodynamique. Lors de l'ouverture de l'aérofrein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute.	Base de données ARIA	
Chute de pale	04/07/2018	Port-la-Nouvelle	Aude	VESTAS V39	2,0 MW	1993		Vers 18 h, une avarie est constatée sur 2 des pales d'une éolienne : leurs extrémités se sont disloquées. Des éléments ont été projetés à 150 m du mât après s'être décrochées. L'exploitant met en place un périmètre de sécurité. L'aérogénérateur est mis en position de sécurité.	-	Base de données ARIA	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie	28/09/2018	Sauveterre	Tarn	VESTAS V80/2000	2,0 MW	2009		Vers 2h, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne dans un parc éolien. Un riverain donne l'alerte. L'exploitant arrête les 4 aérogénérateurs du site. Les pompiers interviennent. Ils rencontrent des difficultés d'accès à la zone sinistrée. Des éléments enflammés chutent au sol. Le feu se propage à la végétation voisine. Les pompiers maîtrisent le sinistre à 6h30. Ils maintiennent une surveillance en raison des risques de reprise de feu. L'exploitant met en place un balisage et un gardiennage de la zone.	La présence de 2 foyers et de traces d'effraction sur la porte d'accès les amène à conclure à un acte de malveillance.	Base de données ARIA	
Fuite d'huile	17/10/2018	Le Quint	Somme	GAMESA G97/2000	2,0 MW	2017		Vers midi, un technicien de maintenance détecte une fuite d'huile hydraulique depuis la nacelle d'une éolienne. L'aérogénérateur est arrêté. Environ 150 l d'huiles sont récupérés. L'exploitant du parc éolien estime que 50 l ont été perdus. Sous l'effet du vent, la zone impactée au pied de l'éolienne est d'environ 2 000 m². Une partie des cultures est perdue. Les terres polluées sont décapées sur une dizaine de cm. Elles sont stockées sur une bâche étanche, avant leur retraitement. De la terre végétale est mise en œuvre pour permettre la reprise de l'activité agricole. Un contrôle des prochaines récoltes est planifié.	La mauvaise réalisation d'une activité de maintenance annuelle préventive, la veille de l'événement, en est à l'origine. Selon le prestataire en charge de l'opération, un premier technicien n'a pas suffisamment serré le nouveau filtre hydraulique qu'il venait de mettre en place sur le circuit du multiplicateur de vitesse.	Base de données ARIA	
Effondrement d'une éolienne	06/11/2018	Guigneville	Loiret	Ecotecnia 100	3,0 MW	2010		Vers 6 h, une éolienne, d'une hauteur en bout de pale de 140 m, s'effondre dans un parc éolien composé de 2 aérogénérateurs (3 MW). Des riverains donnent l'alerte. L'exploitant arrête les autres éoliennes de même type, dans 5 parcs éoliens. Un balisage et une surveillance sont mis en place.	L'expertise conclut qu'une survitesse de rotation des pales de l'éolienne a conduit à une surcharge de contraintes sur la structure, provoquant son effondrement.	Base de données ARIA	
Chute de 3 aérofreins	18/11/2018	Conilhac-Corbières	Aude	ENERCON	2,3	2014		Les 3 aérofreins en extrémité des pales d'une éolienne chutent au sol, au pied du mât. L'équipe technique constate l'incident en se rendant sur site le lendemain en raison de l'arrêt de l'aérogénérateur. L'installation est mise en sécurité. Les débris, contenus dans un rayon de 150 m au pied du mât, sont ramassés et stockés avant traitement et recyclage en filaire agréée.		Base de données ARIA	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie sur une éolienne	03/01/2019	La Limouzinière	Loire-Atlantique	SENVION MM92	2,05 MW	2010		Vers minuit, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne de 78 m de haut. Des riverains donnent l'alerte. L'exploitant arrête les 4 autres éoliennes du parc à 2h05. De nombreux débris enflammés tombent au sol. Un feu se déclare au pied de l'aérogénérateur. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité de 150 m. Ils quittent le site à l'arrivée des équipes de l'exploitant vers 3h30. Celles-ci mettent en place un kit anti-pollution, des coulures d'huile étant visibles le long du mât. La nacelle de l'éolienne est détruite ainsi que la base des 3 pales.	Avarie sur la génératrice de l'éolienne semble à l'origine de l'incendie. Celle-ci avait été bridée à 50 % de sa puissance depuis une quinzaine de jours à la suite de la détection d'une usure de roulement par le système de surveillance vibratoire. Une intervention de maintenance, effectuée le 28/12, avait mis fin à ces vibrations caractéristiques d'un défaut de roulement. Cependant, des signes de délignage avaient fait leur apparition.	Base de données ARIA	
Chute d'une pale d'éolienne	17/01/2019	BAMBIDERSTROFF	Moselle	GAMESA G80	2,0 MW	2007		Vers 15 h dans un parc éolien, une pale d'éolienne se rompt. 2 morceaux chutent au sol, l'un de 5 m (coque) et l'autre de 28 m (fibre de verre). Ce dernier est projeté à 100 m de l'éolienne. L'exploitant arrête les 5 autres aérogénérateurs du parc à 15h17. Il met en place un périmètre de sécurité et ramasse la totalité des débris.	Selon les premiers éléments d'analyse, un défaut d'adhérence (manque de matière) entre la coque en fibre de verre et le cœur de la pale serait à l'origine de cette rupture.	Base de données ARIA	
Incendies criminels	20/01/2019	ROUSSAS	Drôme	VESTAS V66	1,75 MW	2006		Dans la nuit, un feu se déclare sur 2 éoliennes d'un parc composé de 12 aérogénérateurs. Les éoliennes sont lourdement endommagées.	D'après la presse, il s'agit d'un acte criminel. Un accident similaire était survenu en juin 2018, dans un parc éolien proche appartenant au même exploitant	Base de données ARIA	
Rupture du mât d'une éolienne	23/01/2019	BOUTAVENT	Oise	WINWIND WWD-1-64	1,0 MW	2011		Vers 14h40, le mât de 66 m d'une éolienne se plie en 2 en son milieu. Des débris sont projetés dans un rayon de 300 m. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité de 500 m. Une coupure de courant impacte vers 13h30 le parc éolien, comptant 2 aérogénérateurs. Les pales de l'éolienne accidentée ne se sont pas mises en drapeau et sont restées en position de production, alors que le générateur était à l'arrêt. La machine est entrée en survitesse jusqu'à la dislocation d'une pale. Le balourd en résultant aurait conduit au pliage du mât. Le fabricant met les 21 autres éoliennes du même modèle à l'arrêt.	Selon l'exploitant, l'absence de passage en position de sécurité des pales est dû à une chute de tension au niveau des batteries pilotant la rotation des pales en cas de coupure de l'alimentation électrique. Il effectue des tests sur toutes les batteries des éoliennes du même constructeur et effectue les remplacements nécessaires. Il modifie également son plan de maintenance : tous les 2 ans, une des 3 pales sera équipée de batteries neuves. Il fixe l'âge maximal d'une batterie en exploitation à 6 ans.	Base de données ARIA	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Chute d'une pale d'éolienne	30/01/2019	ROQUETAILLADE	Aube	GAMESA G47	5,28 MW	2001		Vers 13 h, une pale d'une éolienne se rompt et chute au sol. Un périmètre de sécurité est mis en place autour de l'éolienne. L'exploitant arrête les 27 autres aérogénérateurs du parc. Un arrêté préfectoral d'urgence soumet leur redémarrage à l'accord de l'inspection des installations classées.	Certaines des vis retrouvées au sol présentent des ruptures franches, des éléments distinctifs de fatigue et des traces de corrosion. Cette corrosion pourrait avoir été engendrée par une précharge insuffisante lors du serrage	Base de données ARIA	
Fissurations sur des roulements de pales d'éoliennes	12/02/2019	AUTECHAUX	Doubs	GE Energy	2,75 MW	2016	-	A la suite d'une fissuration constatée sur une bague extérieure de roulement de pale d'une éolienne d'un parc éolien de même technologie hors de France, l'exploitant réalise des inspections de cette pièce sur 3 de ses parcs éoliens comprenant 43 éoliennes. Ces contrôles mettent en évidence 6 fissurations sur des roulements de pale, positionnés entre la base de la pale et le moyeu. Les 6 fissures sont précisément localisées au niveau des goupilles coniques et trous de remplissage du roulement utilisés lors de l'assemblage des billes de roulement pendant la fabrication de la pièce.	L'origine des fissurations serait un défaut d'alésage qui, sous contrainte, conduirait à une fissuration par fatigue de la bague au niveau d'une zone d'amorçage propice constituée par les trous d'introduction des billes dans les roulements.	Base de données ARIA	
Eolienne touchée par la foudre	02/04/2019	EQUANCOURT	Somme	Inconnu	-	-	-	Dans l'après-midi, lors d'un épisode orageux, la foudre touche une des 12 éoliennes d'un parc éolien. Après constat sur place, l'éolienne est arrêtée à distance à 18h30. Un expert de la société de fabrication et maintenance de l'éolienne inspecte l'équipement et la pale endommagée. Il estime qu'il n'y a pas de risque d'aggravation des dégâts ni de chute de composants tant que l'éolienne reste à l'arrêt avec les pales mises en drapeau. Une autre inspection les jours suivants permet de confirmer qu'aucune autre des éoliennes n'a été touchée par la foudre. La pale est déposée pour la réparer.	Foudre	Base de données ARIA	
