



DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

ÉTUDE DE DANGERS

N°5.1

JUILLET 2020 – VERSION COMPLETEE EN MARS 2021

MAITRE D'OUVRAGE



LES EOLIENNES CITOYENNES 1
12, RUE MARTIN LUTHER KING
14280 SAINT-CONTEST

ASSISTANT MAITRE D'OUVRAGE



JP ENERGIE ENVIRONNEMENT
12, RUE MARTIN LUTHER KING
14280 SAINT-CONTEST

BUREAU D'ETUDE



ING ENVIRONNEMENT
11, AVENUE GEORGES POMPIDOU
91370 VERRIERES-LE-BUISSON

SOMMAIRE

I) PRÉAMBULE	5
I - A) OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS	5
I - B) CONTEXTE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE	5
I - C) NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSÉES	6
II) INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION	6
II - A) RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS	6
II - B) LOCALISATION DU SITE	6
II - B - 1) CADASTRE	6
II - C) DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE	8
III) DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	9
III - A) ENVIRONNEMENT HUMAIN	9
III - A - 1) ZONES URBANISÉES	9
III - A - 2) ÉTABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)	9
III - A - 3) DISTANCE AUX HABITATIONS	10
III - A - 4) INSTALLATIONS CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE) ET INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	10
III - B) ENVIRONNEMENT NATUREL	11
III - B - 1) CONTEXTE CLIMATIQUE	11
III - B - 1 - a) Les températures	11
III - B - 1 - b) Les précipitations	11
III - B - 1 - c) L'ensoleillement	11
III - B - 1 - d) Synthèse	12
III - B - 1 - e) Le vent	12
III - B - 1 - f) Phénomènes météorologiques	13
III - B - 2) RISQUES NATURELS	13
III - B - 2 - a) Arrêté de catastrophes naturelles	13
III - B - 2 - b) Sismicité	13
III - B - 2 - c) Mouvement de terrain	14
III - B - 2 - d) Aléa retrait gonflement des argiles	15
III - B - 2 - e) Foudre	15
III - B - 2 - f) Tempêtes	15
III - B - 2 - g) Incendies de forêts et de cultures	15
III - B - 2 - h) Inondations	16
III - C) ENVIRONNEMENT MATÉRIEL	16
III - C - 1) VOIES DE COMMUNICATION	16
III - C - 1 - a) Infrastructure routière présente	16
III - C - 1 - b) Infrastructure ferroviaires	16
III - C - 1 - c) Risque de transport de matière dangereuse (TMD)	16
III - C - 2) SERVITUDE DE TELECOMMUNICATION	17
III - C - 3) SERVITUDE ELECTRIQUE	17
III - C - 4) SERVITUDE AERONAUTIQUE CIVILE ET MILITAIRE	17
III - C - 5) RADAR METEO FRANCE	17
III - C - 6) CAPTAGE AEP	17
III - C - 7) PATRIMOINE HISTORIQUE	17
III - C - 8) SYNTHÈSE DES DISTANCES D'ÉLOIGNEMENT AVEC LES INFRASTRUCTURES PROCHES	19
III - D) CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE	19
III - D - 1) DÉFINITION DES PÉRIMÈTRES D'ÉTUDES	19
III - D - 2) LES ENJEUX HUMAINS	20
IV) DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	21
IV - A) CARACTÉRISTIQUES DE L'INSTALLATION	21
IV - A - 1) CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES D'UN PARCÉOLIEN	21
IV - A - 1 - a) Éléments constitutifs d'un aérogénérateur	21
IV - A - 1 - b) Emprise au sol	21
IV - A - 1 - c) Chemins d'accès	22
IV - A - 2) ACTIVITÉ DE L'INSTALLATION	22
IV - A - 3) COMPOSITION DE L'INSTALLATION	22
IV - B) FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	23
IV - B - 1) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AÉROGÉNÉRATEUR	23
IV - B - 2) DECOUPAGE FONCTIONNEL DE L'INSTALLATION	23
IV - B - 3) SÉCURITÉ DE L'INSTALLATION « LES EOLIENNES CITOYENNES 1 »	25
IV - B - 3 - a) Conformité, respects des normes, règles de conception et système qualité	25
IV - B - 3 - b) Système de fermeture de la porte (art.13 – arrêté du 26/08/2011 – modifié)	25
IV - B - 3 - c) Balisage des éoliennes (Art.11 – arrêté du 26/08/2011 – modifié)	25
IV - B - 3 - a) Protection contre le risque incendie (Art.23 et Art.24 – arrêté du 26/08/2011 – modifié)	25
IV - B - 3 - b) Protection contre le risque foudre (Art. 9 – arrêté du 26/08/2011 – modifié)	26
IV - B - 3 - c) Protection contre la survitesse (Art. 23 – arrêté du 26/08/2011 – modifié)	26
IV - B - 3 - d) Protection contre la tempête	27

IV - B - 3 - e) Protection contre l'échauffement	27
IV - B - 3 - f) Protection contre la Glace (Art.25 – arrêté du 26/08/2011 – modifié)	27
IV - B - 3 - g) Protection contre le risque électrique (Art.10 – arrêté du 26/08/2011 – modifié)	27
IV - B - 3 - h) Protection contre le risque de fuite de liquide dans la nacelle	27
IV - B - 3 - i) Sécurité positive de l'éolienne – redondance des capteurs	28
IV - B - 3 - j) Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes (SCADA)	28
IV - B - 4) OPÉRATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION	28
IV - B - 4 - a) Personnel qualifié et formation continue	28
IV - B - 4 - b) Planification de la maintenance (Art. 18 – arrêté du 26/08/2011 – modifié)	28
IV - B - 4 - c) Prise en compte du retour d'expérience	29
IV - B - 5) STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX	29
IV - B - 6) CONTROLES REGLEMENTAIRES PERIODIQUES	29
IV - B - 7) BILAN DE CONFORMITE A L'ARRETE DU 26 AOUT 2011 MODIFIE	30
IV - C) FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION	33
IV - C - 1) RACCORDEMENT ELECTRIQUE	33
IV - C - 1 - a) Réseau inter-éolien	33
IV - C - 1 - b) Conformité des liaisons électriques	33
IV - C - 1 - c) Caractéristiques des câbles électriques	33
IV - C - 1 - d) Caractéristiques des tranchées	33
IV - C - 1 - e) Poste de livraison	33
IV - C - 1 - f) Réseau électrique externe	33
IV - C - 2) AUTRES RESEAUX	35
V) IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	35
V - A) POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS	35
V - B) POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	36
V - C) RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS À LA SOURCE	36
V - C - 1) PRINCIPALES ACTIONS PRÉVENTIVES	36
V - C - 1 - a) Choix techniques de développement de projet et de conception	36
V - C - 1 - b) Etude itérative de limitation des impacts	37
V - C - 2) UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES	37
VI) ANALYSE DES RETOURS D'EXPÉRIENCE	38
VI - A) INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	38
VI - B) INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS À L'INTERNATIONAL	39

VI - C) INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT	40
VI - D) SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPÉRIENCE	40
VI - D - 1) ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE	40
VI - D - 2) ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FRÉQUENTS	40
VI - D - 2 - a) LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE	40
VII) ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES	41
VII - A) OBJECTIF DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES	41
VII - B) RECENSEMENT DES ÉVÉNEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES	41
VII - C) RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	41
VII - C - 1) AGRESSION EXTERNES LIÉES AUX ACTIVITÉS HUMAINES	42
VII - C - 2) AGRESSIONS EXTERNES LIÉES AUX PHÉNOMÈNES NATURELS	44
VII - D) SCÉNARIOS ÉTUDIÉS DANS L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES	44
VII - E) EFFETS DOMINOS	48
❖ Vérifications des distances d'éloignement	48
VII - F) MISE EN PLACE DES MESURES DE SÉCURITÉ	52
VII - G) CONCLUSION DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES	56
VIII) ETUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES	57
VIII - A) RAPPEL DES DÉFINITIONS	57
VIII - A - 1) CINÉTIQUE	57
VIII - A - 2) INTENSITÉ	57
VIII - A - 3) GRAVITÉ	58
VIII - A - 4) PROBABILITÉ	58
VIII - A - 5) MATRICE DE CRITICITE	59
VIII - B) CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS RETENUS	60
VIII - B - 1) EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE	60
VIII - B - 1 - a) Zone d'effet	60
VIII - B - 1 - b) Intensité	60
VIII - B - 1 - c) Gravité	60
VIII - B - 1 - d) Probabilité	61
VIII - B - 1 - e) Acceptabilité	61
VIII - B - 2) CHUTE DE GLACE	62

VIII - B - 2 - a) Considérations générales	62
VIII - B - 2 - b) Zone d'effet	62
VIII - B - 2 - c) Intensité	62
VIII - B - 2 - d) Gravité	63
VIII - B - 2 - e) Probabilité	63
VIII - B - 2 - f) Acceptabilité	63
VIII - B - 3) CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE	63
VIII - B - 3 - a) Zone d'effet	63
VIII - B - 3 - b) Intensité	63
VIII - B - 3 - c) Gravité	64
VIII - B - 3 - d) Probabilité	64
VIII - B - 3 - e) Acceptabilité	64
VIII - B - 4) PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES	64
VIII - B - 4 - a) Zone d'effet	64
VIII - B - 4 - b) Intensité	65
VIII - B - 4 - c) Gravité	65
VIII - B - 4 - d) Probabilité	65
VIII - B - 4 - e) Acceptabilité	66
VIII - B - 5) PROJECTION DE GLACE	66
VIII - B - 5 - a) Zone d'effet	66
VIII - B - 5 - b) Intensité	66
VIII - B - 5 - c) Gravité	66
VIII - B - 5 - d) Probabilité	67
VIII - B - 5 - e) Acceptabilité	67
VIII - C) SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES	67
VIII - C - 1) TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS	67
VIII - C - 2) SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES	68
IX) CONCLUSION	76
X) RÉSUMÉ NON TECHNIQUE	76
XI) ANNEXE	77
XI - A) ANNEXE 1 – MÉTHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DÉTERMINATION DE LA GRAVITÉ POTENTIELLE D'UN ACCIDENT À PROXIMITÉ D'UNE ÉOLIENNE	77
XI - B) ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE	79

XI - C) ANNEXE 3 – SCÉNARIOS GÉNÉRIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES	92
XI - C - 1) SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A LA GLACE (G01 ET G02)	92
XI - C - 1 - a) Scénario G01	92
XI - C - 1 - b) Scénario G02	92
XI - C - 2) SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07)	92
XI - C - 3) SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE FUITES (F01 A F02)	92
XI - C - 3 - a) Scénario F01	93
XI - C - 3 - b) Scénario F02	93
XI - C - 4) SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE CHUTE D'ÉLÉMENTS (C01 A C03)	93
XI - C - 4 - a) Scénario P01	93
XI - C - 4 - b) Scénario P02	93
XI - C - 4 - c) Scénarios P03	93
XI - C - 5) SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'EFFONDREMENT DES EOLIENNES (E01 A E10)	93
XI - D) ANNEXE 4 – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL	93
XI - E) ANNEXE 5 – GLOSSAIRE	94
XI - F) ANNEXE 5 – BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES UTILISÉES	96

Tableaux

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

Tableau 1 – Tableau Nomenclature des installations classées	6
Tableau 2 – Implantation cadastrale des éoliennes	6
Tableau 3 - Synthèse des populations des principales agglomérations situées sur la zone d'étude	9
Tableau 4 - Tableau recensement des ERP	9
Tableau 5 - Tableau de recensement des sites ICPE, SEVESO et INB (source site installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr)	10
Tableau 6 - Tableau présentant les autres activités	11
Tableau 7 - Tableau de synthèse climat : Normales annuelles relevées entre 1981 et 2010 à la station de Bricy - Source : Météo France	12
Tableau 8 - Tableau de synthèse climat : Normales mensuelles relevées entre 1981 et 2010 à la station de Bricy - Source : Météo France	12
Tableau 9 - Données climat d'Orléans – (Source : Météo France)	13
Tableau 10 - Extrait de la synthèse générale des risques - Source Préfecture - DDRM 2015	13
TABLEAU 11 - INVENTAIRES DES ARRETES DE CATASTROPHE NATUREL (SOURCE : PRIM.NET, 2015)	13
Tableau 12 - Carte zonage sismique de la France - source Prim.net	14
Tableau 13 - Liste des cavités sur les communes de la zone d'implantation du projet (géorisques.gouv.fr, 2015)	14

Tableau 14 - Tableau de synthèse des distances d'éloignement avec les infrastructures proches	19
Tableau 15 - Tableau de synthèse des Zone de risque	19
Tableau 16 - Tableau de synthèse – nombre d'individu présent sur les périmètres d'étude	20
Tableau 17 - Tableau de calcul nombre d'individu – Voie de circulation	20
Tableau 18 - Tableau de calcul nombre d'individu – Voie de circulation	20
Tableau 19 - Tableau de synthèse nombre d'individu	20
Tableau 20 – Coordonnées géographiques des Eoliennes et du Poste de livraison de livraison	22
Tableau 21 - Synthèse du découpage fonctionnel de l'installation.....	24
Tableau 22 - Synthèse de conformité réglementaire à l'arrêté du 26 août 2011 modifié.....	32
Tableau 23 - Déchets issus de l'installation – source JPEE	35
Tableau 24 - Potentiels de dangers	36
Tableau 25 - Distances des éoliennes aux activités humaines.....	42
Tableau 26 - Liste des chemins et routes	43
Tableau 27 - Synthèse des agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	44
Tableau 28 - Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012).....	47
Tableau 29 - Tableau de synthèse des distances d'éloignement avec les infrastructures électriques proches	48
Tableau 30 - Ensemble des fonctions de sécurité (Source : INERIS/SER/FEE, 2012).....	56
Tableau 31 - Scénarios exclus (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	57
Tableau 32 - Degré d'exposition.....	58
Tableau 33 - Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 /09/2005)	58
Tableau 34 - Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005).....	59
Tableau 35 - Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	59
Tableau 36 - Caractéristiques des éoliennes Nordex (N100 et N117).....	60
Tableau 37 - Evaluation de l'intensité dans le scénario de l'effondrement	60
Tableau 38 - Evaluation de la gravité – effondrement de l'éolienne	60
Tableau 39 - Evaluation de la gravité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne	61
Tableau 40 - Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	61
Tableau 41 - Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « effondrement de l'éolienne ».....	61
Tableau 42 - Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace	62
Tableau 43 - Evaluation de la gravité dans le scénario « chute de glace ».....	63
Tableau 44 - Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »	63
Tableau 45 - Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute d'éléments.....	64
Tableau 46 - Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne ».....	64
Tableau 47 - Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »	64
Tableau 48 - Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pales ou de fragments de pales » ...	65
Tableau 49 - Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	65
Tableau 50 - : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	65
Tableau 51 - Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pales ou de fragments de pales ».....	66
Tableau 52 - Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de glace »	66
Tableau 53 - Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de morceaux de glace »	67
Tableau 54 - Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de morceaux de glace » ..	67
Tableau 55 - Tableau de synthèse des scénarios étudiés	68
Tableau 56 - Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	68

Figures

FIGURE 1 - ROSE DES VENTS, ISSUES DE MESURES REALISEES EN 2015, A 94 METRES (ANEMOMETRE DE L'EOLIENNE ME17 DU MOULIN D'EMANVILLE).....	12
FIGURE 2 - SCHEMA SIMPLIFIE D'UN AEROGENERATEUR	21
FIGURE 3 - ILLUSTRATION DES EMPRISES AU SOL D'UNE EOLIENNE	22
FIGURE 4 - REPARTITION DES EVENEMENT ACCIDENTELS ET DE LEUR CAUSES PREMIERES SUR LE PARC D'AEROGENERATEUR FRANÇAIS ENTRE 2000 ET 2015	38
FIGURE 5 - REPARTITION DES EVENEMENTS ACCIDENTELS DANS LE MONDE ENTRE 2000 ET 2020	39
FIGURE 6 - REPARTITION DES CAUSES PREMIERES DE RUPTURE DE PALE	39
FIGURE 7 - REPARTITION DES CAUSE PREMIERES D'EFFONDREMENT	39
FIGURE 8 - REPARTITION DES CAUSES PREMIERES D'INCENDIE	40
FIGURE 9 - EVOLUTION DU NOMBRE D'INCIDENTS ANNUELS EN FRANCE ET NOMBRE D'EOLIENNES INSTALLEES	40

Cartes

CARTE 1 - LOCALISATION DU PROJET "LES EOLIENNES CITOYENNES 1"	7
CARTE 2 - AIRE D'ETUDE DE DANGERS - AIRE D'ETUDE IMMEDIATE	8
CARTE 3 - CARTE REPRESENTANT LES DISTANCES AUX HABITATIONS	10
CARTE 4 - CARTE DE LOCALISATION – SITE SEVESO	11
CARTE 5 - CARTOGRAPHIE DES CAVITES (GEORISQUES.GOUV.FR, 2015)	14
CARTE 6 - ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES SUR LA ZONE D'IMPLANTATION POTENTIELLE DU PROJET -(SOURCE : GEORISQUES.GOUV.FR, 2015)	15
CARTE 7 - CARTE DE RISQUE LIE A LA REMONTE DE NAPPE - SOURCE BRGM	16
CARTE 8 – CARTOGRAPHIE DES VOIES DE TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES.	17
CARTE 9 - CARTOGRAPHIE DE L'ENVIRONNEMENT MATERIEL	18
CARTE 10 - CARTOGRAPHIE DES PERIMETRES D'ETUDES.....	19
CARTE 11 - RESEAU INTERNE A L'INSTALLATION -IMPLANTATION PROJETEE – ZONE SUD	34
CARTE 12 - RESEAU INTERNE A L'INSTALLATION -IMPLANTATION PROJETEE – ZONE NORD.....	34
CARTE 13 - IDENTIFICATION DES CHEMINS ET ROUTES	43
CARTE 14 – EOLIENNE N°1 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES	48
CARTE 15 - EOLIENNE N°2 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES	49
CARTE 16 - EOLIENNE N°3 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES	49
CARTE 17 - EOLIENNE N°4 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES	50
CARTE 18 - EOLIENNE N°5 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES	50
CARTE 19 - EOLIENNE N°6 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES	51
CARTE 20 – IMPLANTATION DE L'EOLIENNE LEC01_01.....	62
CARTE 21 – EOLIENNE N°1 - SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES	69
CARTE 22 - EOLIENNE N°2 - SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES	70
CARTE 23 - EOLIENNE N°3 - SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES	71
CARTE 24 - EOLIENNE N°4 - SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES	72
CARTE 25 - EOLIENNE N°5 - SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES	73
CARTE 26 - EOLIENNE N°6 - SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES	74
CARTE 27 - CARTOGRAPHIE DES RISQUES.....	75

I) PRÉAMBULE

Cette partie introductive de l'étude de dangers explique les principes généraux de l'étude de dangers. Elle intègre également les recommandations de l'inspection des installations classées et a pour objectif de préciser au public le contexte dans lequel elle est réalisée.