Électrisation lors de la maintenance d'une éolienne	15/04/2019	CHAILLY-SUR-ARMANCON	Côte-d'Or	Inconnu	-	-	-	Vers 12h15, un sous-traitant est électrisé par un courant de 20 000 V dans une éolienne. Les pompiers interviennent sur les lieux. Un technicien effectue des reconnaissances au sommet de l'éolienne afin de vérifier si celle-ci est endommagée. L'éolienne est sécurisée par le personnel de maintenance. La victime est légèrement blessée.	Electrisation	Base de données ARIA	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie sur une éolienne	18/06/2019	QUESNOY-SUR-AIRAINES	Somme	Inconnu	-	-	-	Vers 17 h, un feu se déclare sur une éolienne située dans un parc éolien qui en compte 5. Les équipes de maintenance du site maîtrisent l'incendie. Les pompiers alertés par le parc éolien réalisent des contrôles thermiques pour confirmer l'extinction.	D'après la presse, un court-circuit sur un condensateur est à l'origine du sinistre.	Base de données ARIA	
Feu de moteur d'éolienne	25/06/2019	AMBON	Morbihan	Ecotecnia 80	1,67 MW	2008	-	Vers 15h45, lors d'une opération de maintenance au niveau du système d'orientation des pales d'une éolienne, un feu se déclare au niveau de la nacelle de cette éolienne dans un parc mis en service en 2008 comportant 6 machines de 120 m pour une puissance totale de 10,02 MW. Voyant des étincelles, les techniciens alertent les secours. Un périmètre de sécurité de 500 m est mis en place. Le parc est mis à l'arrêt. Des éléments structurels de l'éolienne chutent au sol. L'incendie est maîtrisé vers 18h50.	Des fuites d'huile avaient été constatées en 2015 et 2018 sans avoir été nettoyées.	Base de données ARIA	
Chute d'un bout de pale d'une éolienne	27/06/2019	CHARLY-SUR-MARNE	Aisne	Gamesa G90	2,0 MW	2009	-	Vers 9 h, deux techniciens intervenant sur une éolienne pour maintenance constatent qu'une pale d'une autre éolienne présente un angle anormal. Ils demandent au centre de maintenance l'arrêt à distance de cette éolienne. Vers 9h30, lors de la mise à l'arrêt, le bout de la pale abîmée est projeté en 2 morceaux, l'un à 15 m de l'éolienne, l'autre à 100 m dans l'enceinte du parc éolien. Chaque morceau correspond à une face de la pale. À la demande des techniciens, l'éolienne est arrêtée à distance.	Inconnue En septembre 2016, les pales de l'éolienne avaient été inspectées. Des reprises de peinture et la réparation d'une fissure avaient été réalisées. Ces défauts avaient été classés comme mineurs. En octobre 2018, une inspection visuelle n'avait révélé aucun défaut.	Base de données ARIA	
Chute du capot de la nacelle d'une éolienne	28/11/2019	HANGEST-EN-SANTERRE	Somme	-	-	-	-	Dans un parc éolien, le capot se situant à l'extrémité de la nacelle d'une éolienne se décroche et tombe au sol. L'éolienne concernée ainsi que l'ensemble du parc sont mis à l'arrêt.	Inconnue	Base de données ARIA	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Perte de contrôle d'une éolienne lors d'une mise en service	06/12/2019	AVELANGES	Côte-d'Or	-	3,0 MW	2019	-	Vers 15 h, alors qu'une équipe d'installation réalise un travail d'étiquetage sur une éolienne, cette dernière commence à tourner malgré l'absence de raccordement électrique. L'équipe évacue en urgence par l'échelle. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité de 800 m autour de l'équipement. Les gendarmes stoppent la circulation sur la route voisine. Les conditions climatiques, vent violent, empêchent l'équipe d'intervenir pour mettre en sécurité la machine. Le lendemain vers 11 h, l'équipe bloque le rotor et remet les pales en position de sécurité.	L'incident se produit au cours de la préparation à la mise en service de l'éolienne. La mise en mouvement non contrôlée est due à une erreur de positionnement des angles des pales la veille de l'accident à 18 h et à la présence de vent violent.	Base de données ARIA	
Chute de pale	09/12/2019	LA FORET-DE-TE SSE	Charente	V110	2,0 MW	2016	-	A 18 h, un riverain constate la chute d'un bout de pale d'environ 7 m d'une des 12 éoliennes du parc. L'éolienne concernée s'arrête. L'exploitant met en sécurité les 11 autres éoliennes. Un périmètre de sécurité de 150 m et une surveillance sont mis en place pour interdire l'accès au public. La pale s'est brisée en 3 morceaux principaux (2 points de rupture à environ 16,5 m et 47 m de la racine de la pale). Des débris solides (fibres de verre, fibres de carbone, PVC) ont été projetés sur 2 parcelles agricoles aux alentours. Un morceau de 30 m initialement resté accroché à la racine de la pale tombe 48h plus tard suite aux forts vents. Le ramassage des débris ainsi que le bâchage des 2 plus gros morceaux de pale au sol afin d'éviter l'éparpillement de nouveaux débris sont réalisés.	L'exploitant recherche les causes de cette rupture sachant qu'aucun emballement du rotor n'a été détecté dans les secondes qui ont précédé l'incident. Le lot de fabrication de la pale sinistrée est identifié par le constructeur. Les contrôles réalisés le lendemain du sinistre sur l'ensemble des 11 autres éoliennes n'identifient pas de dommage, d'imperfection ou de trace de foudroiement. La dernière inspection du constructeur réalisée par drone 8 mois plus tôt n'avait révélé aucun défaut.	Base de données ARIA	
Incendie	16/12/2019	POINVILLE	Eure-et-Loir	N90	2,3 MW	2005	-	Vers 12h30, un feu sans flamme se déclare sur une éolienne d'un parc éolien. A 13h10, de la fumée blanche est constatée. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité et surveillent l'équipement. A 15h54, il n'y a plus de fumée, les pompiers inspectent la machine en pied et quittent le site vers 17 h.	Aucune destruction extérieure, chute d'élément ou fuite de fluide n'est à déplorer. Seules les gaines protectrices des câbles de puissance ont brûlé sur 10 m de long. L'expert en assurance suppose une combustion sans flamme et estime la température atteinte en nacelle en dessous de 100 °C.	Base de données ARIA	
Incendie	17/12/2019	AMBONVILLE	Haute-Marne	V90	2,0 MW	2010	-	A 14h20, un feu se déclare en partie basse d'une éolienne. Les pompiers interviennent à l'aide d'un extincteur à poudre.	L'origine du départ de feu serait liée à une défaillance électrique	Base de données ARIA	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Rupture d'une pale d'éolienne lors du passage d'une tempête	09/02/2020	BEAUREVOIR	Aisne	G80	2,0 MW	2009	-	Une pale d'une éolienne se brise.	Passage de la tempête Ciara	Base de données ARIA	
Endommagement d'une nacelle d'éolienne lors d'une tempête	09/02/2020	WANCOURT	Pas-de-Calais	V80	2,0 MW	2010	-	Le lendemain du passage de la tempête Ciara, des dommages sont visibles au niveau de l'aileron de la nacelle d'une éolienne.	Passage de la tempête Ciara	Base de données ARIA	
Incendie d'une nacelle d'une éolienne	24/03/2020	FLAVIN	Aveyron	G87	2,0 MW	2010	-	A 9h40, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne. Un riverain alerte les pompiers qui préviennent l'exploitant. A 9h42, l'exploitant perd la communication avec l'éolienne. La caméra du site confirme l'incendie. Le disjoncteur est ouvert à distance. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. A 12 h, l'incendie est terminée. Les 4 autres éoliennes sont arrêtées.	Inconnue	Base de données ARIA	
Arrêt d'éoliennes à la suite de décès d'oiseaux	30/03/2020	POISEUL-LA-VILLE-ET-LAPERRIERE	Côte-d'Or	N117	2,4 MW	2019		Un parc éolien est mis à l'arrêt à la suite de la découverte de 2 cadavres de Milan royal (rapace diurne, espèce strictement protégée, sensible à l'éolien par collision) au pied de 2 éoliennes. Un bureau d'étude, mandaté par l'exploitant d'un parc éolien, fait ce constat dans le cadre du suivi environnemental de ces oiseaux en période de migration	Collision des oiseaux avec les éoliennes	Base de données ARIA	
Ecoulement d'huile hydraulique le long d'une éolienne	10/04/2020	RUFFIAC	Morbihan	V100	2,0 MW	2017	-	Une entreprise responsable de la maintenance d'un parc éolien constate une fuite d'huile hydraulique au niveau de la nacelle d'une éolienne. 40 l d'huile s'écoulent le long du mât jusqu'au massif de fondation. L'exploitant du parc est alerté. Il mandate la société de maintenance de réaliser le nettoyage des zones affectées. Il n'y a pas d'atteinte au sol.	L'origine de la fuite est un défaut au niveau de l'accumulateur de l'éolienne. Une enquête est en cours par la société en charge de la maintenance, afin d'adapter les points de contrôle.	Base de données ARIA	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie d'une éolienne au sol pour démantèlement	20/04/2020	LE VAUCLIN	Martinique	Vergnet GEV MP 275/32	275 kW	2004		Peu avant 14 h, un feu se déclare sur le générateur d'une éolienne déposée au sol en vue de son démantèlement, programmé au 2ème trimestre 2020, dans un parc éolien comportant 4 éoliennes. Le parc est à l'arrêt depuis le début de l'année 2020. L'incendie de l'huile du transformateur électrique se propage aux broussailles à proximité. Les secours ne pouvant intervenir à cause de la présence d'électricité, un technicien de la société propriétaire de l'éolienne se rend sur place pour couper le courant électrique. Ils évitent la propagation de l'incendie aux alentours, puis éteignent l'incendie vers 16 h une fois l'installation mise hors tension.	Un court-circuit dû à un manitou (famille des marsupiaux) serait à l'origine de l'incendie. Un animal est retrouvé mort dans le tableau électrique du transformateur d'une autre éolienne.	Base de données ARIA	