I - A) OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par *ING Environnement* pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien « Les Eoliennes Citoyennes 1 », autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc de « Les Eoliennes Citoyennes 1 ». 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 « Les Eoliennes Citoyennes 1 », qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

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

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

I - B) CONTEXTE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'environnement relative aux installations classées. L'article D181-15-2 définit les éléments et pièces qui complètent le dossier de demande d'autorisation environnementale lorsque cela concerne un projet relevant du 2° de l'article L.181-1. Nous retrouvons au 10° du I. de l'article D181-15-2, l'étude de dangers qui est mentionnée à l'article L.181-25 et définie au chapitre III. de l'article D181-15-2.

Article L.181-25 :

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

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.

En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite.

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

Chapitre III. de l'article D181-15-2 :

« L'étude de dangers justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181-3.

Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8, le pétitionnaire doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.

L'étude comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité et la cinétique des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie agrégée par type d'effet des zones de risques significatifs.

Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement de l'étude de dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L. 512-5.

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

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 danger.
- 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.

I - C) NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSÉES

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

A. – Nomenclature des Installations classées			
N°	DÉSIGNATION DE LA RUBRIQUE	A, E, D, S, C (1)	RAYON (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs : 1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m..... 2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée : a) Supérieure ou égale à 20 MW..... b) Inférieure à 20 MW.....	A	6
		A D	6

(1) A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement.
(2) Rayon d'affichage en kilomètres.

TABLEAU 1 – TABLEAU NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

Le parc éolien de « Les Eoliennes Citoyennes 1 » comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.

Cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

II) INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION

II - A) RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

 Maître d'ouvrage Les Eoliennes Citoyennes 1 12, Rue Martin Luther King 14 280 Saint Contest	 Assistant maître d'ouvrage JPEE 12, Rue Martin Luther King 14 280 Saint Contest	 Bureau d'Etudes ING Environnement 11, Avenue Georges POMPIDOU 91 370 Verrières-le-Buisson
--	--	--

Une présentation plus détaillée est consultable dans le volet de présentation du projet, constituant le dossier de demande d'autorisation unique.

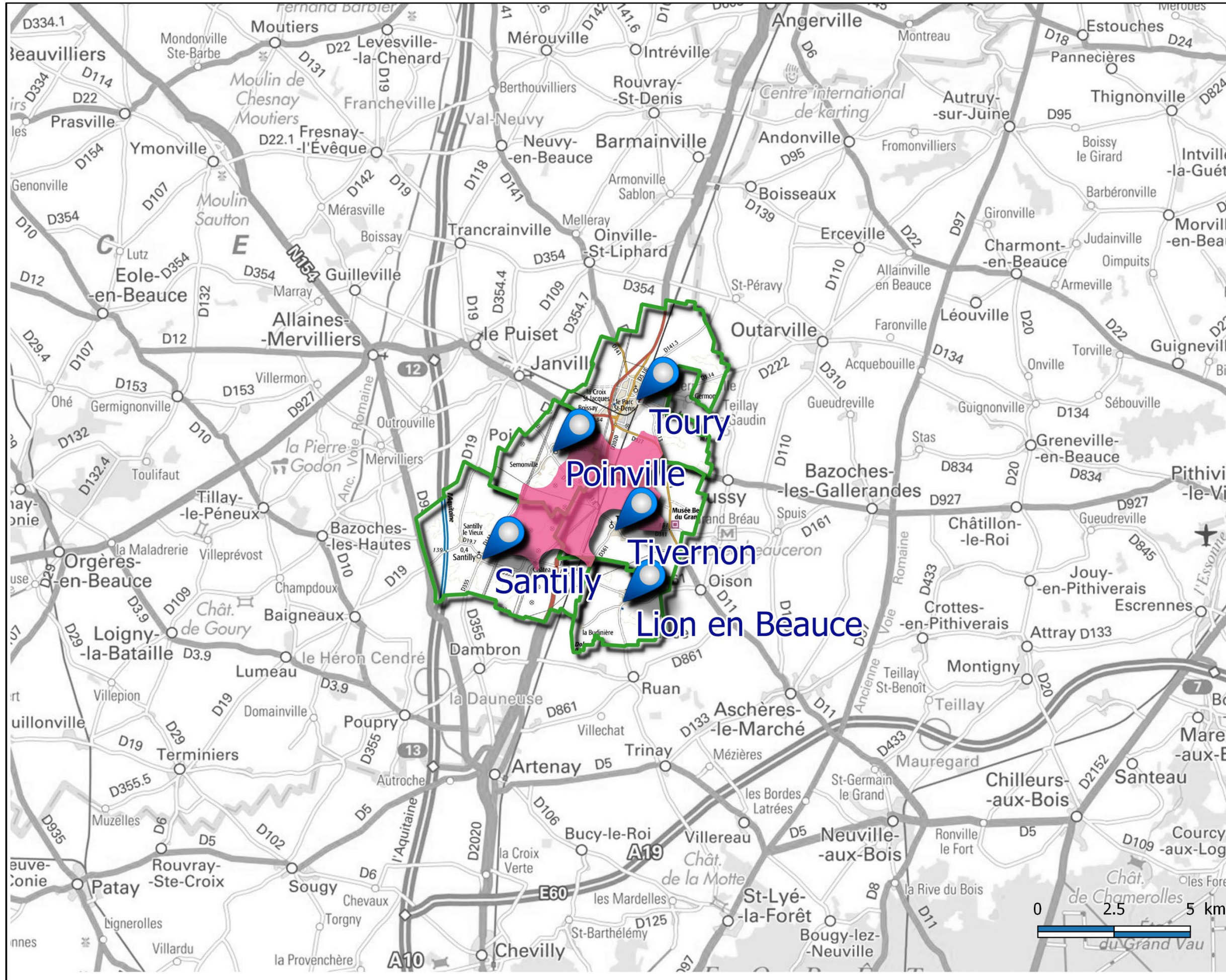
II - B) LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien de « Les Eoliennes Citoyennes 1 », composé de 6 aérogénérateurs et d'un poste de livraison, est localisé sur la commune de Tivernon, dans le département du Loiret (45), en région Centre - Val de Loire.

II - B - 1) CADASTRE

Code	Installation	Référence cadastrale	Contenance cadastrale (m2)	Adresse
LEC1 - 1	Implantation	ZL 38	218 434	Les Bimores 45170 Tivernon
	Surplomb	ZL 37	23 346	Les Bimores 45170 Tivernon
	Surplomb	ZL 36	8 623	Les Bimores 45170 Tivernon
LEC11 - 2	Implantation	ZL 20	397 610	Les Bimores 45170 Tivernon
	Chemin	ZL 21	38 320	Les Bimores 45170 Tivernon
LEC1 - 3 LEC1 - 4	Implantation	ZM 25	25 000	Les Barbitons 45170 Tivernon
	Surplomb	ZM 26	2 720	Les Barbitons 45170 Tivernon
	Surplomb	ZM 27	16 530	Les Barbitons 45170 Tivernon
	Surplomb	ZM 53	14 320	Les Barbitons 45170 Tivernon
	Chemin	ZM 19	27 770	Les Barbitons 45170 Tivernon
	Surplomb	ZM 24	7 780	Les Barbitons 45170 Tivernon
	Surplomb	ZM 23	8 900	Les Barbitons 45170 Tivernon
LEC1 - 5	Implantation	ZA 10	49 400	Le bas du cerisier 45170 Tivernon
	Surplomb	ZA 11	44 920	Le bas du cerisier 45170 Tivernon
	Surplomb	ZA 09	17 450	Le bas du cerisier 45170 Tivernon
LEC1 - 6	Implantation	ZA 18	30 100	Le bas du cerisier 45170 Tivernon
	Surplomb	ZA 19	87 710	Le bas du cerisier 45170 Tivernon

TABLEAU 2 – IMPLANTATION CADASTRALE DES EOLIENNES



Commune :
Tivernon

Maître d'ouvrage :

Les Eoliennes Citoyennes 1
12, Martin Luther King
14280 Saint-Contest



Assistant Maîtrise d'Ouvrage :

ING Environnement
11 Av. Georges Pompidou
91370 Verrières-le-Buisson



Dossier d'Autorisation Unique

Etude d'impact

Localisation du projet

Légende :

- Zone Implantation Potentielle
- Limite de commune

Echelle - 1 : 125 000

Format : A3

Date : 19 / 02 / 2018

CARTE 1 - LOCALISATION DU PROJET "LES EOLIENNES CITOYENNES 1"

II - C) DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE

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

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

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

Une carte de situation, présentée ci-dessous, fait apparaître 6 zones d'études, le projet étant constitué de 6 aérogénérateurs.

L'associations de ces zones d'études constituant la zone d'étude globale du projet.

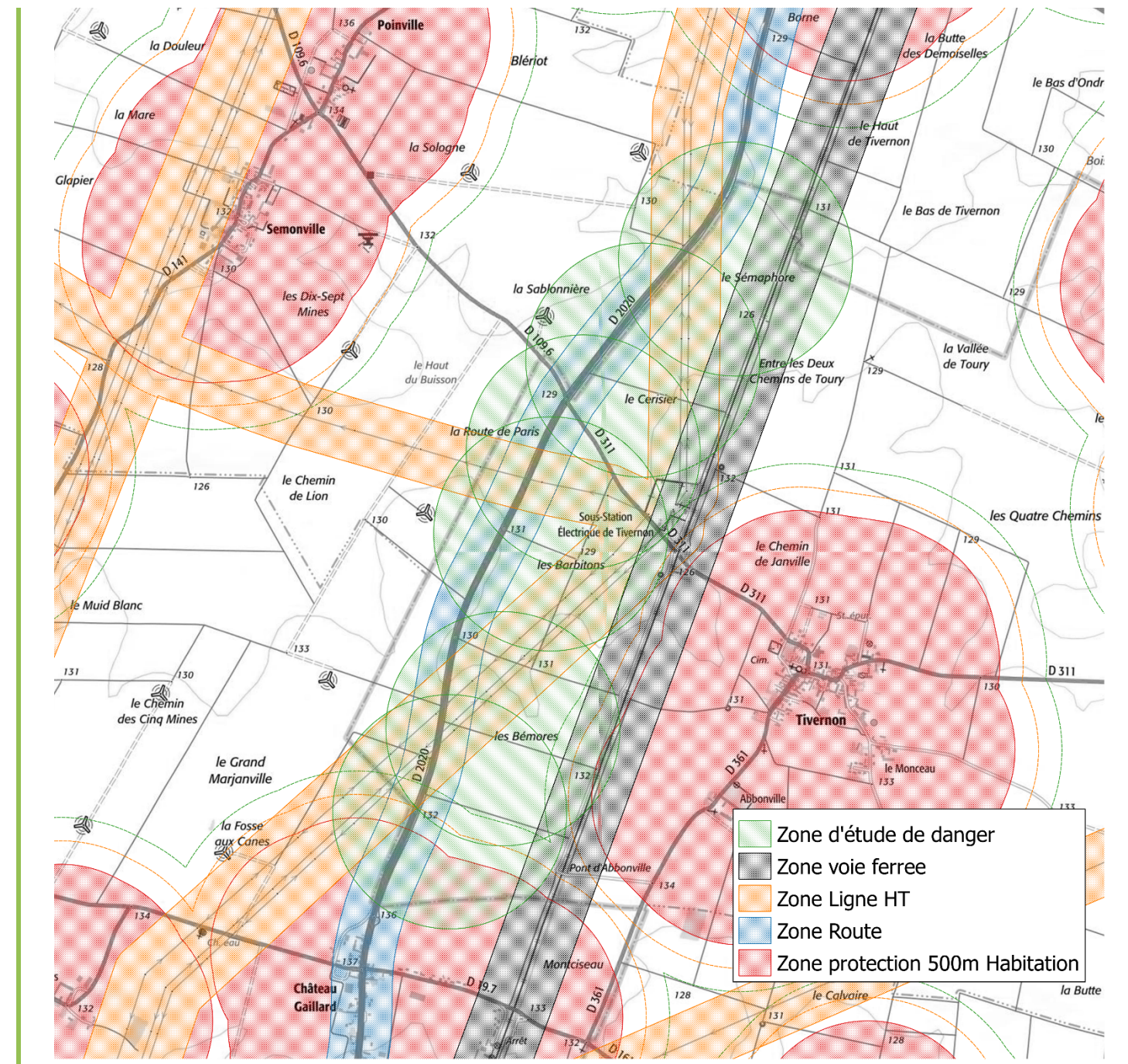
Sur cette carte de situation nous pourrions noter la proximité de :

❖ Les communes de :

- Tivernon
- Château Gaillard
- Semonville
- Poinville
- Toury

❖ Les routes, voie ferrée et ligne HT :

- La route D361
- La route D311
- La route D19.7
- La route D141
- La route D2020
- La voie ferrée (transport de voyageur et Fret (ligne Paris Austerlitz à Bordeaux-Saint-Jean)).
- Un réseau de lignes électriques HT
 - Liaison 90KV Tivernon – Toury A1
 - Liaison 90KV Thionville – Tivernon A2
 - Liaison 90KV Dambron – Voves
 - Liaison 90KV Dambron – Tivernon A1
 - Liaison 90 KV Dambron – Tivernon A2



CARTE 2 - AIRE D'ETUDE DE DANGERS - AIRE D'ETUDE IMMEDIATE

III) DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

III - A) ENVIRONNEMENT HUMAIN

III - A - 1) ZONES URBANISÉES

Conformément à l'article L515-44 du code de l'environnement qui précise que

« La délivrance de l'autorisation d'exploiter est subordonnée au respect d'une distance d'éloignement entre les installations et les constructions à usage d'habitation, les immeubles habités et les zones destinées à l'habitation définies dans les documents d'urbanisme en vigueur au 13 juillet 2010 et ayant encore cette destination dans les documents d'urbanisme en vigueur, cette distance étant, appréciée au regard de l'étude d'impact prévue à l'article L. 122-1. Elle est au minimum fixé à 500 mètres. »

Le parc éolien de « Les Eoliennes Citoyennes 1 » est implanté de manière à respecter une distance minimale de 500m de toutes construction à usage d'habitation et de tout immeuble habité.

La carte ci-après permet de visualiser le respect de cette distance minimale

Ci-dessous, un tableau de synthèse de recensement des communes concernées par le projet :

Population	Tivernon (45325)	Toury (28391)	Poinville (28300)	Santilly (28367)	Lion-en-Beauce (45183)	CC de la Plaine du Nord Loiret (244500542)	Loiret (45)	Centre-Val de Loire (24)
Population en 2014	263	2 693	143	351	144	6 845	669 737	2 577 435
Densité de la population (nombre d'habitants au km ²) en 2014	20,90	143,90	17,70	19,90	20,60	27,60	98,90	65,80
Superficie (en km ²)	12,60	18,70	8,10	17,70	7,00	248,40	6 775,20	39 150,90
Variation de la population : taux annuel moyen entre 2009 et 2014, en %	2,50	0,80	2,10	-0,4	2,70	0,50	0,50	0,30
dont variation due au solde naturel : taux annuel moyen entre 2009 et 2014, en %	0,20	0,60	1,20	-	1,80	0,30	0,50	0,20
dont variation due au solde apparent des entrées sorties : taux annuel moyen entre 2009 et 2014, en %	2,20	0,20	0,90	-0,4	0,90	0,20	-	0,10
Nombre de ménages en 2014	100	1 135	59	149	50	2 719	289 716	1 141 018
Naissances domiciliées en 2016	3	30	4	1	2	65	7 859	27 302
Décès domiciliés en 2016	1	27	1	7	1	79	5 980	26 237

TABLEAU 3 - SYNTHÈSE DES POPULATIONS DES PRINCIPALES AGGLOMÉRATIONS SITUÉES SUR LA ZONE D'ÉTUDE

Le territoire communal de Tivernon est doté d'une Carte communal.

La zone d'implantation est située en « Zone Naturelle » où les constructions et installations nécessaires à la mise en valeur des ressources naturelles, tel que des éoliennes, sont autorisées dès lors qu'elles ne sont pas incompatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière sur le terrain sur lequel elles sont implantées et qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages, à l'exploitation agricole ou forestière et à la mise en valeur des ressources naturelles.

III - A - 2) ÉTABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Selon l'article R 123-2 du code de la construction et de l'habitation :

« ...constituent des établissements recevant du public tous bâtiments, locaux et enceintes dans lesquels des personnes sont admises, soit librement, soit moyennant une rétribution ou une participation quelconque, ou dans lesquels sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitation, payantes ou non.

Sont considérées comme faisant partie du public toutes les personnes admises dans l'établissement à quelque titre que ce soit en plus du personnel. »

Le tableau ci-dessous recense les Etablissements recevant du public localisé dans la zone d'étude

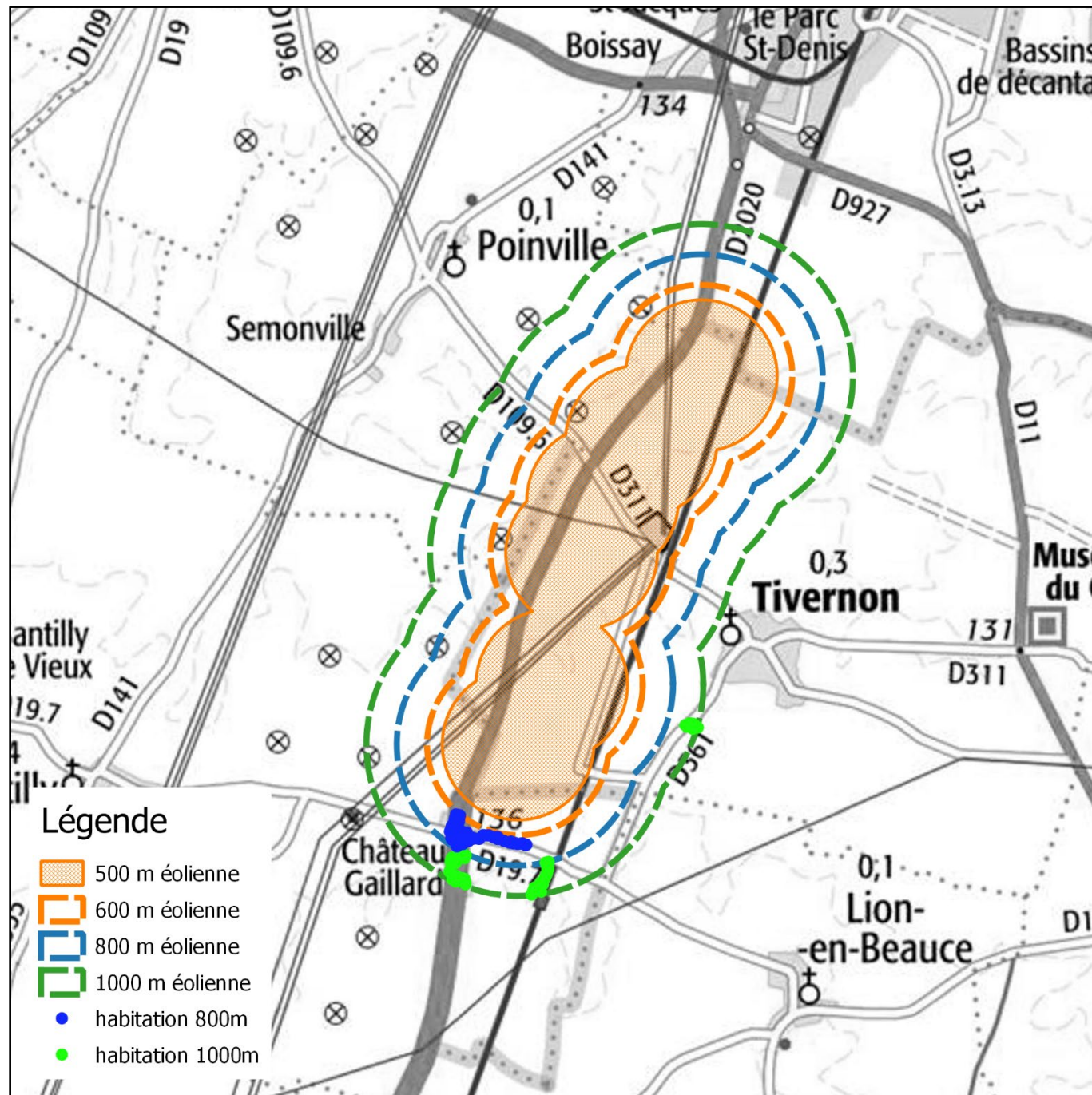
Commune	Nom de l'ERP	Caractéristique

TABLEAU 4 - TABLEAU RECENSEMENT DES ERP

Aucun ERP n'est recensé dans la zone d'étude

III - A - 3) DISTANCE AUX HABITATIONS

Nous recensons quelques habitations dans la zone 600 – 800 m. L’habitation la plus proche d’une éolienne étant à 650 m de celle-ci.



CARTE 3 - CARTE REPRESENTANT LES DISTANCES AUX HABITATIONS

III - A - 4) INSTALLATIONS CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE L’ENVIRONNEMENT (ICPE) ET INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE

Selon l’article 3 de l’arrêté du 26 Août 2011 modifié par l’arrêté du 22 juin 2020 :

« Sans préjudice de la distance minimale d’éloignement imposée par les articles L. 515-44 et le cas échéant L. 515-47 du code de l’environnement, l’installation est implantée à une distance minimale de 300 mètres :

- d’une installation nucléaire de base visée par l’article 28 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire ;
- d’une installation classée pour la protection de l’environnement relevant de l’article L. 515-32 du code de l’environnement.

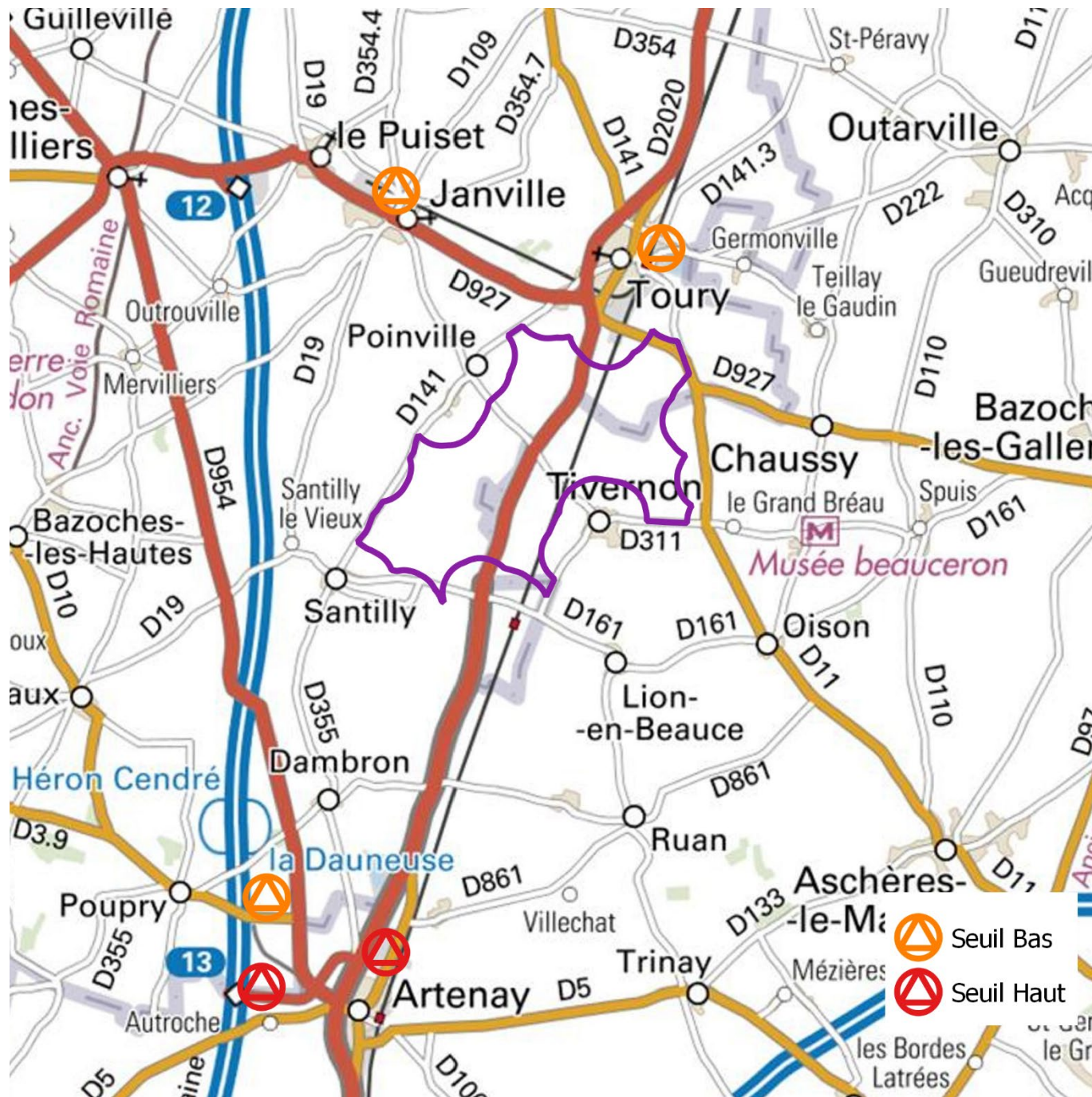
II. - Les distances d’éloignement sont mesurées à partir de la base du mât de chaque aérogénérateur de l’installation. »

Le tableau ci-dessous recense les établissements SEVESO et Installations nucléaire de base (INB) à proximité de la zone d’implantation.

Commune	Nom de l’établissement	Département	Caractéristique
TOURY	CRISTAL UNION	28	Autorisation - Seuil Bas
TOURY	Coopéra Agri de Bonneval Beauce/Perche	28	Autorisation - Non Seveso
TOURY	DS SMITH PACKAGING	28	Autorisation - Non Seveso
JANVILLE	AXEREA	28	Autorisation - Seuil Bas
JANVILLE	CALDEO	28	Inconnu - Non Seveso
JANVILLE	EUROWATT	28	Autorisation - Non Seveso
JANVILLE	GROUPE DELTA	28	Inconnu - Non Seveso
JANVILLE	JP ENERGIE ENVIRONNEMENT	28	Autorisation - Non Seveso
JANVILLE	PARC EOLIEN DE BLANCFOSSE	28	Autorisation - Non Seveso
JANVILLE	SITREVA	28	Enregistrement - Non Seveso
POINVILLE	EUROWATT	28	Autorisation - Non Seveso
POINVILLE	JP ENERGIE ENVIRONNEMENT	28	Autorisation - Non Seveso
SANTILLY	PELEIA 3	28	Autorisation - Non Seveso
ARTENAY	ARTENAY CEREALS SAS (ex SEVENDAY)	45	Enregistrement - Non Seveso
ARTENAY	TEREOS FRANCE	45	Autorisation - Seuil Haut
ARTENAY	XPO LOGISTICS	45	Autorisation - Seuil Haut
ARTENAY	XPO SUPPLY CHAIN France III	45	Enregistrement - Non Seveso
POUPRY	COVICARGO 5	28	Autorisation - Seuil Bas
POUPRY	SIGMA 10	28	Autorisation - Non Seveso
POUPRY	STEF TSA ORLEANS NORD	28	Autorisation - Non Seveso
POUPRY	XPO LOGISTICS	28	Autorisation - Seuil Haut

TABEAU 5 - TABLEAU DE RECENSEMENT DES SITES ICPE, SEVESO ET INB (SOURCE SITE INSTALLATIONSCLASSEES.DEVELOPPEMENT-DURABLE.GOUV.FR)

Aucun site Seveso et installation nucléaire de base n’a été recensé dans la zone d’étude



CARTE 4 - CARTE DE LOCALISATION – SITE SEVESO

AUTRES ACTIVITÉS

Établissements	Tivernon (45325)	Toury (28391)	Poinville (28300)	Santilly (28367)	Lion-en-Beauce (45183)	CC de la Plaine du Nord Loiret (244500542)	Loiret (45)	Centre-Val de Loire (24)
Nombre d'établissements actifs au 31 décembre 2015	35	167	17	39	15	622	54 446	215 903
Part de l'agriculture, en %	31,40	8,40	41,20	30,80	66,70	33,90	6,70	10,10
Part de l'industrie, en %	14,30	4,80	-	5,10	-	5,30	5,50	6,10
Part de la construction, en %	14,30	13,80	29,40	10,30	-	10,80	11,00	10,10
Part du commerce, transports et services divers, en %	37,10	61,70	23,50	51,30	26,70	39,20	63,90	60,20
dont commerce et réparation automobile, en %	2,90	21,60	-	12,80	-	12,40	18,70	17,30
Part de l'administration publique, enseignement, santé et action sociale, en %	2,90	11,40	5,90	2,60	6,70	10,80	12,80	13,50
Part des établissements de 1 à 9 salariés, en %	20,00	29,30	29,40	28,20	13,30	19,90	23,90	25,10
Part des établissements de 10 salariés ou plus, en %	-	9,60	5,90	-	-	1,90	7,10	6,60

TABEAU 6 - TABLEAU PRESENTANT LES AUTRES ACTIVITES

III - B) ENVIRONNEMENT NATUREL

III - B - 1) CONTEXTE CLIMATIQUE

Avec une composante océanique altérée, le climat de la région Centre est modulé par l'éloignement de l'océan et une influence continentale occasionnelle. Du point de vue thermique, la région est divisée entre une moitié Est connaissant des hivers froids sans excès et des étés chauds mais supportables, et une moitié ouest avec des hivers plus cléments et des étés plus doux. En limite Sud du Bassin Parisien et Nord du Massif Central, la répartition des précipitations est contrastée et dépendante de la présence de relief. L'ouest de la région est globalement plus sec.

III - B - 1 - a) LES TEMPERATURES

Les températures moyennes annuels pour le département du Loiret sont :

T° Maxi = 15,8 °C

T° Mini = 6,7°C

La température moyenne annuelle est de 11,3°C, avec une température la plus basse en Février (0,9°C) et une température la plus haute en Juillet (25,4 °C).

III - B - 1 - b) LES PRECIPITATIONS

Le département du Loiret connaît en moyenne 112 jours de précipitation par an avec une hauteur de précipitation annuelle de 642,5 mm (le maximum étant au mois d'octobre (64,4 mm) et le minimum au mois de Février (44,4 mm)).







III - B - 1 - c) L'ENSOLEILLEMENT

Le niveau d'ensoleillement du département du Loiret est de 1767,3 heures par an avec 60,15 jours par an.