Mise à jour : Base Aria consultée en octobre 2020 (<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/le-barpi/la-base-de-donnees-aria/>)



4 - ANNEXE 4 – SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE 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).

4.1 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A LA GLACE (G01 ET G02)

4.1.1 - Scénario G01

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

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

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

4.1.2 - Scénario G02

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

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

4.2 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07)

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

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

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

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

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'emballlement 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'emballlement peut notamment intervenir lors de pertes d'utilités. Ces pertes d'utilités peuvent être la conséquence de deux phénomènes :

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

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

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

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

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

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

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



4.3 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE FUITES (F01 A F02)

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

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

4.3.1 - Scénario F01

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

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

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

Deux événements peuvent être aggravants :

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

4.3.2 - Scénario F02

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

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

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

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

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

4.4 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE CHUTE D'ÉLÉMENTS (C01 A 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.

4.5 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (P01 A P06)

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

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

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

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

4.5.1 - Scénario P01

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

4.5.2 - Scénario P02

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

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

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

4.5.3 - Scénarios P03

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

4.6 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'EFFONDREMENT DES EOLIENNES (E01 A 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, ...

5 - ANNEXE 5 – 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-après 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.

6 - ANNEXE 6 –GLOSSAIRE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

Attention aux confusions possibles :

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

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

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

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

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

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

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

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

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

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

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

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

- **ICPE** : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
- **SER** : Syndicat des Energies Renouvelables
- **FEE** : France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)
- **INERIS** : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
- **EDD** : Etude de dangers
- **APR** : Analyse Préliminaire des Risques
- **ERP** : Etablissement Recevant du Public



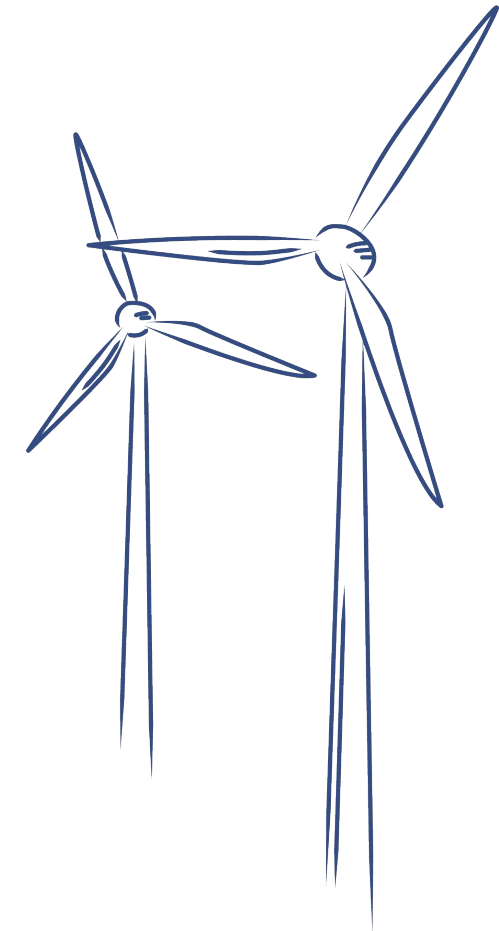
7 - ANNEXE 7 – BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES

- [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 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 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., Leteutrois 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



Résumé non technique de l'étude de dangers

Parc éolien de Nogent



COMMUNE DE NOGENT

Département de la HAUTE MARNE (52)

Décembre 2020 – Version consolidée Octobre 2022

H2air
29, rue des Trois Cailloux
80000 Amiens
www.h2air.fr



ALISE environnement
102, rue du Bois Tison
76160 ST JACQUES-SUR-DARNETAL
Tél. : 02 35 61 30 19
Fax : 02 35 66 30 47





DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

PARC EOLIEN DE NOGENT

Commune de Nogent

Département de la Haute-Marne (52)

Octobre 2020 - Version consolidée Octobre 2022

RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS





SOMMAIRE

1 - Introduction	4
2 - Renseignements administratifs	4
3 - Environnement de l’installation et synthèse des agressions externes	4
3.1 - Localisation du projet	4
3.2 - Contexte climatique et potentiel éolien	7
3.3 - Risques naturels autour du site d’implantation	7
3.4 - Environnement humain du site d’implantation.....	7
3.5 - Environnement matériel autour du site d’implantation	7
3.5.1 - Infrastructures et servitudes	7
3.5.2 - Risques technologiques.....	8
4 - Présentation du projet éolien	8
5 - Potentiels de danger des installations et réduction des risques à la source	10
5.1 - Potentiel de danger	10
5.2 - Réduction des risques à la source	10
5.3 - Analyse préliminaire des risques (APR)	10
6 - Analyse détaillée de réduction des risques	12
6.1 - Définitions / Méthodologie	12
6.2 - Synthèse de l’Analyse Détaillée des Risques	15
7 - Moyens d’intervention et de limitation des conséquences	16
8 - Conclusion	16