Ce niveau est relativement faible avec un minimum d'ensoleillement au mois de décembre (56,6 h) et un maximum au mois d'Août (224,6 h)





III - B - 1 - d) SYNTHÈSE

Normales annuelles - Orléans

 Température minimale	 Température maximale	 Hauteur de précipitations	 Nombre de jours avec précipitations	 Durée d'ensoleillement	 Nombre de jours avec bon ensoleillement
1981-2010	1981-2010	1981-2010	1981-2010	1991-2010	1991-2010
6,7 °C	15,8 °C	642,5 mm	112,0 j	1767,3 h	60,15 j

TABEAU 7 - TABLEAU DE SYNTHÈSE CLIMAT : NORMALES ANNUELLES RELEVÉES ENTRE 1981 ET 2010 A LA STATION DE BRICY - SOURCE : METEO FRANCE

Normales mensuelles - Orléans

	 Température Minimale	 Température Maximale	 Hauteur de Précipitations	 Durée d'ensoleillement
	1981-2010	1981-2010	1981-2010	1991-2010
Janvier	1,1 °C	6,7 °C	52,3 mm	66,4 h
Février	0,9 °C	7,9 °C	44,4 mm	87,3 h
Mars	3,0 °C	12,1 °C	46,4 mm	140,5 h
Avril	4,8 °C	15,2 °C	49,4 mm	176,2 h
Mai	8,6 °C	19,1 °C	64,2 mm	207,0 h
Juin	11,5 °C	22,6 °C	44,8 mm	216,6 h
Juillet	13,3 °C	25,4 °C	59,9 mm	221,3 h
Août	13,2 °C	25,2 °C	50,0 mm	224,6 h
Septembre	10,5 °C	21,3 °C	50,5 mm	179,2 h
Octobre	7,9 °C	16,4 °C	64,4 mm	121,1 h
Novembre	4,0 °C	10,4 °C	58,0 mm	70,6 h
Décembre	1,7 °C	7,0 °C	58,2 mm	56,6 h

TABEAU 8 - TABLEAU DE SYNTHÈSE CLIMAT : NORMALES MENSUELLES RELEVÉES ENTRE 1981 ET 2010 A LA STATION DE BRICY - SOURCE : METEO FRANCE

III - B - 1 - e) LE VENT

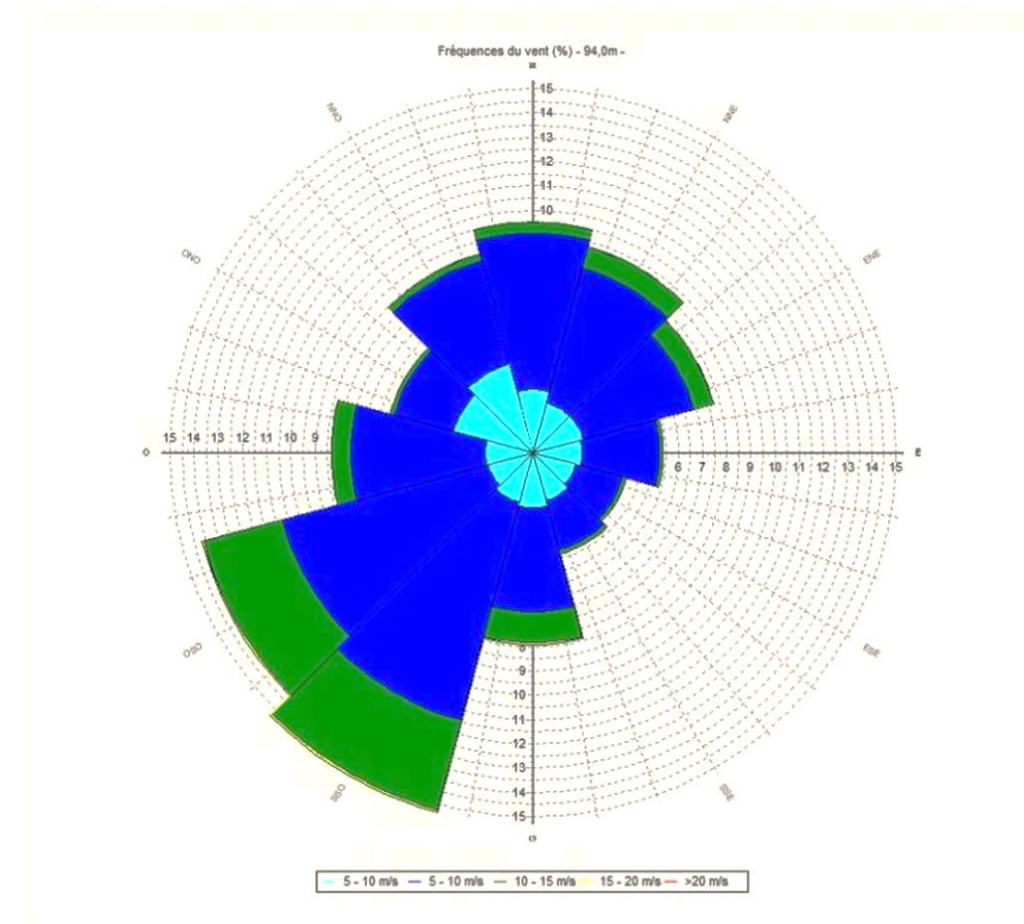


FIGURE 1 - ROSE DES VENTS, ISSUES DE MESURES RÉALISÉES EN 2015, A 94 MÈTRES (ANÉMOMÈTRE DE L'ÉOLIENNE ME17 DU MOULIN D'ÉMANVILLE).

Ces données montrent une prédominance des secteurs Sud-Ouest et, dans une moindre mesure, Nord-Est sur le site. Il est également constaté que la quasi-totalité des vitesses de vent mesurées à 94 mètres sont inférieures à 15 m/s.

Ces données de mesure du vent permettent de qualifier le site éolien « Les Eoliennes Citoyennes 1 » de correctement venté.

III - B - 1 - f) PHENOMENES METEOROLOGIQUES

❖ Neige, gel, orage, grêle, brouillard, tempête

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Nombre moyen de jours avec rafales													
>=16m/s	6.6	5.0	6.2	4.7	3.3	2.4	2.6	2.4	2.8	4.4	3.8	5.4	49.7
>=28m/s	0.1	0.3	0.1	0.1	.	.	0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	1.2
16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h													
Nombre moyen de jours avec													
Brouillard	7.6	5.4	3.9	1.9	1.8	1.5	1.0	2.1	2.9	6.1	8.1	8.2	50.6
Orage	0.1	0.2	0.4	1.4	3.2	2.6	3.8	3.1	1.1	0.8	0.2	0.1	17.1
Grêle	0.2	0.3	0.7	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	2.7
Neige	2.8	4.2	1.3	0.6	0.0	0.1	0.9	2.0	11.9

TABLEAU 9 - DONNEES CLIMAT D'ORLEANS – (SOURCE : METEO FRANCE)

La ville d'Orléans compte 12 jours de neige par an contre 14 jours par an pour la moyenne nationale.

Elle connaît également 65 jours de gel par an contre une moyenne de 50 jours de gel par an en France.

La ville d'Orléans compte 17 jours d'orage par an. Le climat est moyennement orageux avec une densité de foudroiement (17) inférieure à celle au niveau national (20). Elle connaît également 51 jours de brouillard contre 40 jours par an pour la moyenne nationale. Enfin, elle compte 3 jours de grêle par an en moyenne.

III - B - 2) RISQUES NATURELS

Les informations sur les risques naturels de la zone d'étude du projet, sont extraites de données recueillies par le site prim.net, ainsi que du dossier départemental des risques majeurs (DDRM).

Ce dernier nous précise que la commune de Tivernon n'est pas concernée par la rédaction d'un Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs ainsi que par la rédaction d'un Plan de Prévention des Risques.

Communes		Risques												
		Naturels						Technologiques						
		Inondation (page 24)		rc	s	Mouvements de terrain (page 40)		Risque industriel (page 48)		TMD (page 54)		Risque nucléaire (p 60)		
Zone In	PPRI	Type	PPR			Type	PPI	Type	Axe*	PPI	Centrale			
Code INSEE	Arondissement	DICRIM												
45325	P	Tivernon			1	1	A					F		

TABLEAU 10 - EXTRAIT DE LA SYNTHESE GENERALE DES RISQUES - SOURCE PREFECTURE - DDRM 2015

III - B - 2 - a) ARRETE DE CATASTROPHES NATURELLES

Les communes concernées par le parc éolien ont fait l'objet d'arrêtés de catastrophe naturelle (source : prim.net, 2015).

Code national CATNAT	Désignation	Arrêté du
45PREF19990349	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	29/12/1999
45PREF20161158	Inondations et coulées de boue	08/06/2016
45PREF19910063	Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	04/12/1991
45PREF20130157	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	11/07/2012
45PREF20130171	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	11/07/2012

TABLEAU 11 - INVENTAIRES DES ARRETES DE CATASTROPHE NATUREL (SOURCE : PRIM.NET, 2015)

III - B - 2 - b) SISMICITE

Le risque sismique est présent partout à la surface du globe, son intensité variant d'une région à une autre. La France n'échappe pas à la règle, puisque l'aléa sismique peut être très faible à moyen en métropole, et fort aux Antilles.

Le zonage sismique français en vigueur à compter du 1er mai 2011 est défini dans les décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, codifiés dans les articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du Code de l'Environnement. Ce zonage, reposant sur une analyse probabiliste de l'aléa, divise la France en 5 zones de sismicité :

- Zone 1 : sismicité très faible
- Zone 2 : sismicité faible
- Zone 3 : sismicité modérée
- Zone 4 : sismicité moyenne
- Zone 5 : sismicité forte.

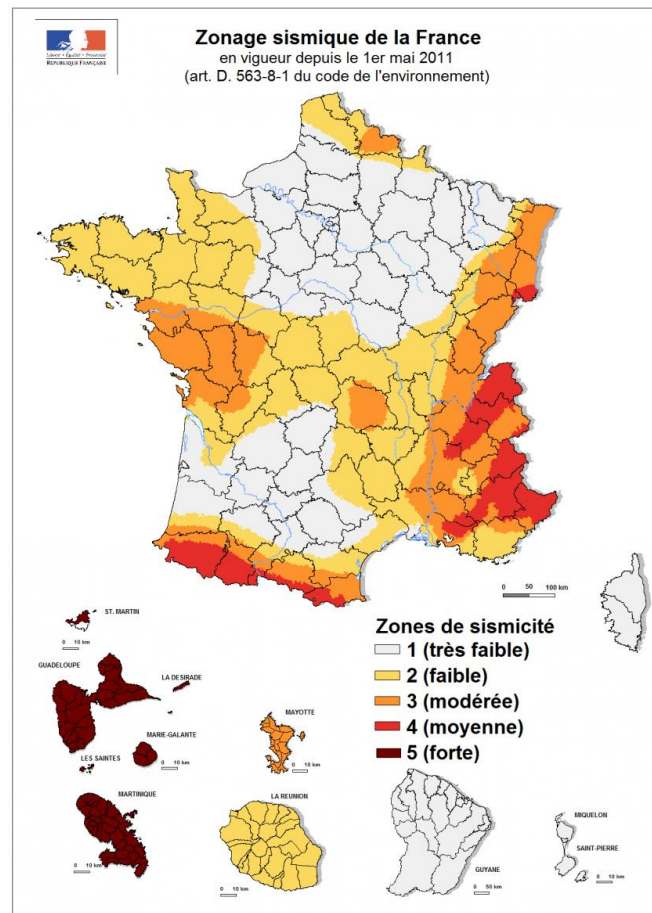


TABLEAU 12 - CARTE ZONAGE SISMIQUE DE LA FRANCE - SOURCE PRIM.NET

La commune de Tivernon se situe dans une zone de sismicité très faible.

Aucun séisme n'a été enregistré sur cette commune – source SIS France.

III - B - 2 - c) MOUVEMENT DE TERRAIN

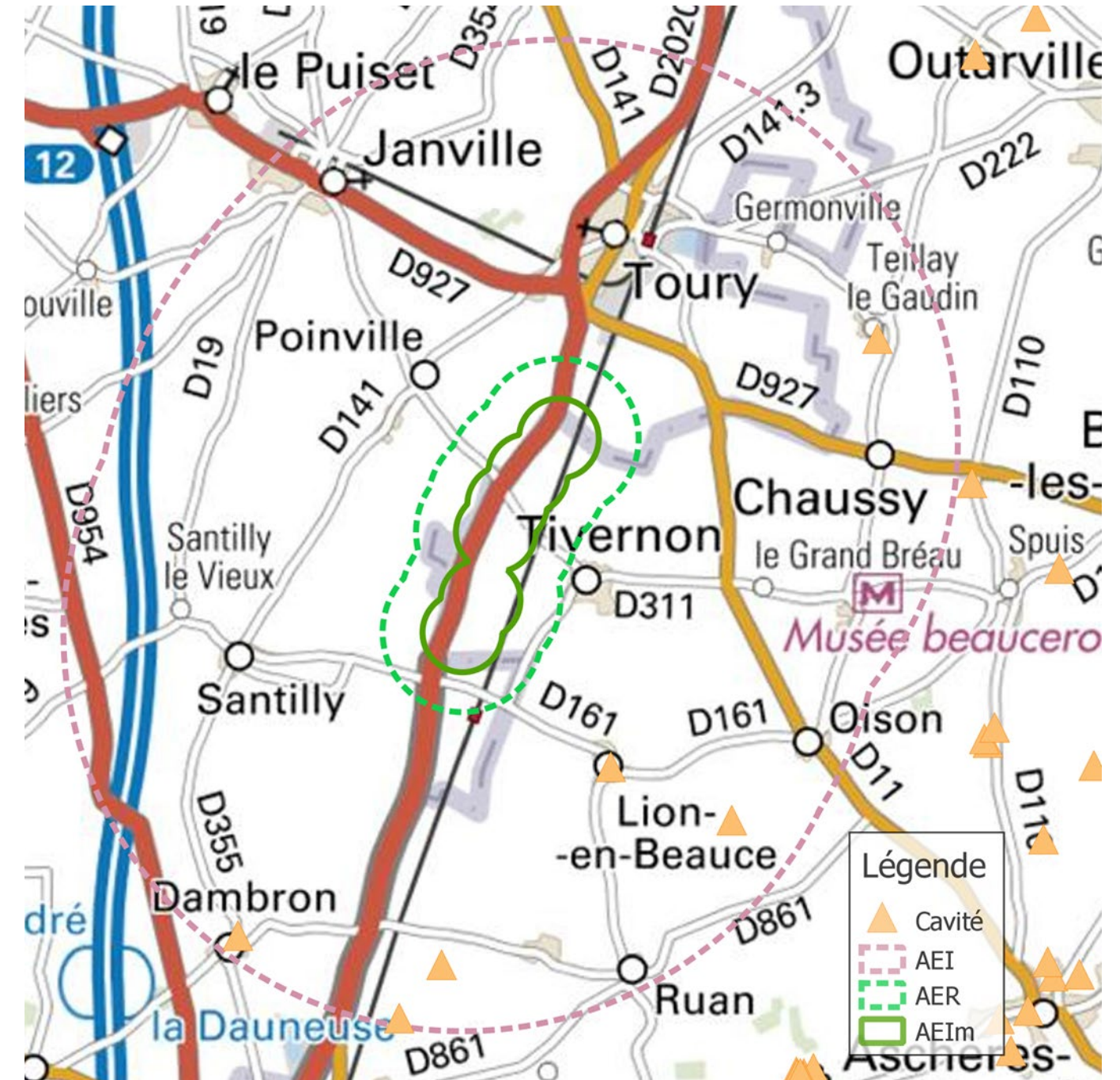
Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Les volumes en jeux sont compris entre quelques mètres cubes et quelques millions de mètres cubes. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou très rapides (quelques centaines de mètres par jour)

Aucune cavité n'est référencée dans l'aire d'étude immédiate et rapprochée.

La zone d'étude intermédiaire présente 7 cavités.

identifiant	num Cavite	nature Cavité	Nom Cavité
85879	CENAA0012008	souterrain refuge	ARTENAY, Assas
98959	CENAA0012399	orifice naturel	LION-EN-BEAUCE, Gouffre , BSS 03276X0111
31626	CENAA0012048	souterrain refuge	CHAUSSY, Hameau de Villiers
63626	CENAA0006416	orifice naturel	OISON, Dolines
63880	CENAA0012162	souterrain refuge	TEILLAY LE GAUDIN, Le bourg
100224	CENAA0012129	souterrain refuge	RUAN, La Cave, Assas
15817	CENAA0012731	souterrain refuge	DAMBRON, Souterrain refuge

TABLEAU 13 - LISTE DES CAVITES SUR LES COMMUNES DE LA ZONE D'IMPLANTATION DU PROJET (GEORISQUES.GOUV.FR, 2015)



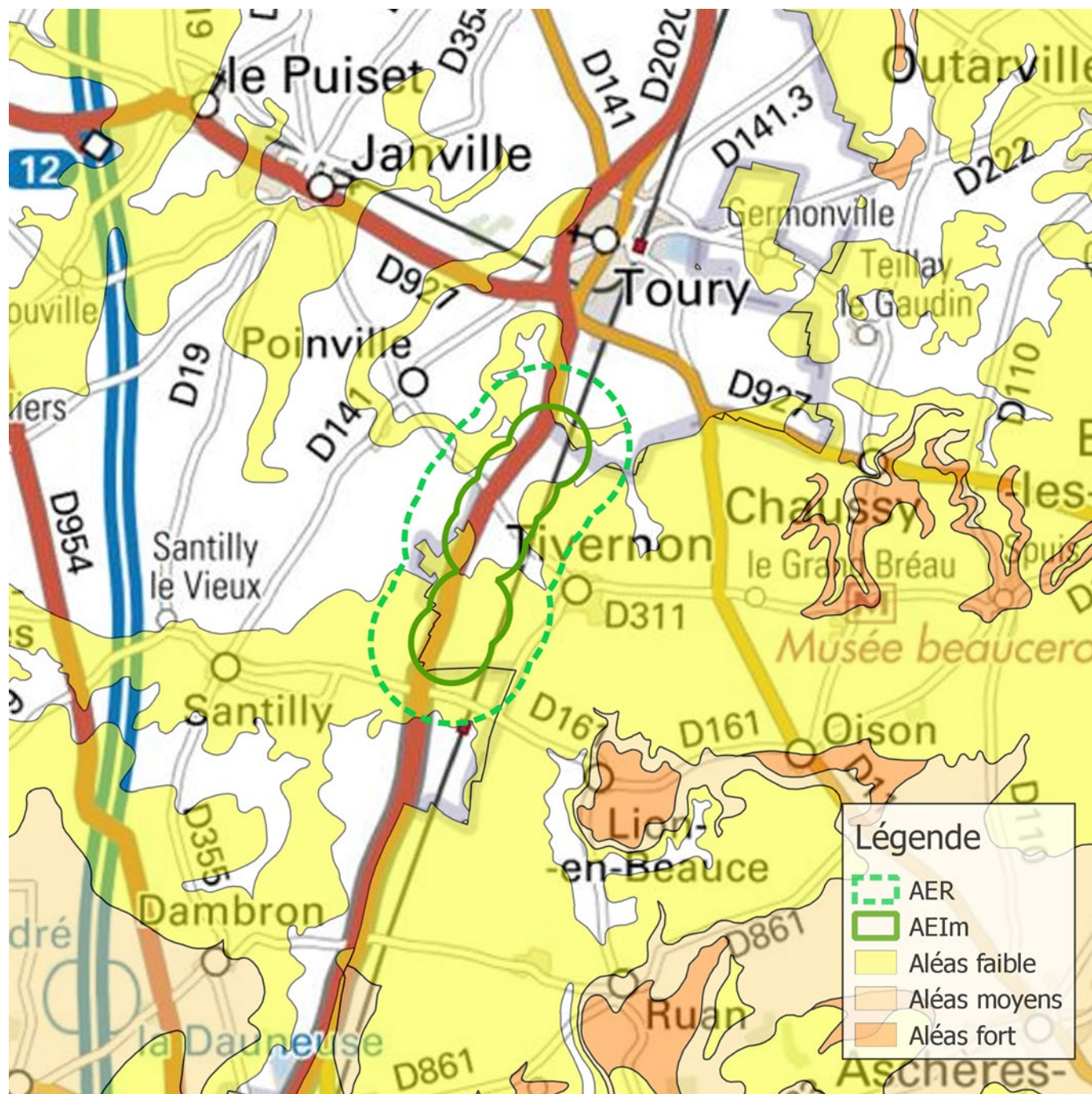
CARTE 5 - CARTOGRAPHIE DES CAVITES (GEOIRISQUES.GOUV.FR, 2015)

Il est à noter la présence de cavité dans la zone d'implantation des éoliennes.