INDEX DES DOCUMENTS GRAPHIQUES

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation du projet sur carte I.G.N.	5
Figure 2 : Carte des aires d’étude	6
Figure 3 : Distance minimale d’éloignement à la canalisation de gaz	7
Figure 4 : Composants du parc éolien	8
Figure 5 : Plan détaillé de l’installation.....	9
Figure 6 : Carte de synthèse des enjeux et des zones d’effet du projet du parc éolien de Nogent.....	14

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Renseignements administratifs du demandeur	4
Tableau 2 : Tableau de synthèse des risques.....	7
Tableau 4 : Caractéristiques du gabarits d’éolienne maximisant.....	12
Tableau 5 : Degré d’exposition	12
Tableau 6 : Nombre d’équivalent-personnes permanentes dans l’aire d’étude de 500m.....	12
Tableau 7 : Synthèse des scénarios étudiés.....	15
Tableau 8 : Hiérarchisation des phénomènes dangereux	15





1 - INTRODUCTION

L'étude de dangers est réalisée dans le cadre du projet éolien de Nogent développé par H2AIR, sur la commune de Nogent dans le département de Haute-Marne (52). Cette étude permet de mettre en évidence les dangers que peut présenter l'installation en cas d'accident d'origine externe (risques liés à l'environnement du site du projet) ou interne (dysfonctionnement des machines, problème technique, etc.).

2 - RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Tableau 1 : Renseignements administratifs du demandeur

Identité du demandeur	
Raison sociale de la Société	SAS ÉOLIENNES DES JONQUILLES
Forme juridique	Société par Actions Simplifiées (Société à associé unique)
Adresse du siège social	29 rue des trois Cailloux 80 000 AMIENS
NOM, Prénom et qualité du signataire de la demande	Roy MAHFOUZ
N°SIRET	831 956 156 00010
N° APE	3511Z / Production d'électricité
Emplacement de l'installation	
Département	Haute-Marne (52)
Commune)	Nogent
Lieu de l'établissement actif	Nogent (Lieu-dit des postes de livraison)
Nature, volume et classement des installations	
Nature des activités	Installations terrestres de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent
Volume des activités	Nombre d'aérogénérateurs : 4 Gabarit maximisant Diamètre du rotor : 163 m Hauteur des mâts au sens ICPE : 129,25 m Hauteur au moyeu : 125 m Hauteur totale en bout de pale : 206 m Puissance unitaire : 5,7 MW Puissance totale installée : 22,8 MW Et deux postes de livraison Emprise au sol : 10 x 3 (30 m ² au total) Hauteur : 2,5 m
Rubriques de classement ICPE	2980-1 (A, 6 km)

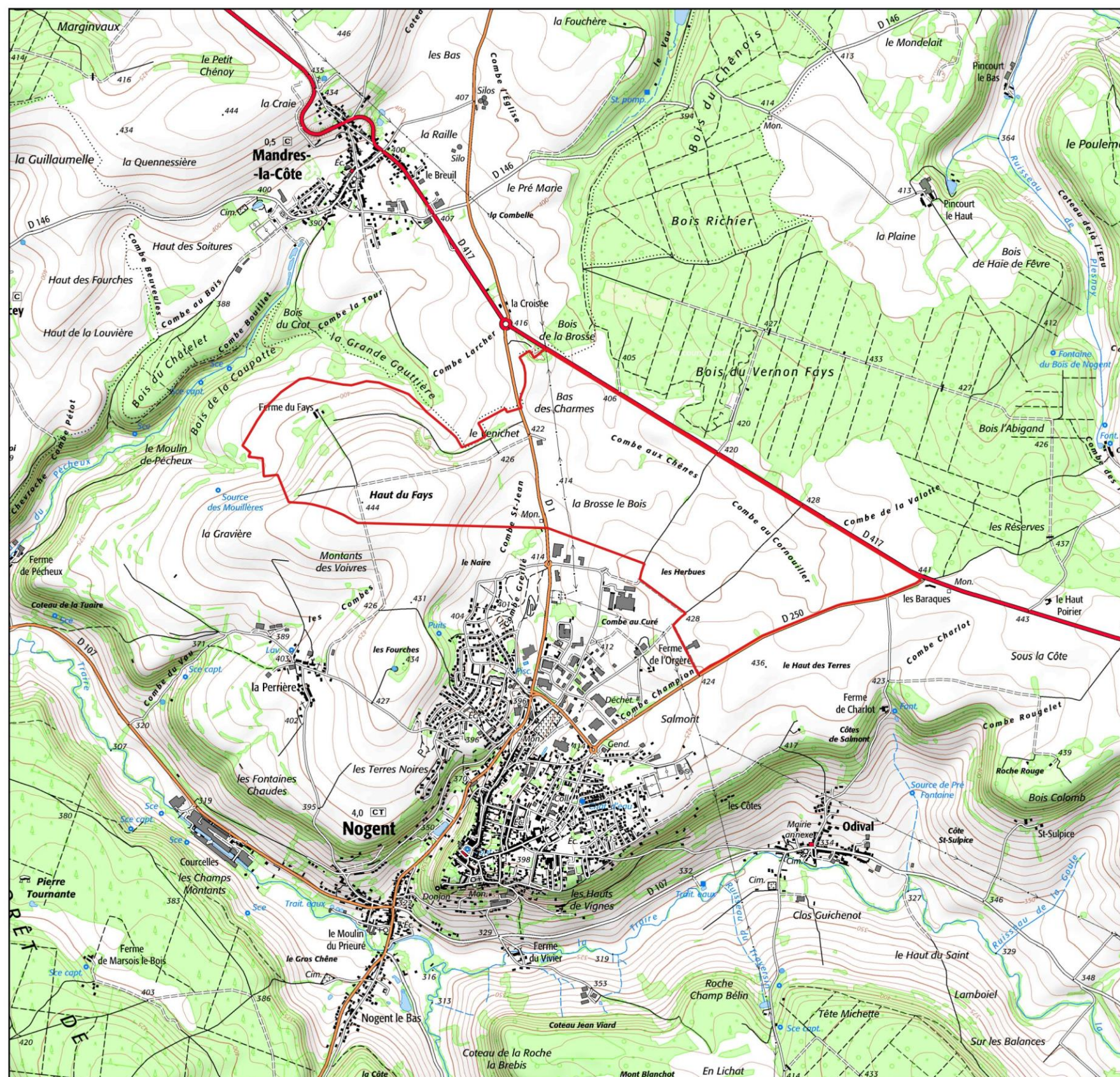
3 - ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION ET SYNTHÈSE DES AGRESSIONS EXTERNES

3.1 - LOCALISATION DU PROJET

La zone d'implantation potentielle retenue est située sur la commune de Nogent dans le département de la Haute-Marne (52). Les éoliennes seront implantées sur cette commune.


Les figures des pages suivantes, présentent la zone d'implantation et la localisation des éoliennes sur le projet éolien de Nogent.




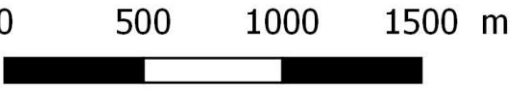



Localisation de la zone d'implantation potentielle

Eoliennes des Jonquilles (52)

 Zone d'implantation potentielle







Source : Scan IGN
Réalisation : ALISE, 2019

Figure 1 : Situation du projet sur carte I.G.N.