Nous retiendrons l'existence de ce danger potentiel et nous le prendrons en compte au moment de l'élaboration des fondations.

Une étude géotechnique sera réalisée en préalable à la phase de travaux afin de déterminer la présence de cavité et le dimensionnement des fondations.

III - B - 2 - d) ALEA RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES



CARTE 6 - ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES SUR LA ZONE D'IMPLANTATION POTENTIELLE DU PROJET -(SOURCE : GEORISQUES.GOUV.FR, 2015)

La zone d'étude est soumise à un aléa allant de nul à faible

III - B - 2 - e) Foudre

Pour définir l'activité orageuse d'un secteur, il est fait référence à la densité de foudroiement qui correspond au nombre d'impact foudre par an et par km² dans une région.

Le climat global du département du Loiret est faiblement orageux (densité de foudroiement de 17 nettement inférieur à la moyenne nationale de 20).

III - B - 2 - f) TEMPETES

Le seuil au-delà duquel on parle de tempête est de 89 km/h, correspondant au degré 10 de l'échelle de Beaufort (échelle de classification des vents selon douze degrés, en fonction de leurs effets sur l'environnement).

Le Dossier Départemental des Risques Majeurs du Loiret mentionne uniquement la tempête de février 2010 (Xynthia).

Les valeurs statistiques relevées à Orléans-Bricy :

- 50 jours venteux (Sup. à 16m/s – 60km/h).
- 1 à 2 jours très venteux (Sup à 100 km/h).
- Vitesse max. : 166 km/h le 12 mars 1967.

L'enjeu concernant le risque de tempête est faible pour la zone d'étude du projet

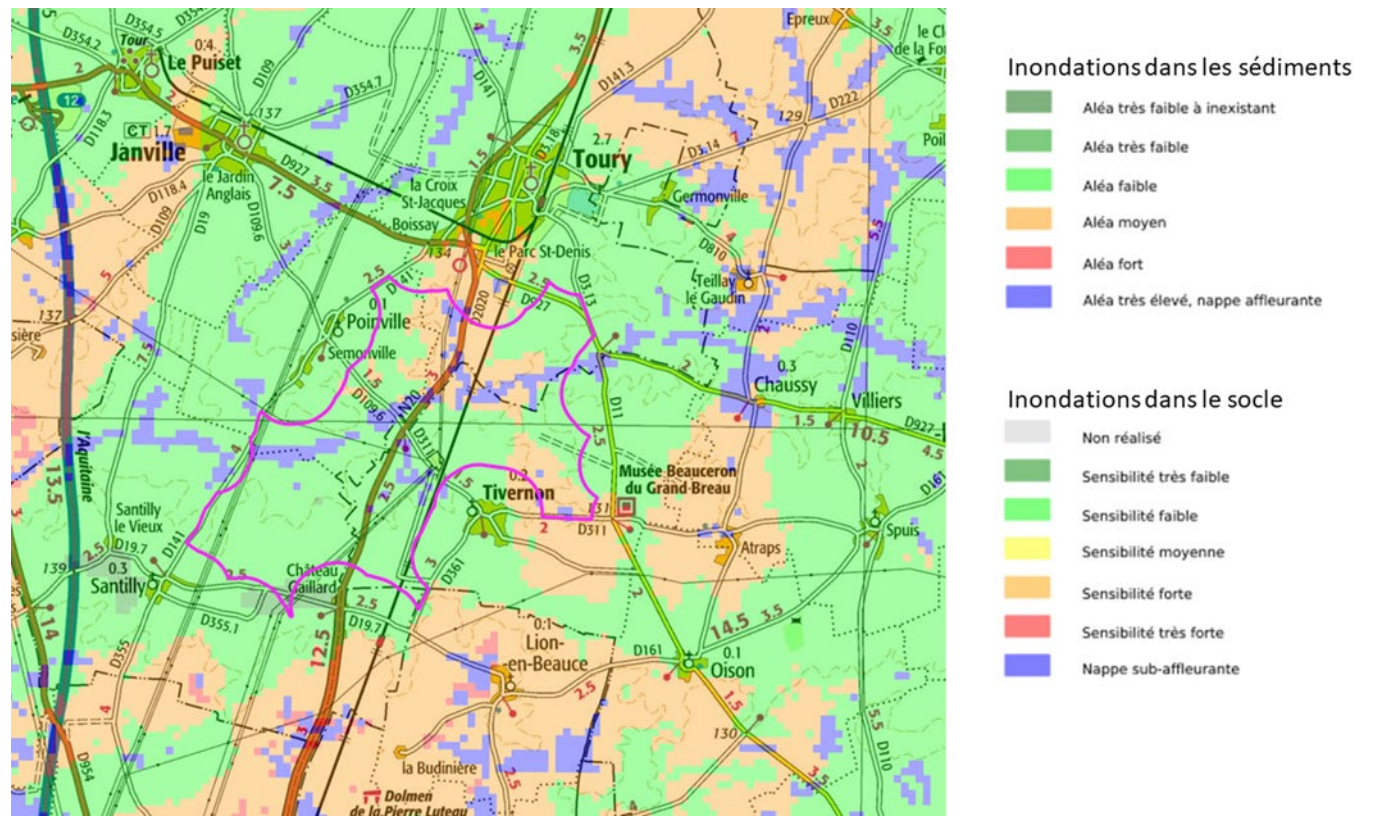
III - B - 2 - g) INCENDIES DE FORETS ET DE CULTURES

Le Dossier Départemental des Risques Majeurs du Loiret ne mentionne pas le risque de feu de forêt et de culture.

Néanmoins, le Loiret a connu quelques incendies de culture en 2015 et 2017.

Le risque d'incendie de forêt et de culture est donc faible mais à prendre en considération.

III - B - 2 - h) INONDATIONS



CARTE 7 - CARTE DE RISQUE LIE A LA REMONTE DE NAPPE - SOURCE BRGM

La zone d'étude est située sur un territoire ayant en majorité une « sensibilité faible » mais traversée par une « nappe sub-affleurante » sur certaines parties de la zone.

L'enjeu concernant le risque d'inondation est faible pour la zone d'étude du projet mais des précautions particulières seront à prendre en compte pendant la phase travaux (inspections des fonds de fouilles et mesures appropriées à mettre en place si nécessaire).

III - C) ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

III - C - 1) VOIES DE COMMUNICATION

III - C - 1 - a) INFRASTRUCTURE ROUTIERE PRESENTE

Plusieurs axes routiers sont intégrés dans les aires d'étude intermédiaire et rapprochée, ainsi nous retrouvons :

❖ Des liaisons locales :

Un maillage local composées de différentes routes départementales.

❖ Des liaisons régionales :

- D11
- D141

- D927

❖ Des Liaisons nationales

- D2020
- D927
- D954

❖ Des Liaisons autoroutières

- A10

III - C - 1 - b) INFRASTRUCTURE FERROVIAIRES

Une ligne ferroviaire exploitée par la SNCF traverse l'aire d'étude rapprochée. Il s'agit de la ligne Paris Austerlitz à Bordeaux-Saint-Jean, numéroté 570.

III - C - 1 - c) RISQUE DE TRANSPORT DE MATIERE DANGEREUSE (TMD)

La consultation des DDRM (Dossier Départemental des Risques Majeurs) des départements de l'Eure et Loir et du Loiret nous informe des risques suivants :

Transport de matières dangereuses par voie routière :

La Zone d'implantation Potentielle est traversée par la D2020 qui est un axe routier important (plus de 13 000 véhicules / jour dont plus de 4000 PL.)

La zone d'étude immédiate est traversée par cette voie routière

Transport de matières dangereuses par voie ferrée

La zone d'implantation Potentielle est traversée par la voie ferroviaire reliant Paris Austerlitz à Bordeaux-Saint-Jean. Cette voie est utilisée pour le transport de personnes mais aussi pour le fret.

La zone d'étude immédiate est traversée en partie par la voie ferrée.

Transport de matières dangereuses par gazoduc

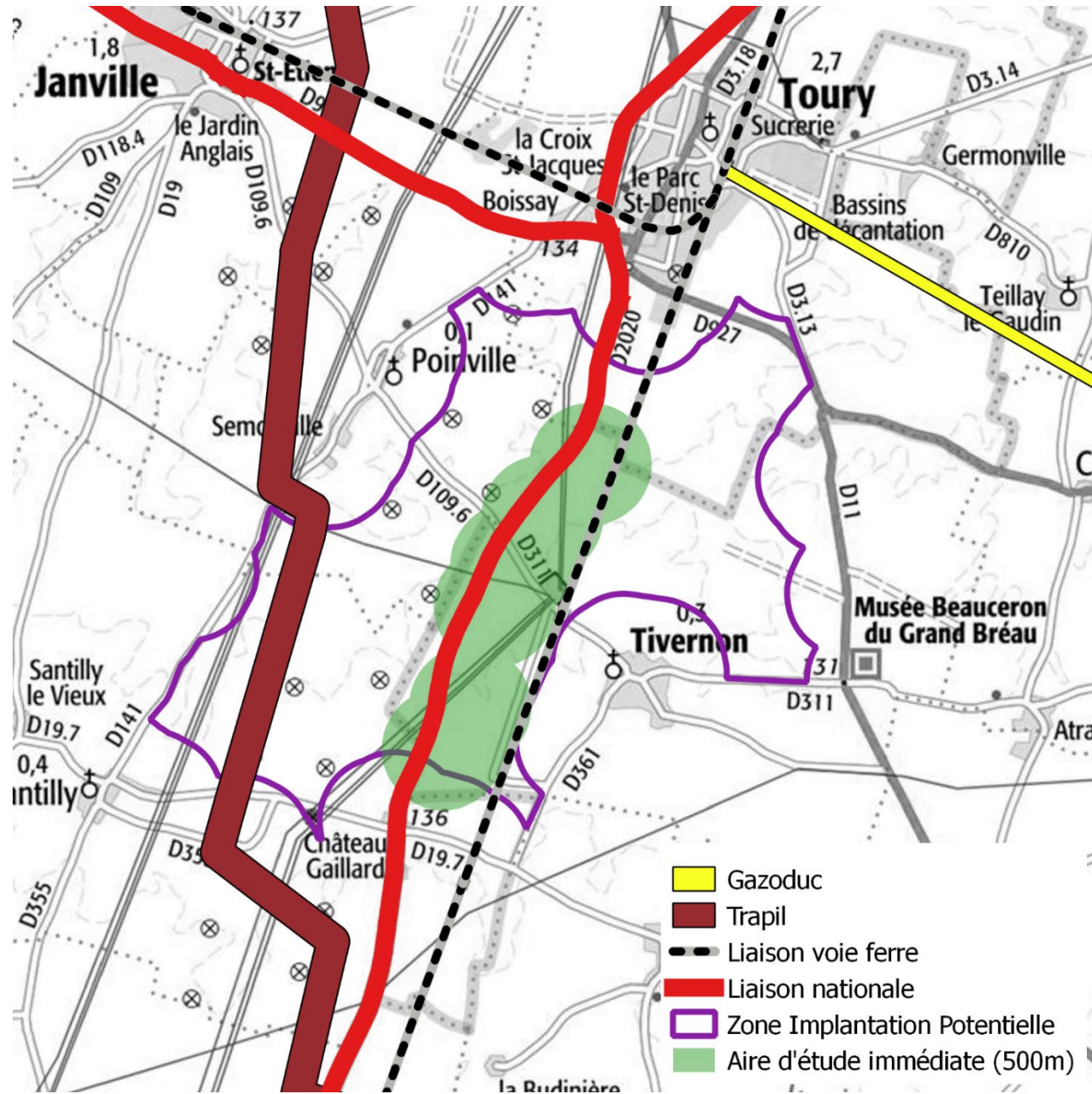
Un gazoduc passe à proximité de la ZIP (800 m de la ZIP au plus proche) sur la commune de Toury.

L'aire d'étude immédiate se situe à plus de 2000 m du gazoduc

Transport de matières dangereuses par oléoduc

La Zone d'implantation Potentielle est traversée dans sa partie Sud-Ouest par un Oléoduc (Trapil).

L'aire d'étude immédiate se situe à plus de 900 m de l'oléoduc.



CARTE 8 – CARTOGRAPHIE DES VOIES DE TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES.

III - C - 2) SERVITUDE DE TELECOMMUNICATION

Aucune servitude de télécommunication n'est intégrée dans la zone de l'étude de dangers.

III - C - 3) SERVITUDE ELECTRIQUE

ERDF nous signale, à la suite de consultation, que des réseaux ou ouvrages sont concernés par la zone d'implantation.

- Liaison 90KV Tivernon – Toury A1
- Liaison 90KV Thionville – Tivernon A2
- Liaison 90KV Dambron – Voves
- Liaison 90KV Dambron – Tivernon A1
- Liaison 90 KV Dambron – Tivernon A2

Ces liaisons intègrent l'aire d'étude immédiate.

III - C - 4) SERVITUDE AERONAUTIQUE CIVILE ET MILITAIRE

❖ Civile :

Après consultation de la Direction Générale de l'Aviation Civile, Celle-ci nous précise que le projet se situe en dehors de toute servitude aéronautique ou radioélectrique.

❖ Militaire

La zone d'implantation se situe pour une grande partie dans la zone de coordination du Radar de Bricy.

Après consultation de la Direction de la Sécurité Aérienne d'Etat, différents points d'attention ont été signalés :

- La zone projet se situe dans un espace permanent VOLTAC mais s'insère dans un parc déjà existant dont le périmètre est rendu inutilisable.
- Le projet impacte le plan de servitudes aéronautiques de dégagement de l'aérodrome d'Orléans-Bricy (SUP t5) limitant l'altitude sommitales des aérogénérateurs, pale haute à la verticale, à 272 m NGF.

L'implantation des éoliennes prendra en compte l'ensemble de ces contraintes techniques.

III - C - 5) RADAR METEO FRANCE

Après consultation de Météo France, le projet se situe à une distance de 68 kms du radar météorologique de Trappes.

Cette distance est supérieure à la distance minimale d'éloignement.

Aucune contrainte réglementaire au regard des radars météorologiques s'intègre à la zone d'étude de dangers

III - C - 6) CAPTAGE AEP

L'ARS - Délégation départementale d'Eure et Loir a été consulté dans le cadre du développement du parc éolien sur la commune de Tivernon.