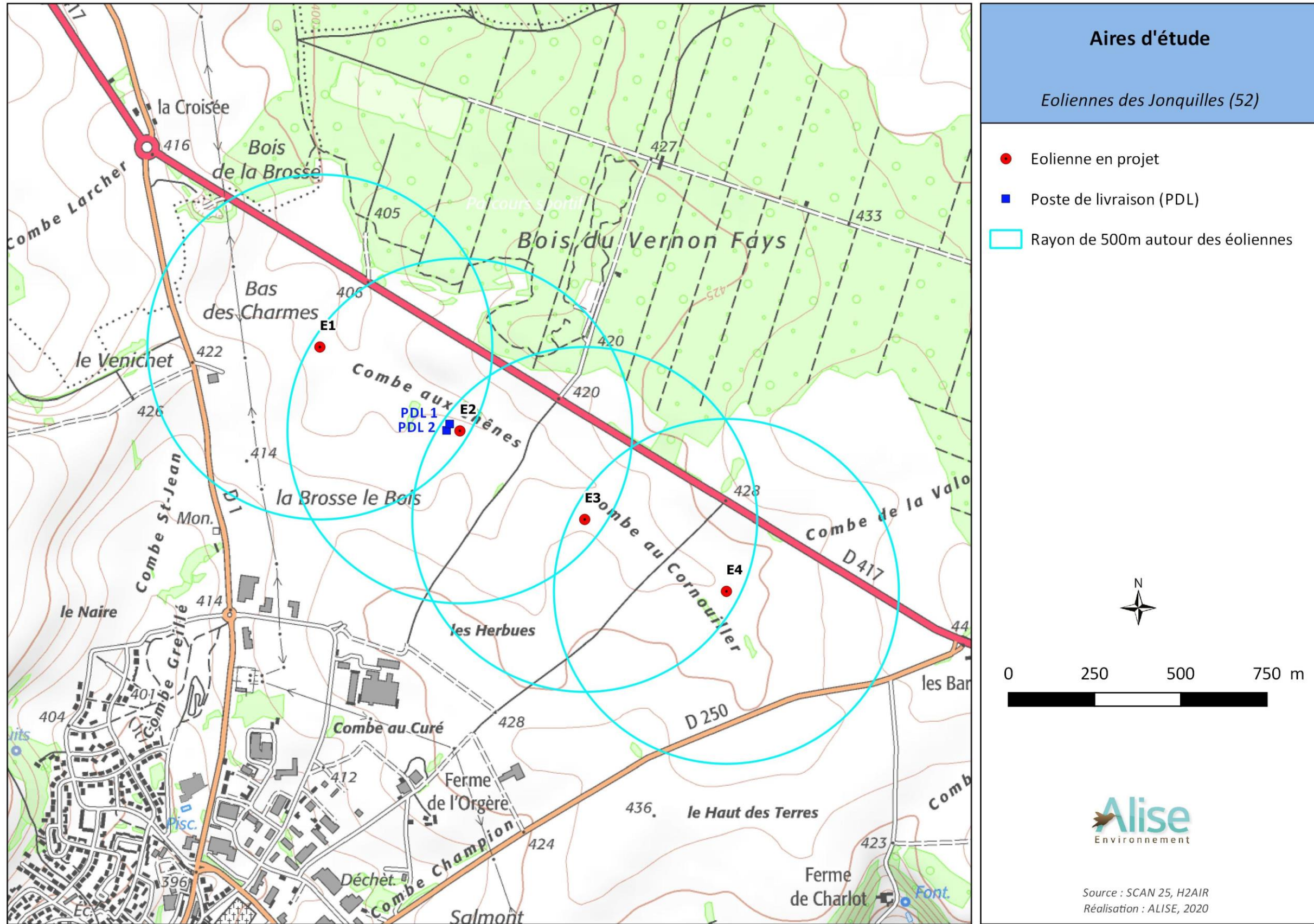


Figure 2 : Carte des aires d'étude



3.2 - CONTEXTE CLIMATIQUE ET POTENTIEL EOLIEN

La région dans laquelle se situent la commune d'implantation bénéficie d'un climat de type océanique très altéré qui se caractérise par des hivers froids, des étés chauds et des précipitations abondantes.

La zone d'implantation potentielle est située dans un secteur qui présente une vitesse des vents entre 5,0 et 5,5 m/s à 50 mètres du sol.

Pour le parc éolien de Nogent, la production annuelle est ainsi estimée à 59,5 GWh soit la consommation de plus de 16 800 foyers (hors chauffage). Cela permettra d'éviter le rejet dans l'atmosphère d'au moins 43 000 tonnes de CO₂ par an.

3.3 - RISQUES NATURELS AUTOUR DU SITE D'IMPLANTATION

Concernant l'ensemble des risques naturels étudiés, la zone d'implantation présente les caractéristiques suivantes :

Tableau 2 : Tableau de synthèse des risques

Risque	Classement
Risque de mouvement de terrain	Faible
Risque lié au retrait-gonflement des argiles	Nul à moyen
Risque d'inondation par remontée de nappe	Possible sur la partie nord-ouest
Risque d'incendie de forêt	Faible
Risque sismique	Très faible (zone 1)
Risque lié à la foudre	Faible
Risque concernant les phénomènes de tempête et grains	Faible

Les éoliennes ainsi que les fondations qui les supportent seront conçues pour résister aux fortes tempêtes. Le choix des machines intègre donc les caractéristiques locales du vent. La compatibilité avec le type d'éoliennes retenu sera certifiée par un organisme indépendant.

Les éoliennes seront équipées de systèmes de protection contre la foudre afin de limiter les dégâts sur les machines et ainsi réduire les pannes supplémentaires.

3.4 - ENVIRONNEMENT HUMAIN DU SITE D'IMPLANTATION

L'environnement proche du site d'étude se compose de zones agricoles ainsi que de boisements.

Il n'y a pas d'habitation à moins de 710 m des éoliennes du projet de parc éolien de Nogent.

Le document en vigueur sur la commune de Nogent est le Plan Local d'Urbanisme. La Z.I.P. se trouve en zone A et 1AUy du Plan Local d'Urbanisme de Nogent. D'après le règlement du PLU de Nogent, ces zones sont compatibles avec l'implantation d'éoliennes.

La décision d'élaborer le Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) de l'Agglomération de Chaumont est à un stade préliminaire d'élaboration. A ce jour, il n'y a donc pas d'incompatibilité avec l'implantation d'éolienne.

3.5 - ENVIRONNEMENT MATERIEL AUTOUR DU SITE D'IMPLANTATION

3.5.1 - Infrastructures et servitudes

Les servitudes ont été recherchées auprès des différents services concernés (RTE, ENEDIS, GRDF, Agence Nationale des Fréquences, Orange, Direction de l'Aviation Civile, Armée de l'air, Météo-France) et au travers du document d'urbanisme des communes d'implantation.

Les éoliennes seront implantées en dehors de toutes servitudes liées aux réseaux d'électricité, d'hydrocarbures, de téléphone, d'assainissement, d'alimentation en eau potable et de Orange (téléphone, télévision, radio).

D'après les renseignements disponibles sur le site internet www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr et le site Géorisques, une canalisation de gaz traverse sur la zone d'implantation potentielle. Par conséquent, GRT gaz a été consulté afin de connaître les distances d'éloignement vis-à-vis de leur ouvrage.

Dans son courrier en date du 27 octobre 2020, GRT gaz indique que la distance minimale à respecter entre les ouvrages de transport de gaz naturel haute pression et une éolienne doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur, soit dans ce cas 412 m.

La distance d'éloignement de l'éolienne E4 par rapport à la canalisation de gaz étant compatible avec cette préconisation, GRT gaz n'a pas d'observation à émettre sur le projet d'implantation de cette éolienne.

Les éoliennes E1, E2 et E3 se situent à une distance inférieure à 2 fois leur hauteur du réseau de transport de gaz. GRT gaz a donc réalisé une étude de compatibilité prenant en compte les caractéristiques des éoliennes qui a donné une distance minimale d'éloignement à la canalisation de gaz.

La distance d'éloignement des éoliennes E1, E2 et E3 par rapport à cet ouvrage étant compatible avec la distance minimale préconisée, GRT gaz n'a pas d'observation à émettre sur le projet d'implantation de ces 3 éoliennes.