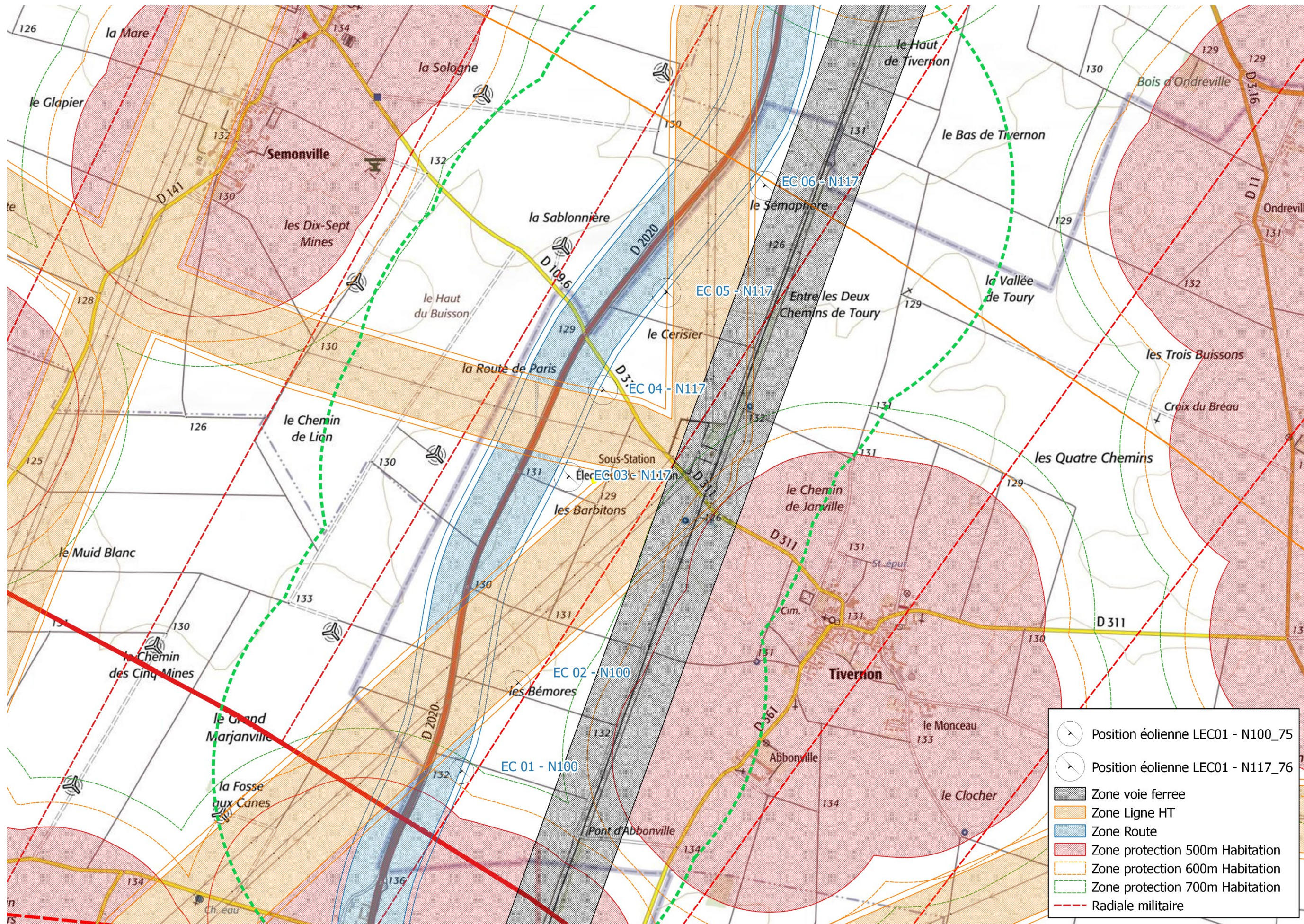
Cette consultation nous permet de constater :

Aucun captage AEP ne figure dans la zone d'études

III - C - 7) PATRIMOINE HISTORIQUE

Aucun monument historique ne s'insère dans la zone d'étude de dangers.

Le monument le plus proche étant l'église Saint Denis situé sur la commune de Toury à une distance de plus de 2,4 km.



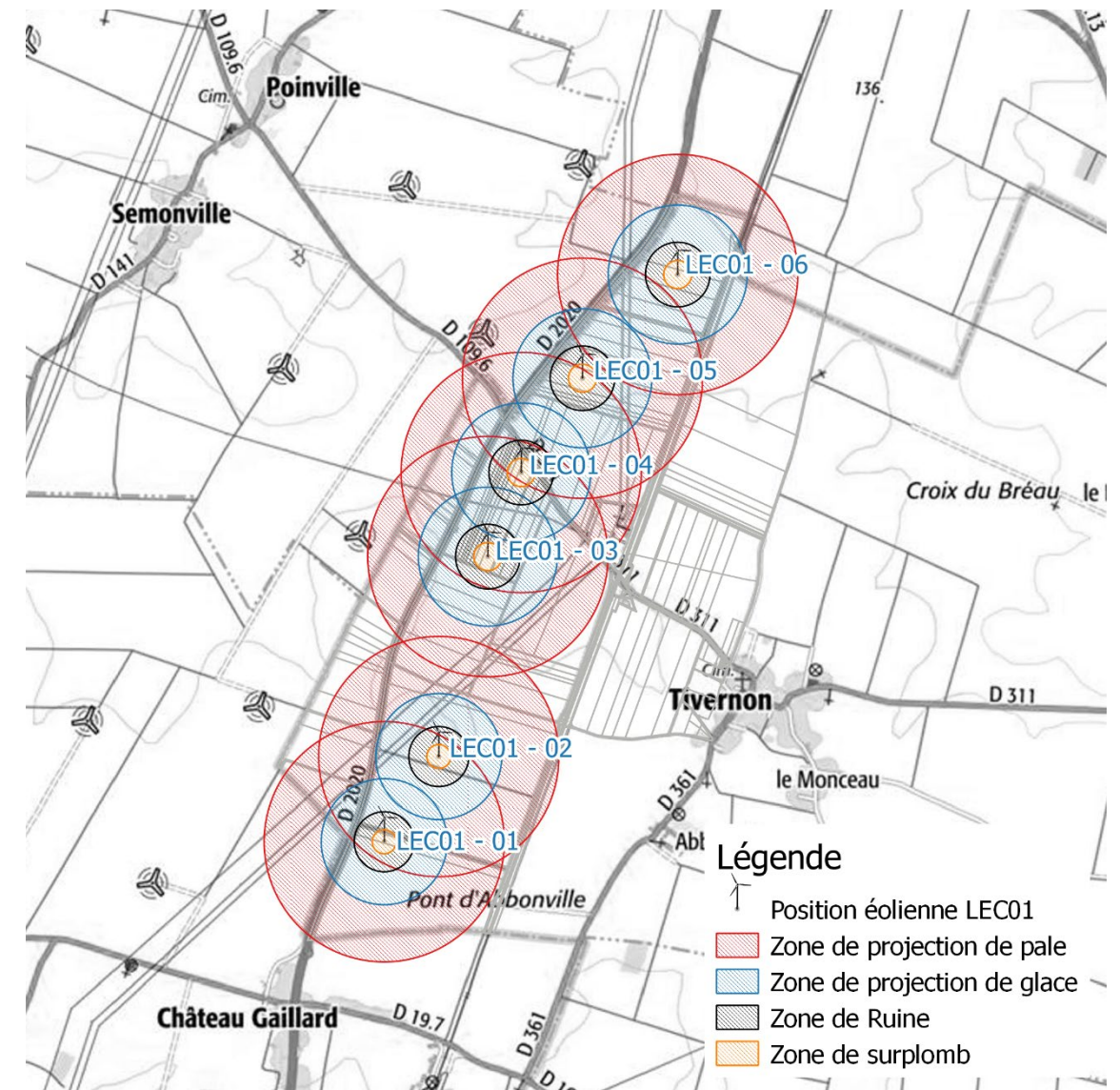
CARTE 9 - CARTOGRAPHIE DE L'ENVIRONNEMENT MATERIEL

III - C - 8) SYNTHÈSE DES DISTANCES D'ÉLOIGNEMENT AVEC LES INFRASTRUCTURES PROCHES

Le tableau ci-dessous, reprend les distances d'éloignement avec les infrastructures proches pour chacune des éoliennes du projet.

	Hauteur de ruine / Longueur de pale	Distance d'éloignement					
		Pylônes de la ligne électrique la plus proche	Ligne électrique (axe)	Chaussée voie routière	Ballast voie ferrée	habitations	Bâtis industriels
LEC01_01	125 m / 50 m	251 m 265 m	242 m	127 m (D2020)	530 m	652 m	
LEC01_02	125 m / 50 m	147 m 209 m	136 m	258 m (D2020)	442 m	932 m	
LEC01_03	135 m / 58,5 m	223 m 279 m 281 m 295 m	208 m 244 m	181 m (D2020)	535 m	1 081 m	572 m
LEC01_04	135 m / 58,5 m	215 m 220 m	162 m	165 m (D2020) 61 m (D311)	523 m	1 175 m	505 m
LEC01_05	135 m / 58,5 m	188 m 204 m	165 m	153 m (D2020)	418 m	1 325 m	
LEC01_06	135 m / 58,5 m	218 m 229 m	197 m	183 m (D2020)	193 m	1 615 m	

TABEAU 14 - TABLEAU DE SYNTHÈSE DES DISTANCES D'ÉLOIGNEMENT AVEC LES INFRASTRUCTURES PROCHES



CARTE 10 - CARTOGRAPHIE DES PERIMETRES D'ETUDES

III - D) CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

III - D - 1) DEFINITION DES PERIMETRES D'ETUDES

Selon les risques encourus, différents périmètres d'étude (ou zone d'effet) ont été identifiés :

Zone de surplomb : elle correspond à la zone de risque de chute d'éléments provenant de la machine ou de chute de glace, par action de la gravité ;

Zone d'effondrement : aussi appelée zone de ruine de machine, elle correspond à la zone où l'éolienne peut tomber au sol ;

Zone de projection de glace : elle correspond à la zone où des morceaux de glace, généralement formés sur les pales, peuvent être projetés lors de la mise en route de la machine. Ce périmètre est défini selon la formule suivante : $1,5 \times (\text{hauteur au moyeu} + \text{diamètre du rotor})$;

Zone de projection de pale : elle correspond à la zone où des morceaux de pale, dans le cas d'une fracture de cette dernière, peuvent être projetés. Cette zone a été définie par le SER/FEE/INERIS dans sa trame type (2012) comme étant limitée à 500 m du mât de la machine.

	Zone de surplomb	Zone de ruine	Zone de projection de glace	Zone de projection d'élément
N100 (Eol 01 et 02)	49,9 m	124,9 m	262,2 m	500 m
N117 (Eol 03, 04, 05 et 06)	58,4 m	134,4 m	289,2 m	500 m

TABEAU 15 - TABLEAU DE SYNTHÈSE DES ZONES DE RISQUE

III - D - 2) LES ENJEUX HUMAINS

❖ Terrains non bâtis

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...), la formule suivante est utilisée : 1 personne par tranche de 100 ha, afin de calculer le nombre d'individus présent sur ces terrains.

N100 - R75	Zone de surplomb	Zone de ruine	Zone de projection de glace	Intégralité du périmètre
Rayon (m)	49,9	124,9	262,2	500
Superficie (ha)	0,78	4,90	21,60	78,54
Nombre d'individus	0,01	0,05	0,22	0,79

N117 - R76	Zone de surplomb	Zone de ruine	Zone de projection de glace	Intégralité du périmètre
Rayon (m)	58,4	134,4	289,2	500
Superficie (ha)	1,07	5,67	26,28	78,54
Nombre d'individus	0,01	0,06	0,26	0,79

TABLEAU 16 - TABLEAU DE SYNTHESE – NOMBRE D'INDIVIDU PRESENT SUR LES PERIMETRES D'ETUDE

❖ Voie de circulation

La route départementale D2020 coupe les zones de projection de pale et de projection de glace pour différentes éoliennes.

Cette voie à un trafic de 13 281 véhicules/jour. (Source : Conseil départemental du Loiret)

Selon la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé et par tranche de 100 véhicules/jour.

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

Eolienne	Voie routière			
	Zone de projection glace		Zone de projection de pale	
	Distance parcourue	Nombre d'individu	Distance parcourue	Nombre d'individu
LEC01 - 01	430	0,0	940	49,9
LEC01 - 02	0	0,0	830	44,1
LEC01 - 03	430	0,0	920	48,9
LEC01 - 04	486	0,0	970	51,5
LEC01 - 05	485	0,0	963	51,2
LEC01 - 06	410	0,0	880	46,7

TABLEAU 17 - TABLEAU DE CALCUL NOMBRE D'INDIVIDU – VOIE DE CIRCULATION

❖ Voie ferroviaire

La ligne Paris -Austerlitz à Bordeaux-Saint-Jean traverse les zones de projection de glace et de projection de pale pour différentes éoliennes.

Cette ligne a un Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) de 70 trains (TER <10, Grande Ligne : 61 – Source Réseau SnCF).

Selon la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé et par train de voyageur.

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

Eolienne	Voie ferré			
	Zone de projection glace		Zone de projection de pale	
	Distance parcourue	Nombre d'individu	Distance parcourue	Nombre d'individu
LEC01 - 01	0	0,0	0	0,0
LEC01 - 02	0	0,0	0	0,0
LEC01 - 03	0	0,0	0	0,0
LEC01 - 04	0	0,0	0	0,0
LEC01 - 05	0	0,0	524	14,7
LEC01 - 06	414	0,0	914	25,6

TABLEAU 18 - TABLEAU DE CALCUL NOMBRE D'INDIVIDU – VOIE DE CIRCULATION

❖ Synthèse :

Le nombre d'individus à prendre en compte pour l'analyse des risques sera de

Eolienne	Surplomb	Ruine	Projection de glace	Projection de pale
LEC01 - 01	0,01	0,05	0,22	50,7
LEC01 - 02	0,01	0,05	0,22	44,9
LEC01 - 03	0,01	0,06	0,26	49,7
LEC01 - 04	0,01	0,06	0,26	52,3
LEC01 - 05	0,01	0,06	0,26	66,6
LEC01 - 06	0,01	0,06	0,26	73,1

TABLEAU 19 - TABLEAU DE SYNTHESE NOMBRE D'INDIVIDU

IV) DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

IV - A) CARACTÉRISTIQUES DE L'INSTALLATION

IV - A - 1) CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES D'UN PARC ÉOLIEN

Le parc éolien « Les éoliennes citoyennes 01 » 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 : 2 éoliennes du type Nordex N100R75 et 4 éoliennes du type N117R76 fixées sur une fondation adaptée, accompagnées 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 poste 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 poste 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
- Des éléments annexes type aire de stationnement, etc.

IV - A - 1 - a) ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UN AÉROGÉNÉRATEUR

Au sens du 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 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. Pour les éoliennes du projet, 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.

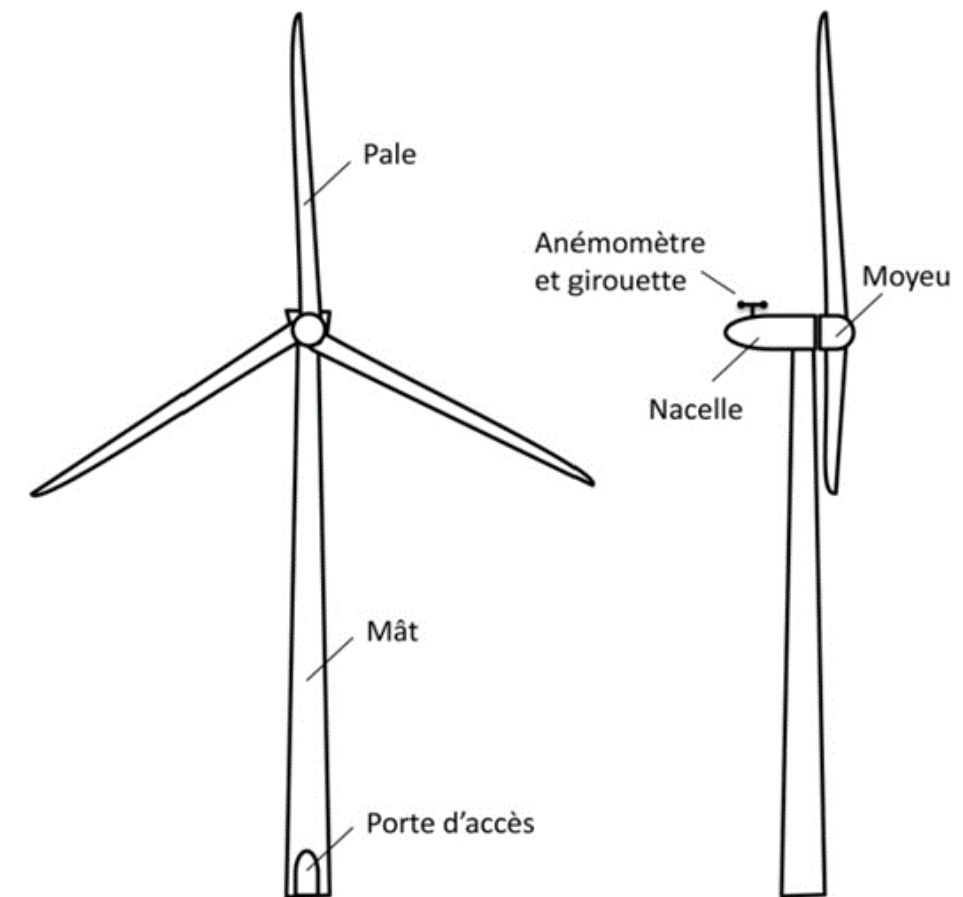


FIGURE 2 - SCHEMA SIMPLIFIE D'UN AÉROGÉNÉRATEUR

IV - A - 1 - b) EMPRISE AU SOL

Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation du parc éolien « les éoliennes citoyennes 01 » :

- **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.