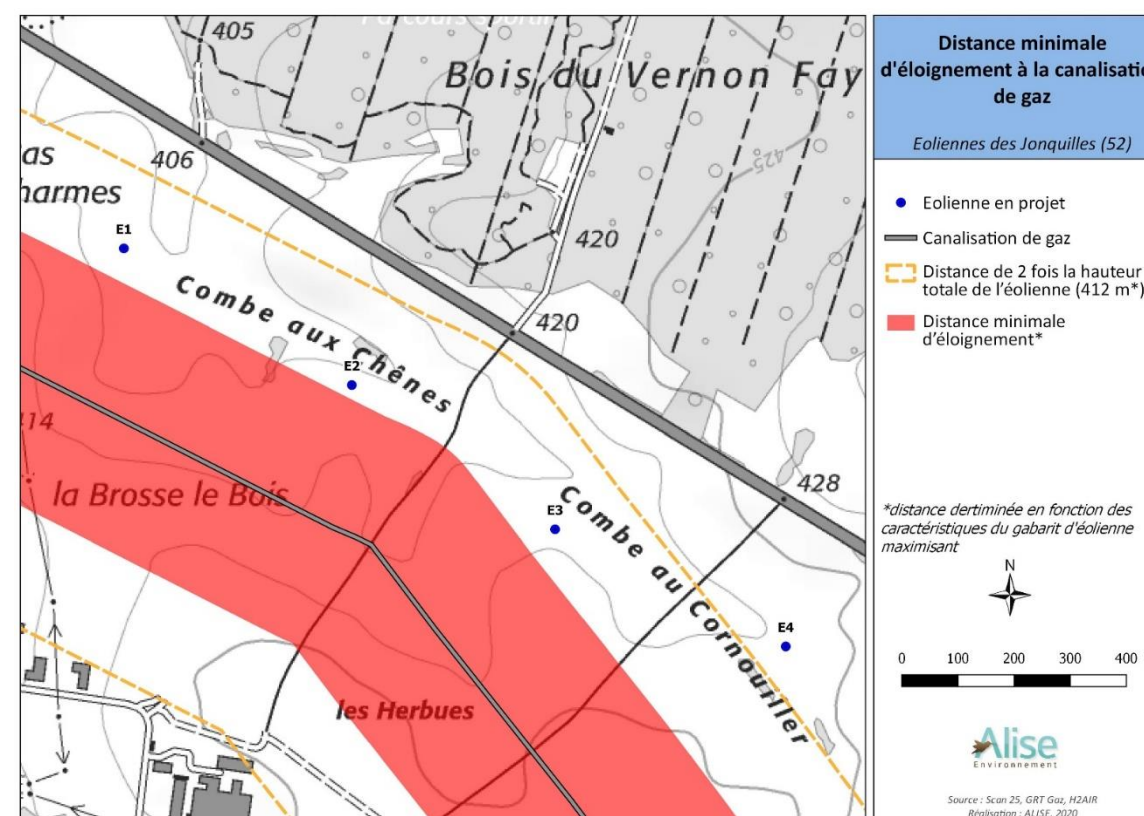


Figure 3 : Distance minimale d'éloignement à la canalisation de gaz

Source : H2AIR, GRT Gaz



3.5.2 - Risques technologiques

Il n'y a pas, dans le secteur d'implantation, d'activités humaines pouvant avoir des conséquences graves sur le parc éolien en cas d'accident majeur. Le site du projet se trouve en dehors des zones identifiées à risques d'origine anthropique. Il est en dehors des zones de dangers retenues au titre de la maîtrise de l'urbanisme.

Il n'y a pas d'installations classées SEVESO sur la zone d'implantation potentielle et sur les communes limitrophes. L'ICPE la plus proche de la ZIP est l'installation Forges Raguette, de type « Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements », située à environ 510 m de la Z.I.P. Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, les éoliennes seront implantées à plus de 300 m d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement.

4 - PRESENTATION DU PROJET EOLIEN

Le projet de parc éolien de Nogent projeté sera constitué de 4 aérogénérateurs et de deux postes de livraison électrique. Les éoliennes auront une hauteur totale maximale en bout de pale de 206 mètres pour l'ensemble des éoliennes.



Figure 4 : Composants du parc éolien

Source : ADEME

Conformément à la réglementation, toutes les éoliennes seront équipées des dernières technologies en matière de sécurité : balisage, système de sécurité en cas de tempête, protection anti-foudre, détection de givre sur les pales, détecteurs d'incendie, système de freinage et d'arrêt en cas d'urgence, etc.

Elles seront régulièrement contrôlées et vérifiées par des techniciens de maintenance.



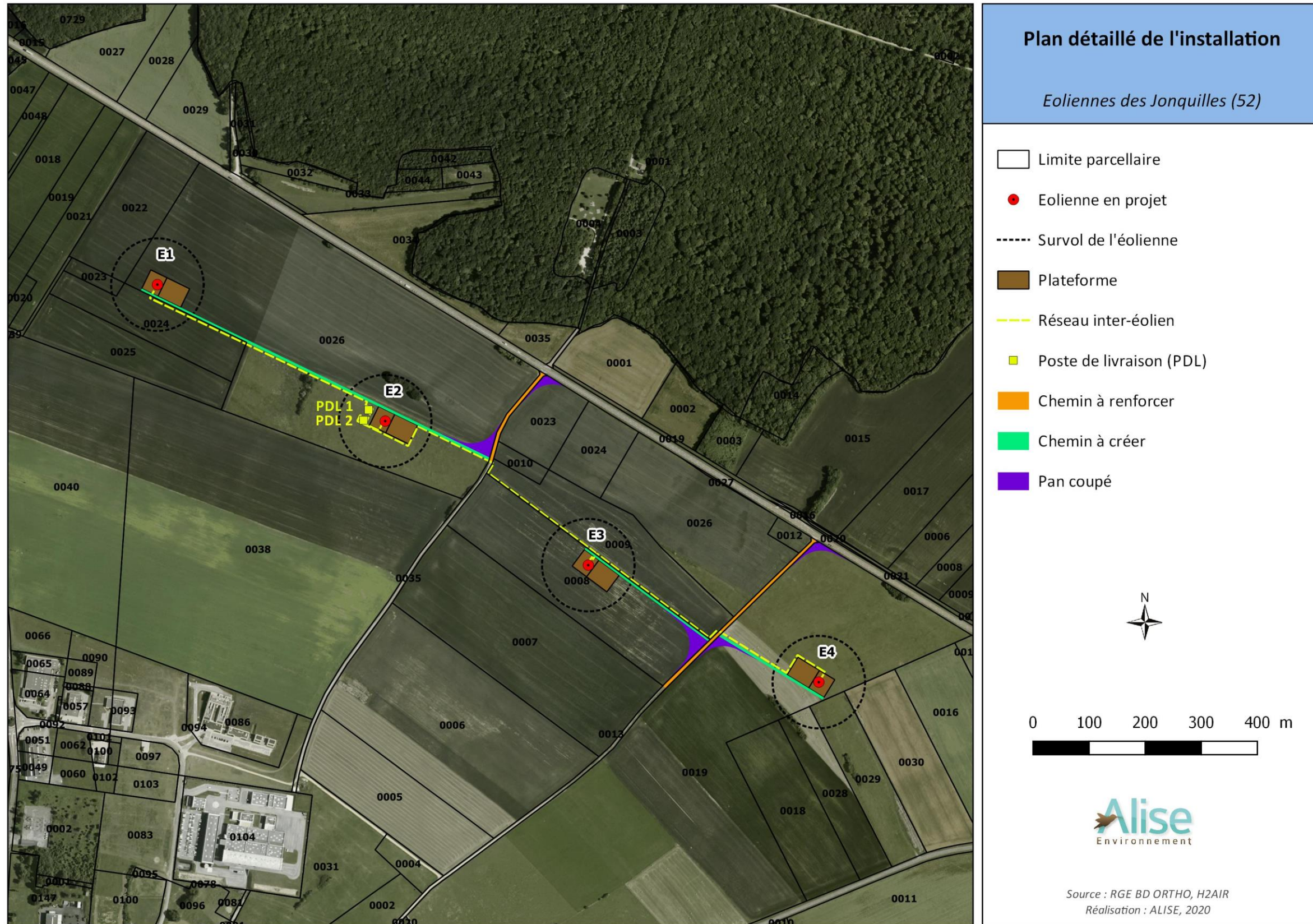


Figure 5 : Plan détaillé de l'installation





5 - POTENTIELS DE DANGER DES INSTALLATIONS ET REDUCTION DES RISQUES A LA SOURCE

5.1 - POTENTIEL DE DANGER

Les principaux dangers des **équipements** constituant un parc éolien sont d'une part des ruptures d'équipements avec des chutes d'objets associées et des incendies liés à la présence d'équipements électriques de puissance et à certains matériaux combustibles.