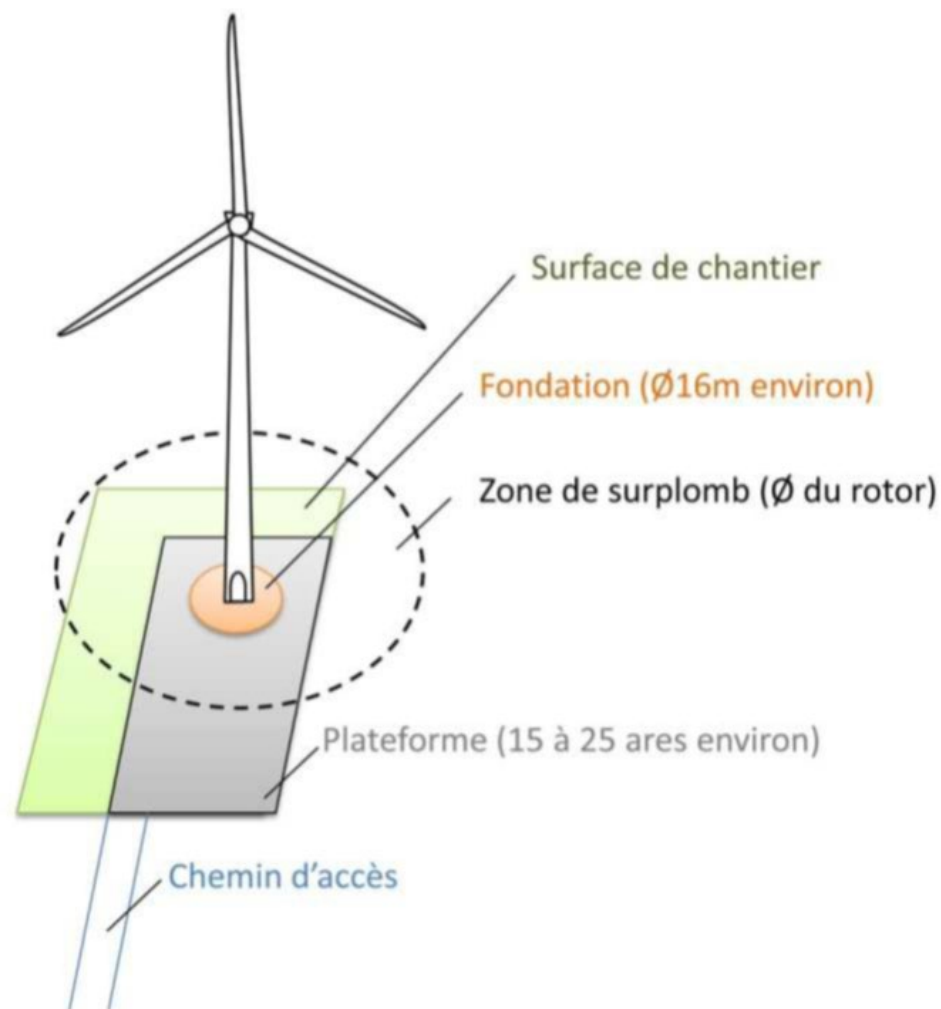


FIGURE 3 - ILLUSTRATION DES EMPRISES AU SOL D'UNE EOLIENNE

IV - A - 1 - c) CHEMINS D'ACCES

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

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

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

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

Ces chemins permettent également un accès permanent aux services de secours quand nécessaire.

IV - A - 2) ACTIVITÉ DE L'INSTALLATION

L'activité principale du parc éolien « Les Eoliennes Citoyennes 1 » est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec des aérogénérateur d'une hauteur totale maximale de 134.5 m en bout de pales. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

IV - A - 3) COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien « Les Eoliennes Citoyennes 1 » est composé de 6 aérogénérateurs et de 1 poste de livraison. Deux aérogénérateurs ont une hauteur de moyeu de 75 mètres et un diamètre de rotor de 100 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 125 mètres.

Quatre aérogénérateurs ont une hauteur de moyeu de 76 mètres et un diamètre de rotor de 117 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 134,5 mètres.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du (des) poste(s) de livraison :

Id	Rotor	Mât	Lambert 93		WGS 84		Alt NGF	Bdp NGF (m)
			X	Y	Est	Nord		
LEC01-01	100	75	618897	6783852	1°54'33"87	48°8'59"97	132	257
LEC01-02	100	75	619124	6784207	1°54'44"62	48°9'11"57	130	255
LEC01-03	117	76	619328	6785039	1°54'53"94	48°9'38"61	127	262
LEC01-04	117	76	619467	6785389	1°55'0"44	48°9'50"00	127	262
LEC01-05	117	76	619722	6785781	1°55'12"52	48°10'2"81	127	262
LEC01-06	117	76	620118	6786213	1°55'31"41	48°10'16"98	129	264
PDL			619724	6785156	1°55'13"04	48°9'42"57	128	

Alt. NGF: correspond à l'altitude d'implantation de l'éolienne ou du PDL.

Bdp NGF: correspond à l'altitude en bout de pale pour les éoliennes.

TABLEAU 20 – COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES EOLIENNES ET DU POSTE DE LIVRAISON DE LIVRAISON

IV - B) FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

IV - B - 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 2 m/s et c'est seulement à partir de 3 m/s 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 7 et 14 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 à 120 fois plus vite que l'arbre lent. 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 13 à 14 m/s (soit environ 50 km/h) à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour les aérogénérateurs du projet de puissance unitaire de 3,3 MW et de 3,675 MW, la production électrique atteint 3 300 kWh et 3 675 kWh, dès que le vent atteint la vitesse respective d'environ 14 et 13 m/s, l'éolienne fournit sa puissance nominale.

L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension en sortie de génératrice de 660 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, dépasse la vitesse maximale de fonctionnement de 25 m/s (environ 90 km/h), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettent 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. Ce frein mécanique n'est activé que par un arrêt d'urgence ou pour les besoins des opérations de maintenance.

IV - B - 2) DECOUPAGE FONCTIONNEL DE L'INSTALLATION

Élément de l'installation	Fonction	Description - Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le massif de la fondation est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2. Les fondations sont de forme octogonale et font entre 3 et 5 mètres de profondeur avec un diamètre d'environ 25 m. Ceci représente une masse de béton d'environ 1 000 tonnes. ▪ Une cage d'ancrage métallique, constituée de tiges filetées est insérée entre les ferrillages, elle est disposée au centre du massif et elle sert de fixation sur laquelle la base de la tour est boulonnée. Elle répond aux prescriptions de l'Eurocode 3. ▪ La fondation doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs, et son design est adapté selon les caractéristiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Le type d'éolienne • Les études géotechnique et hydrogéologique (nature des sols) • Les conditions météorologiques extrêmes • Les conditions de fatigue.
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le mât des éoliennes est autoportant. ▪ Il est constitué de plusieurs (entre 3 et 4) sections tubulaires en acier assemblées entre elles par des brides, la section basse est également fixée sur la cage d'ancrage par une bride. ▪ La hauteur de 75 m pour la N100 et 76 m pour la N117, les autres dimensions sont en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance ▪ Le mât est protégé de la corrosion par un revêtement multicouche en résine époxy ▪ En plus de la fonction de support de la nacelle, le mât permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite : <ul style="list-style-type: none"> • Une porte verrouillable au pied du mât • Une échelle d'accès à la nacelle • Un élévateur de personnes • Une armoire de contrôle, des armoires de batteries d'accumulateurs, des cellules de protection électriques au premier niveau • Un transformateur en point bas ▪ La tension des câbles présents dans le mât : jusqu'à 20 kV.

<p>Nacelle</p>	<p>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</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un arbre en rotation, entraîné par les pales ▪ Le multiplicateur est à engrenage planétaire comportant plusieurs étages ainsi qu'un étage à roue dentée droite ou à entraînement différentiel – Tension nulle ▪ La génératrice annulaire, à double alimentation, qui fabrique l'électricité – Tension de 660 V ▪ Poids de la nacelle : 130 tonnes ▪ Composition : structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, fenêtres de toit permettant d'accéder à l'intérieur ▪ Hauteur : 3,9 mètres ▪ Largeur : 3,9 mètres ▪ Longueur : 14 mètres ▪ La nacelle située au sommet du mât, abrite les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne. ▪ Sa structure métallique est habillée de panneaux en fibre de verre, et est équipée de diverses trappes permettant d'accéder à l'extérieur. ▪ Un système de refroidissement assure le refroidissement des principaux éléments de l'éolienne et sert également de support pour les balisages lumineux et les anémomètres qui mesurent en permanence la vitesse et la direction du vent. ▪ Une sonde de température extérieure est placée sous la nacelle et reliée au contrôle commande. ▪ La nacelle n'étant pas fixée de façon rigide à la tour, la partie intermédiaire entre la tour et la nacelle constitue le système d'orientation. Celui-ci permet à la nacelle de s'orienter face au vent, en positionnant le rotor dans l'axe de la direction du vent. Le système d'orientation est constitué de plusieurs dispositifs de motoréducteurs solidaires de la nacelle, s'engrenant sur une couronne dentée solidaire de la tour. Ces dispositifs permettent la rotation de la nacelle et son maintien en position face au vent (avec une vitesse maximum d'orientation de la nacelle d'environ 0,45 degrés/s). ▪ La tension dans les armoires électriques est entre 0 et 1 200 V
<p>Rotor / pales</p>	<p>Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le rotor est composé de 3 pales fixées au moyeu. L'orientation active des pales se fait face ou contre le vent. ▪ La rotation du rotor permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. ▪ Sens de rotation : sens horaire ▪ Surface balayée de 7 853 et 10 751 m² ▪ Vitesse de rotation théorique : entre 7 et 14 tours par minute ▪ Longueur : 48,7 et 57,7 m pour une masse d'environ 13 t. ▪ Le contrôle de la vitesse est variable via un microprocesseur qui permet d'optimiser la production. ▪ Le rotor est également le frein principal de l'éolienne. En effet, lorsque la vitesse du vent devient trop importante, afin d'éviter une usure prématurée des divers composants ou de conduire à un emballement, le système de pitch ramène les pales dans une position « drapeau », où elles offrent le moins de prise au vent, ce qui conduit à l'arrêt du rotor par freinage aérodynamique. ▪ Chaque pale est indépendante et équipée de son propre système de pitch indépendant (moteur, accumulateur électrique et frein avec son circuit hydraulique propre) afin de garantir la mise en sécurité de l'éolienne même en cas de dysfonctionnement (ou perte) du système de contrôle, de perte d'alimentation électrique ou de défaillance du système hydraulique, en ramenant les pales en drapeau. ▪ Les pales sont constituées de plastique renforcé à la fibre de verre (GFK), protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 - 400-22
<p>Multiplicateur</p>	<p>Multiplier la vitesse de rotation venant de l'arbre lent</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le rotor est directement relié à « l'arbre lent » ? ▪ Cet arbre de transmission tourne à la vitesse du rotor, il est connecté au multiplicateur qui permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur entre 100 et 120, augmentant ainsi la vitesse de sortie pour « l'arbre rapide » jusqu'à environ 1500 tours par minute. ▪ Un système de freinage est installé sur l'arbre rapide, reposant sur un disque de frein à commande hydraulique. Il est principalement utilisé pour l'arrêt de la turbine en cas d'urgence.
<p>Génératrice et Transformateur</p>	<p>Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les éoliennes sont équipées d'une génératrice entraînée par l'arbre rapide et fonctionnant à vitesse variable. ▪ Afin d'assurer la qualité du courant produit, celui-ci passe de la génératrice à un convertisseur, avant d'arriver au transformateur qui élève la tension en 20 000 V. ▪ Le transformateur est localisé en pieds de mât.
<p>Poste de livraison</p>	<p>Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le poste est préfabriqué en usine et il est constitué d'une enveloppe béton, recouverte d'un habillage en bardage bois. ▪ Un local indépendant est équipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV ▪ Un second local accueille la basse tension (système de supervision, fibre optique...).

TABLEAU 21 - SYNTHÈSE DU DECOUPAGE FONCTIONNEL DE L'INSTALLATION

IV - B - 3) SÉCURITÉ DE L'INSTALLATION « LES EOLIENNES CITOYENNES 1 »

IV - B - 3 - a) CONFORMITE, RESPECTS DES NORMES, REGLES DE CONCEPTION ET SYSTEME QUALITE

❖ Conformité aux prescriptions de l'arrêté ministériel

L'installation respecte la réglementation en vigueur en matière de sécurité décrite par l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

L'exploitant et le fournisseur des éoliennes seront en mesure de justifier les solutions mises en œuvre pour répondre aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.

❖ Classification des éoliennes selon la norme IEC 61400-1

En France, la classification fait référence à la norme IEC 61400-1, qui définit des classes de site pour lesquelles les classes des éoliennes doivent correspondre. Les éoliennes du parc éolien « Les Eoliennes Citoyennes 1 » seront certifiées notamment au titre de la **solidité intrinsèque de la machine et de son adéquation** à minima **aux conditions du site** du projet.

Afin de pouvoir effectuer la réception définitive d'un parc éolien, un certificat de conformité à la norme IEC 61400-1, est délivré par le constructeur à l'exploitant, attestant de l'adéquation de l'éolienne au site d'implantation.

❖ Règles de conception et système de qualité

Les éoliennes seront certifiées selon :

- Pour les dispositions concernant la conception des installations : la norme NF EN 61400-1 - version de juin 2006 (exception des dispositions contraires aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié) et la norme IEC EN 61400-24 - version de juin 2010.
- Pour la partie turbine : l'éolienne respecte les normes EN53108, EN 61400 et la directive machine 2006/42/CE
- Pour les installations électriques intérieures et extérieures aux éoliennes, les normes NFC15-100 - installations électriques basse tension, NFC 13-200 - installations électriques haute tension, NFC 13-100 - postes de livraison Haute tension/Basse tension raccordés à un réseau de distribution de 2^{nde} catégorie.
- Pour les Mesures de nuisances, NF 31-114 dans sa version en vigueur
- Au titre de la sécurité du personnel (montage, exploitation et maintenance), l'éolienne respecte : la directive machine 98/37/CE, la directive 73/23/EEC- relative aux équipements électriques, la directive 89/336/EEC - relative à la compatibilité électromagnétique, la norme : EN 50308 - aérogénérateurs – mesures de protection – exigences pour la conception, le fonctionnement et la maintenance et le Code du travail.

Le personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance, sera qualifié et formé régulièrement (sur la technique des éoliennes et des consignes de sécurité) suivant les consignes définies dans les manuels constructeurs.

IV - B - 3 - b) SYSTEME DE FERMETURE DE LA PORTE (ART.13 – ARRETE DU 26/08/2011 – MODIFIE)

La porte de service située au pied du mat est le seul accès permettant d'entrer à l'intérieur de l'éolienne.

Cet accès est équipé d'un système de fermeture à clé et d'un dispositif manuel permettant de verrouiller et déverrouiller la porte depuis l'intérieur et ce même si la clé se trouve à l'extérieur.

Les personnels d'exploitation et de maintenance sont avertis de toutes ouvertures de portes d'accès aux éoliennes par des détecteurs.

IV - B - 3 - c) BALISAGE DES EOLIENNES (ART.11 – ARRETE DU 26/08/2011 – MODIFIE)

Le balisage des éoliennes est défini par l'arrêté 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne. **Les éoliennes installées sont conformes à cet arrêté.**

La couleur des éoliennes est une nuance RAL 7035. Toutes les éoliennes constituant le parc éolien, sont dotées d'un balisage lumineux d'obstacle au niveau de la nacelle.

Ces systèmes de balisage possèdent un certificat de conformité, délivré par le service technique de l'aviation civile de la direction générale de l'aviation civile (STAC), en fonction des spécifications techniques correspondantes.

Les balisages sont conformes aux articles L.6351-6 et L.6352-1 du code des transports et R.243-1 et R.244-1 du code de l'aviation civile.

Un dispositif automatique de secours de l'alimentation électrique desservant le balisage lumineux commute en un temps n'excédant pas 15 secondes.

Ce dispositif de secours des installations de balisage lumineux a une autonomie d'au moins égale à 12 heures.

Ce système de balisage est surveillé par l'exploitant et toute défaillance ou interruption est signalé dans les plus brefs délais à l'autorité de l'aviation civile territorialement compétente.

❖ Balisage lumineux de jour

Un balisage lumineux de jour assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 candelas [cd]) équipe toutes les éoliennes. Ces feux sont disposés sur le sommet de la nacelle de manière à assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

❖ Balisage lumineux de Nuit

Le balisage de nuit est assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type B (feux à éclats rouges de 2 000 cd). Installés sur le sommet des nacelles de manière à assurer la visibilité à 360°.

Un détecteur crépusculaire assure le passage entre le balisage de jour et le balisage de nuit. Une luminance de fond supérieure à 500 cd/m² caractérise le jour, le crépuscule par une luminance de fond comprise entre 50 cd/m² et 500 cd/m².

La nuit est caractérisée par une luminance de fond inférieure à 50 cd/m².

Le balisage lors du crépuscule est le balisage de jour.