Les quantités de **substances ou produits chimiques** mises en œuvre dans l'installation sont limitées. Il s'agit de l'huile hydraulique, de l'huile de lubrification et des graisses. A cela s'ajoute les produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyants...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...).

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

En **phase de construction**, les dangers potentiels sont liés aux opérations de manutention avec des risques de chutes de charges ou de basculement d'engins de manutention, des risques d'écrasement ou de choc liés aux masses manipulées et des risques de chute de personnel liés au travail en hauteur.

La **maintenance** est réalisée éolienne à l'arrêt. Lors des phases de maintenance, les principaux potentiels de dangers sont :

- ⇒ chute d'objet (outils),
- ⇒ chute de l'intervenant,
- ⇒ pincement, écrasement, coupure.

Pour certaines opérations de maintenance, l'électricité est nécessaire. Par conséquent, l'intervenant est potentiellement exposé au risque électrique.

5.2 - REDUCTION DES RISQUES A LA SOURCE

Des dispositions d'ordre général sont mises en place pour prévenir les accidents. Il s'agit avant tout de dispositions organisationnelles.

Le personnel intervenant sur les installations (monteurs, personnel affecté à la maintenance) est formé et encadré.

Les opérations réalisées tant dans le cadre du montage, de la mise en service que des opérations de maintenance périodique sont effectuées suivant des procédures qui définissent les tâches à réaliser, les équipements d'intervention à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accident. Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.

L'inspection et l'entretien du matériel sont effectués par des opérateurs du constructeur des éoliennes, formés pour ces interventions. Tout au long des années de son fonctionnement, des opérations de maintenance programmées vérifient l'état et le fonctionnement des sous-systèmes de l'éolienne.

Conformément à la réglementation, un **contrôle de l'ensemble des installations électriques** sera réalisé tous les ans par un organisme agréé. En cas de besoin, des **contrôles complémentaires** seront opérés tels que :

- ⇒ la vérification de l'absence de dommage visible pouvant affecter la sécurité,
- ⇒ la résistance d'isolement de l'installation électrique,
- ⇒ la séparation électrique des circuits,
- ⇒ les conditions de protection par coupure automatique de l'alimentation.

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.

5.3 - ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)

L'objectif principal de l'**Analyse Préliminaire des Risques (APR)** est d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets.

Les parcs éoliens sont découpés en système, par blocs fonctionnels caractérisés par les éléments suivants :

- ⇒ équipements principaux (mât, nacelle, rotor,)
- ⇒ conditions de service.

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 de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du 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).

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'arrêt du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.



Nom du scénario exclu	Justification
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

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.

❖ 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.

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

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





6 - ANALYSE DETAILEE DE REDUCTION DES RISQUES

L'Analyse Détaillée des Risques (ADR) 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.

Plusieurs types d'éoliennes étant envisagés, il a été décidé de définir et d'étudier pour la présente étude, un gabarit d'éolienne maximisant, adaptés au site du projet, afin de ne pas sous-évaluer les impacts, de l'installation sur l'environnement.

Tableau 3 : Caractéristiques du gabarits d'éolienne maximisant

	Gabarit maximisant
Puissance nominale maximale	5,7 MW
Diamètre du rotor (m)	163
Hauteur totale (m)	206
Hauteur au moyeu (m)	125
Hauteur mât au sens ICPE (m)	129,25
Largeur de la base de la pale (m)	4,32
Longueur de pale (m)	79,7
Largeur du mât à la base (m)	6,3

6.1 - DEFINITIONS / METHODOLOGIE

❖ 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.

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.

❖ 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.

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

Tableau 4 : Degré d'exposition

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. L'intensité des phénomènes dangereux a été calculée pour chaque type de turbines mais les valeurs les plus importantes des zones d'impact et des zones d'effets ont été retenues pour calculer l'intensité de ces phénomènes dangereux.

❖ 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 Tableau 5 et à la Figure 6.

L'échelle de gravité des conséquences sur l'homme est classée par niveaux de « modéré » à « désastreux » en fonction du nombre de personnes exposées au danger. Elle est définie dans l'arrêté PCIG du 29 septembre 2005.


Tableau 5 : Nombre d'équivalent-personnes permanentes dans l'aire d'étude de 500m

Secteur ou infrastructure	Type	Nombre d'équivalent personnes permanentes	Eoliennes concernées (aire d'étude de 500 m)
Route départementale D1	Voie de circulation automobile structurante : 3 898 véhicules/jour (DDTM 52)	0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.	E1
Route départementale D417	Voie de circulation automobile structurante : 2 489 véhicules/jour (DDTM 52)	0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.	Toutes les éoliennes
Route départementale D250	Voie de circulation automobile structurante : 1 800 véhicules/jour (DDTM 52)	0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.	E4
Exploitation agricole	Zone d'activité	4 personnes maximales	E1
Chemins de randonnées	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2 personnes/1 km / 100 promeneurs par jour	E1, E2 et E3
Chemins d'exploitation ou chemins d'accès	Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) → Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	Toutes les éoliennes
Plateformes permanentes et pans coupés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	Toutes les éoliennes
Champs, prairies, Boisements	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1 personne/100 hectares	Toutes les éoliennes

❖ 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. Il existe 5 classes de probabilité, allant de A (d'une probabilité courante) à E (d'une probabilité extrêmement rare).





❖ Analyse des risques

Chaque phénomène dangereux présenté par le projet de parc éolien a été analysé en croisant son niveau de gravité avec sa probabilité. Il en résulte une représentation graphique qui présente trois parties (cf. figure ci-dessous) :

- ⇒ **Zone en rouge** : zone de risque important ⇔ accidents « inacceptables » susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site.
- ⇒ **Zone en jaune** : zone de risque faible. Les accidents situés dans cette zone doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue 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 ⇔ zone ALARP (As Low As Reasonably Practicable).
- ⇒ **Zone en vert** : zone de risque très faible ⇔ accidents qui ne nécessitent pas de mesures de réduction du risque supplémentaires.



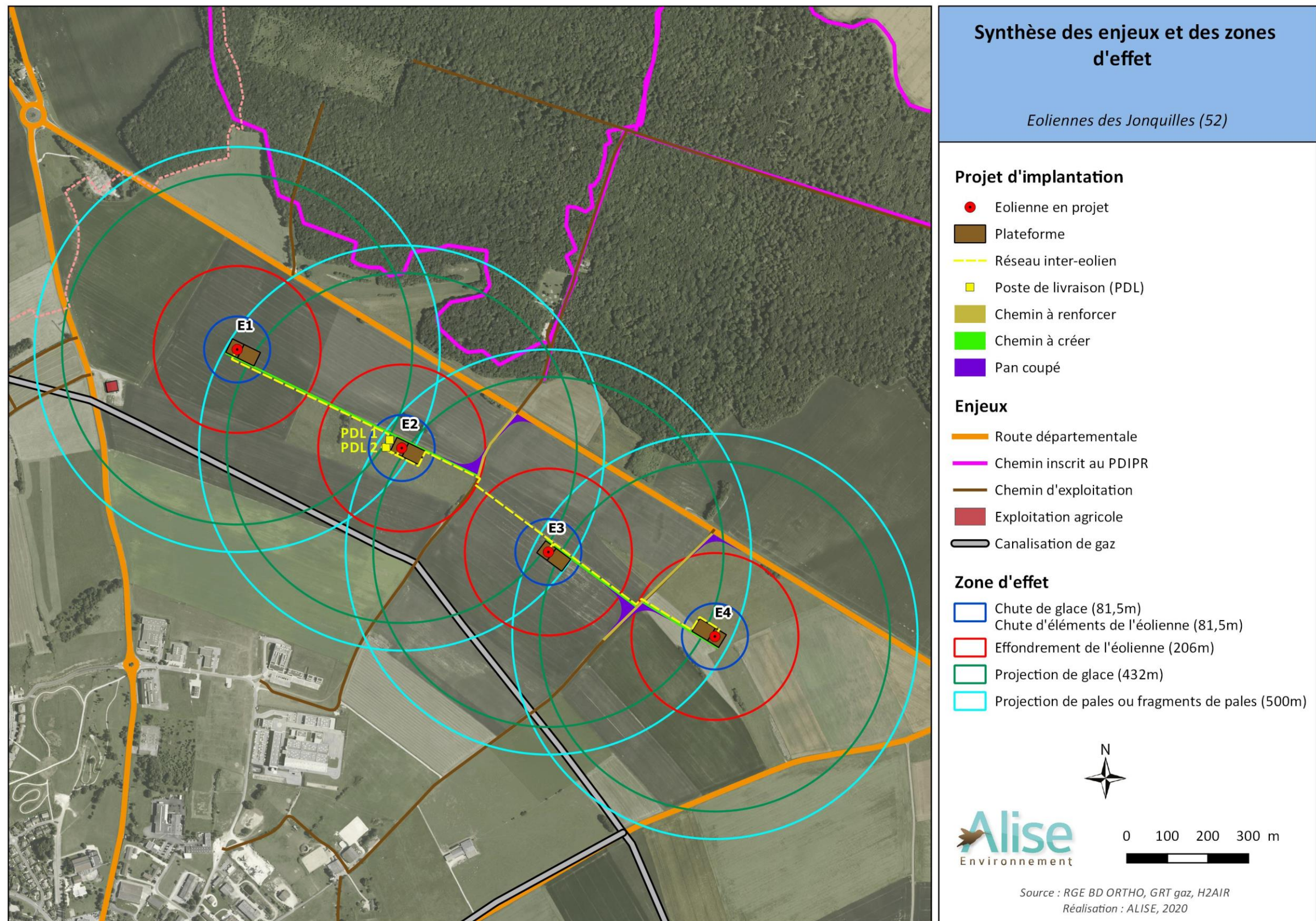


Figure 6 : Carte de synthèse des enjeux et des zones d'effet du projet du parc éolien de Nogent



6.2 - SYNTHÈSE DE L'ANALYSE 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. Les tableaux regroupent les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Tableau 6 : Synthèse des scénarios étudiés

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Important pour toutes les éoliennes	Acceptable
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modéré pour toutes les éoliennes	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré pour toutes les éoliennes	Acceptable
Projection de pales ou fragments de pales	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Important pour toutes les éoliennes	Acceptable
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Important pour toutes les éoliennes	Acceptable avec application du système d'arrêt en cas de présence de givre sur toutes les éoliennes

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-contre sera utilisée.

Tableau 7 : Hiérarchisation des phénomènes dangereux

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Eff PrP			
Sérieux				PrG avec application du système d'arrêt	
Modéré			ChE		ChG

Légende de la matrice :

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

Eff : Effondrement de l'éolienne
 ChG : Chute de glace
 ChE : Chute d'élément de l'éolienne
 PrP : Projection de pales ou fragments de pales
 PrG : Projection de glace

Au regard de la matrice ainsi complétée, aucun accident n'apparaît dans les cases rouges, suite à la mise en place d'un dispositif d'arrêt en cas de détection de glace. Tous les accidents figurent en case verte ou jaune, c'est-à-dire qu'ils présentent un niveau acceptable.

Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé très faible pour le scénario « Chute d'éléments de l'éolienne ».

Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé faible pour les scénarios « Effondrement de l'éolienne », « Chute de glace » et « Projection de pales ou fragments de pales ». Pour le scénario « Projection de glace », le risque est également jugé faible avec la mise en place d'un dispositif d'arrêt en cas de détection de glace. Ainsi ; toutes les éolienne seront équipées d'un dispositif permettant de détecter la présence de givre sur les pales et d'arrêter la machine ou d'éviter sa mise en fonctionnement après une période d'arrêt. Des panneaux type « Attention, chute de glace » seront mis en place au pied de chaque éolienne pour prévenir du danger.

De manière générale, les scénarios d'accident doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible.

Les éoliennes E1, E2, E3 et E4 sont situées au-delà de la distance minimale préconisé par rapport à la canalisation de transport de gaz naturel haute pression, aucune mesure n'est nécessaire.



7 - MOYENS D'INTERVENTION ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES

La surveillance du bon fonctionnement de l'installation est assurée par l'intermédiaire du système de contrôle avec transmission à distance des informations. Les informations issues des capteurs peuvent conduire à une alarme sur les écrans de surveillance mais également, dans certains cas, à la mise à l'arrêt de la turbine. Les unités de surveillance sont opérationnelles 24h/24.

Les personnels de maintenance sont informés par téléphone des anomalies de la machine et peuvent ainsi intervenir afin d'assurer les réparations et remettre celle-ci en service.

Dès que le dysfonctionnement détecté est susceptible d'avoir des conséquences sur la sécurité (mise en arrêt, déclenchement de la détection incendie, etc.), l'information est immédiate afin que l'intervention se fasse le plus rapidement possible.

Les moyens humains en cas d'accident sont constitués des personnels d'intervention (agents de maintenance) renforcés le cas échéant de personnels techniques chargés d'assister les secours externes lors de l'intervention et d'analyser les causes de la défaillance.

En cas d'accident majeur, 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.

8 - CONCLUSION

La présente étude de dangers a été réalisée dans le cadre du projet éolien de Nogent situé sur la commune de Nogent dans le département de la Haute-Marne (52).

Elle a permis de mettre en évidence les dangers que peut présenter l'installation en cas d'accident d'origine externe (risques liés à l'environnement du site du projet) ou interne (dysfonctionnement des machines, problème technique, etc.).

Même s'ils ne peuvent être totalement écartés, les risques d'origine externe sont minimes car le site du projet ne présente pas de dangers particuliers. Il est en dehors des zones concernées par des risques naturels ou anthropiques majeurs.

Après avoir analysé les risques d'accidents susceptibles de survenir et leurs causes, l'étude de danger a permis d'évaluer :

- ⇒ l'intensité de ces accidents exprimée en fonction d'une distance par rapport aux éoliennes et les conséquences possibles dans l'environnement du site ;
- ⇒ les niveaux de probabilité selon une échelle graduée de E (extrêmement rare) à A (courant).

Au regard de la matrice ainsi complétée, aucun accident n'apparaît dans les cases rouges, suite à la mise en place d'un dispositif d'arrêt en cas de détection de glace. Tous les accidents figurent en case verte ou jaune, c'est-à-dire qu'ils présentent un niveau acceptable.

L'industrie éolienne a connu ces dernières années un fort développement qui a permis d'améliorer les technologies mises en œuvre pour tirer le meilleur parti de la puissance du vent. En parallèle, les constructeurs ont également travaillé sur les dispositifs permettant de limiter les dysfonctionnements des machines et donc les périodes d'arrêt. Ces évolutions ont également concerné le renforcement de la sécurité des machines.

Les éoliennes qui seront installées sur le site du projet bénéficieront des dernières technologies permettant de prévenir les dysfonctionnements et de limiter les risques d'incident ou d'accident.

De plus, les fabricants d'éoliennes ont mis en place une procédure de suivi des incidents et accidents survenant sur leurs machines avec analyse des causes, ce qui permet une amélioration constante de la sécurité des parcs éoliens. L'analyse du retour d'expérience par les fabricants est à l'origine de la généralisation de procédure de sécurité et de nombreuses innovations permettant de réduire la probabilité d'accident ou de prévenir les dangers.

Les éoliennes E1, E2, E3 et E4 sont situées au-delà de la distance minimale préconisée par rapport à la canalisation de transport de gaz naturel haute pression, aucune mesure n'est nécessaire

Toutes les éoliennes seront équipées d'un dispositif permettant de détecter ou de déduire la présence de givre sur les pales et d'arrêter la machine. Des panneaux type "Attention, chute de glace" seront mis en place sur le chemin d'accès de chaque éolienne pour prévenir du danger.