IV - B - 3 - a) PROTECTION CONTRE LE RISQUE INCENDIE (ART.23 ET ART.24 – ARRETE DU 26/08/2011 – MODIFIE)

Un système de détection informe l'exploitant, via le système SCADA, de tous départ de feux pour les deux zones distinctes et indépendantes :

- La base du mât
- La nacelle

Un départ d'un feu provoque l'arrêt d'urgence de l'éolienne, sa mise en sécurité, l'arrêt des ventilations et déclenche une alarme sonore et lumineuse dans l'éolienne.

Le système de supervision transmet immédiatement l'alerte aux services d'astreinte en charge de la maintenance (Nordex) et du suivi de l'exploitation (JPEE MAINTENANCE) compétents qui mettront en œuvre les procédures d'urgence dans un délai respectant la réglementation en vigueur (respectivement 15 et 60 minutes).

Dans le cas d'un accident ou d'un incendie, le personnel d'astreinte de JPEE Maintenance, opérationnel 24h/24 et 7j/7 au numéro 01.82.82.08.20 se chargera d'alerter les services d'urgence dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur nécessitant l'appel aux secours. L'ensemble du personnel d'astreinte a pour consigne d'appeler le 112 en cas d'accident ou d'incendie, et celui-ci est formé aux procédures d'alerte au CTA.

Redondance du système d'alerte : Chaque éolienne est équipée d'un système d'alerte automatique ADSL et GSM qui permet de prévenir les équipes d'astreintes chez le constructeur/maintenancier et chez l'exploitant de l'installation en cas de danger.

Les communications et en particulier les signaux d'alarme sont assurés en cas d'urgence.

❖ Système de lutte contre l'incendie

Les éoliennes sont équipées d'extincteurs (trois) et il y a la possibilité d'installer un système de détection à incendie.

Les extincteurs sont installés de manières visibles et facilement accessibles, ils sont adaptés aux classes de feux et font l'objet de contrôle réglementaire par un organisme agréé.

Le Service Départemental d'incendie de de Secours demande, par mesure de sécurité, la fourniture et l'installation d'un extincteur par poste de livraison et de trois par éoliennes. Ils demandent qu'ils soient disposés dans le pied de la tour à côté de la porte fermée, sur la première plate-forme à gauche de l'échelle et dans la nacelle au niveau de la colonne de la grue.

L'installation des extincteurs sera réalisée en conformité avec ces demandes.

❖ Procédure d'urgence en cas d'incendie

Le personnel évacue l'éolienne en cas d'incendie selon un plan d'évacuation.

Il est formé à l'application des procédures d'urgence pour donner l'alerte vers les services de secours en cas d'incendie. L'ensemble du personnel intervenant sur site a pour consigne d'appeler le 112 en cas d'accident ou d'incendie.

Celles-ci permettent au personnel de prendre les mesures nécessaires à l'évacuation de la nacelle, à l'extinction d'un début d'incendie, etc.

Sur le site, le personnel dispose de 3 extincteurs visibles et facilement accessibles (1 situé en bas du mât et 2 situés dans la nacelle), adaptés aux classes de feux, et d'une trousse de premiers secours.

Le cas échéant, les différentes autorisations administratives nécessaires obtenues, un plan d'intervention sera réalisé avec les services de secours afin :

- De lister les noms et numéros des services secours à contacter ;

- D'établir les procédures à mettre en place (périmètre de sécurité, moyens de lutte incendie externe pouvant être mis en œuvre etc.) ;
- De planifier la réalisation régulière d'exercices d'entraînement.

IV - B - 3 - b) PROTECTION CONTRE LE RISQUE Foudre (ART. 9 – ARRETE DU 26/08/2011 – MODIFIE)

Le système de protection contre la foudre a pour fonction principale de protéger les vies et les biens contre les effets destructeurs de la foudre.

La conception des éléments du système est réalisée de manière à résister aux effets d'un impact de la foudre, et de façons à ce que le courant de foudre soit conduit en toute sécurité aux points de mise à la terre sans perturbation ou sans dommages des systèmes.

Un système de transmission, partant des récepteurs de pale et de nacelle jusqu'aux fondations, en passant par le carénage, le châssis et la tour, permet de protéger l'éolienne contre l'impact de la foudre en évitant le passage de courant à travers les composants critiques.

Des protecteurs de surtension viennent équiper les systèmes de protection supplémentaires.

Conformément à la norme IEC 62305, tous ces systèmes de protection sont conçus pour atteindre un niveau de protection maximal de classe I.

Les normes IEC 61400-22 et IEC 61024 ont été prises comme normes de référence.

Les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des éoliennes à la norme précitée sont tenus à disposition de l'Inspection des Installations Classées par le Maître d'Ouvrage.

IV - B - 3 - c) PROTECTION CONTRE LA SURVITESSE (ART. 23 – ARRETE DU 26/08/2011 – MODIFIE)

Un dispositif de freinage équipe chaque éolienne afin diminuer les contraintes mécaniques qui s'exercent sur cette dernière lorsque le vent augmente. Ce dispositif permet l'arrêt du fonctionnement de l'éolienne en cas de tempête par exemple. Cela s'opère par une rotation des pales limitant la prise au vent.

Un système de détection de survitesse couplé avec un système d'alarme informe, en cas de défaillance, l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal.

Ce système transmet l'alerte aux services d'astreinte compétents permettant de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai respectant la réglementation en vigueur.

En cas d'incident (survitesse, échauffement, incendie), JPEE justifie sa capacité à alerter les services d'urgence dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur grâce à son contrat de maintenance 24h/24 et 7j/7, ainsi que grâce à la supervision en temps réel de JP Maintenance.

En cas d'intervention, la répartition sur le territoire des équipes de techniciens Nordex permet une réaction rapide. La supervision en temps réel est assurée par les équipes de JPEE Maintenance, dans la gestion et le suivi de l'exploitation du parc. Les équipes d'interventions sont toujours composées de deux personnes minimums.

La sécurité des équipes intervenantes est assurée par un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne, disposé en partie basse de la tour. Ainsi, dans le cas d'une intervention sur l'éolienne, les opérateurs basculent ce dispositif sur « commande locale » ce qui empêche toute action pilotée à distance.

Les interventions dans le rotor ne sont réalisées qu'après consignation de celui-ci par blocage mécanique. Des dispositifs de sectionnement de la chaîne électrique sont répartis afin de pouvoir consigner certaines parties et protéger ainsi le personnel intervenant.

Les interventions sur les équipements ne sont pas autorisées, au-delà de certaines vitesses de vent.

En cas d'accident, nécessitant des moyens externes, l'alerte est donnée au SDIS via un appel au CTA par le numéro 112. Le temps d'intervention de ce service dépendra de l'activité opérationnelle et de la typologie de l'intervention.

IV - B - 3 - d) PROTECTION CONTRE LA TEMPETE

La nacelle est équipée de 2 anémomètres / girouettes, afin de permettre la redondance de la mesure de cette information concernant la sécurité.

Des seuils sont prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne.

Si le système enregistre un dépassement de la vitesse du vent de coupure, d'une valeur moyenne supérieure à 25 m/s sur 10 minutes ou supérieure à 32 m/s sur 3 secondes, des codes d'état associés à des alarmes sont activés et vont, entraîner dans un premier temps un ralentissement de la machine (bridage préventif) puis un arrêt de l'éolienne.

Toute situation « anormale » est ainsi répertoriée via le système SCADA du parc.

Des analyses, et si nécessaire des interventions de maintenance sur site, sont réalisées afin de corriger les problèmes constatés.

La procédure de coupure est lancée si la vitesse moyenne du vent, sur 10 mn, est supérieure à la vitesse du vent de coupure de 25 m/s.

Pour faire face aux rafales, la procédure de coupure est également lancée si la vitesse du vent dépasse le seuil de 32 m/s, prédéfini dans le système de contrôle de l'éolienne en valeur moyenne sur 3 s.

La procédure d'arrêt consiste à faire pivoter les pales en position drapeau afin d'arrêter l'éolienne en toute sécurité.

Pour des raisons de sécurité, le système de contrôle commande doit respecter un délai d'attente avant de procéder au redémarrage de l'éolienne à la suite d'un arrêt.

Ce délai d'attente n'est décompté qu'une fois que la vitesse du vent reste inférieure à 22 m/s pendant plus de 120 s.

IV - B - 3 - e) PROTECTION CONTRE L'ECHAUFFEMENT

Des capteurs de température équipent tous les principaux composants (paliers, freins, systèmes hydrauliques, enroulements d'alternateur).

Des seuils sont prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne.

En cas de dépassement de ces seuils, des codes d'état associés à des alarmes sont activés et peuvent, si nécessaire, entraîner un ralentissement de la machine (bridage préventif) voire un arrêt de la machine.

Tout phénomène anormal est ainsi répertorié, tracé via le système SCADA du parc, et donne lieu à des analyses et si nécessaire interventions de maintenance sur site afin de corriger les problèmes constatés.

La procédure d'arrêt consiste à faire pivoter les pales en position drapeau afin d'arrêter l'éolienne en toute sécurité.

IV - B - 3 - f) PROTECTION CONTRE LA GLACE (ART.25 – ARRETE DU 26/08/2011 – MODIFIE)

Pendant les mois d'hiver et au début du printemps, du givre ou de la glace peuvent se former sur les pales et la nacelle des éoliennes entraînant un surpoids sur les pales de l'éolienne et diminuant sa puissance en augmentant les efforts sur la machine susceptible de provoquer un déséquilibre du rotor ainsi que des risques de projection de cette glace.

Un système de gestion identifie toute anomalie de fonctionnement. Dans ce cas précis, la présence de glace sur les pales est détectée :

- Lorsqu'une température extérieure basse est associée à une perte de production importante ;
- Par une modification importante des mesures entre les capteurs de température des pales
- Par un système de détection de givre installé sur la nacelle, qui permet de détecter la présence de givre et d'en déduire la formation de glace sur les pales.

Auquel cas : une alarme empêche le démarrage de l'éolienne, ou arrête, si nécessaire, le fonctionnement de l'éolienne.

Les éoliennes sont maintenues à l'arrêt jusqu'au retour de conditions météorologiques plus clémentes, et une intervention physique sur site d'un technicien de maintenance préalablement à tous re-démarrage.

Des panneaux informant de la chute de glace possible sont également mis en place, en pied de machine.

IV - B - 3 - g) PROTECTION CONTRE LE RISQUE ELECTRIQUE (ART.10 – ARRETE DU 26/08/2011 – MODIFIE)

Les installations électriques à l'intérieur de l'éolienne sont conformes aux dispositions de la directive du 17 mai 2006.

Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état.

Les installations électriques extérieures sont conformes aux normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200 dans leur version en vigueur à la date de dépôt.

Elles sont contrôlées avant la mise en service industrielle.

Elles sont contrôlées annuellement ou après une modification par un organisme compétent.

La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.

IV - B - 3 - h) PROTECTION CONTRE LE RISQUE DE FUITE DE LIQUIDE DANS LA NACELLE

Les nacelles des éoliennes sont équipées de bac de rétention adaptés de sorte que tout écoulement de liquide provenant d'éléments de la nacelle (huile multiplicateur et liquide de refroidissement principalement) est récupéré et recueilli dans un réservoir situé dans la tour de l'éolienne avant leur évacuation par les moyens appropriés.

Les opérations de maintenance préventive intègrent les vérifications de niveau.

IV - B - 3 - i) SECURITE POSITIVE DE L'ÉOLIENNE – REDONDANCE DES CAPTEURS

Un grand nombre de capteur équipent les éoliennes (capteurs de température, de pression, de contact, de mesure de vitesse, d'accélération, du retour d'information de chaque état du système ...).

Si l'un d'eux est défectueux, la chaîne de capteurs (capteur suivant) détectera l'anomalie et signalera par le biais du système de supervision (SCADA) monitoré 24h sur 24 et 7 jours sur 7.

IV - B - 3 - j) GESTION A DISTANCE DU FONCTIONNEMENT DES EOLIENNES (SCADA)

Les éoliennes sont installées à l'écart des zones urbanisées et ne nécessitent pas de présence permanente de personnel. Certaines opérations nécessitent des interventions sur site, mais les éoliennes Nordex sont surveillées et pilotées à distance.

L'installation est équipée d'un système Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. Des centres de télésurveillance permettent le diagnostic et l'analyse des performances des éoliennes en permanence, ainsi que la réalisation de certaines actions à distance. Ce dispositif assure l'alerte en temps réel en cas de panne ou de simple dysfonctionnement.

Si les paramètres requis sont validés et les alarmes traitées, il permet le démarrage des éoliennes. C'est le cas lors des arrêts de l'éolienne par le « système normal de commande » en cas de vent faible, de vent fort, de température extérieure trop élevée ou trop basse, de perte du réseau public, ...

Cependant, en cas d'arrêt lié à un déclenchement de capteur de sécurité (déclenchement VOG, déclenchement détecteur d'arc électrique, température haute, pression basse huile, ...), une intervention humaine sur site est nécessaire pour examiner l'origine du défaut avant de pouvoir relancer un démarrage.

❖ Dans le cas où le système SCADA est défectueux

Le réseau SCADA central permet le contrôle à distance du fonctionnement des éoliennes. Ainsi, chaque SCADA d'éolienne est relié à ce SCADA central. Celui-ci permet :

- De regrouper les informations des éoliennes ;
- De transmettre, en même temps, à toutes les éoliennes une information identique (plutôt que de passer par chaque éolienne à chaque fois).

Ainsi l'exploitant est immédiatement informé et peut réagir plus facilement en cas de dysfonctionnement (survitesse, échauffement) ou d'incident (incendie).

Chaque éolienne dispose d'un SCADA qui lui est propre, ainsi dans le cas d'un dysfonctionnement du système de SCADA central, le contrôle de commande des éoliennes à distance est maintenu. Seule la transmission d'information à toutes les éoliennes en même temps sera impossible et les opérateurs pourront le faire individuellement éolienne par éolienne via le SCADA de chaque éolienne.

En cas de défaillance éventuelle du système SCADA central, bien que toutes les éoliennes du parc éolien seront toujours accessibles via le système SCADA propre à chaque machine, elles seront mises à l'arrêt par mesure de sécurité.

Le dysfonctionnement du système SCADA propre à une éolienne entraîne l'arrêt immédiat de la machine.

❖ Dans le cas d'une rupture du réseau de fibres optiques

Un réseau de fibre optique relie le système de contrôle de commande des éoliennes aux différents capteurs. La transmission peut s'effectuer directement en passant par le SCADA propre à l'éolienne ou par le SCADA central dans le cas de rupture de la fibre optique entre éoliennes. Il s'agit d'un système en anneau qui permet de garantir une communication continue des éoliennes.

IV - B - 4) OPÉRATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

La maintenance de l'installation sera assurée par la société Nordex pour le compte de la société Les Eoliennes Citoyennes 1.

IV - B - 4 - a) PERSONNEL QUALIFIE ET FORMATION CONTINUE

L'ensemble du personnel susceptible d'intervenir dans les éoliennes sera formé et habilité selon son niveau d'intervention :

- Travaux Electrique,
- Travaux en hauteurs,
- Ports des équipements de protection individuelle,
- Evacuation et sauvetage,
- Sauveteur Secouriste du travail.

Ces habilitations sont gérées en conformité avec la réglementation (recyclage, formation, validation, ...).

Des points sécurités réguliers sont réalisés avec le personnel de maintenance et le parcours d'intégration des nouveaux embauchés comporte une présentation du fonctionnement de la sécurité.

IV - B - 4 - b) PLANIFICATION DE LA MAINTENANCE (ART. 18 – ARRETE DU 26/08/2011 – MODIFIE)

❖ Préventive

Les opérations de maintenance réalisées sur le parc sont de type préventif. Ce type de maintenance permet d'optimiser le niveau de fiabilité des équipements ainsi que la qualité de production.

Des plans de maintenance définissent les opérations d'entretien et de remplacement des organes en voie de dégradation ainsi que les fréquences d'interventions de maintenance et de nettoyage de certains ensembles. Ces plans de maintenance sont disponibles dans le manuel d'entretien.

Un registre est tenu à jour pour chaque installation dans lequel sont consignées toutes les opérations de maintenance, les défaillances et les opérations correctives et curatives.

Des interventions de contrôles sont programmées à trois mois, puis à 12 mois après la mise en service industrielle et selon une périodicité de 36 mois (maximum).

Ces contrôles concernant les brides de fixations, les brides de mât, la fixation des pales et un contrôle visuel du mât.

Selon une périodicité de 12 mois (maximum) : contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.

Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'Inspection des Installations Classées.

❖ Curative

Dans le cas d'une défaillance, les techniciens interviennent rapidement afin d'identifier l'origine de la défaillance et d'y palier.

Ils réalisent la réparation, remettent en fonctionnement les machines et assurent les reconnections aux réseaux.

IV - B - 4 - c) PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPERIENCE

Les évènements anormaux (incidents et défaillances) sont remontés et enregistrés dans une base de données générales via un rapport détaillé.

Toutes ces informations sont utilisées dans le cadre d'un processus d'amélioration continue visant à améliorer :

- La mise en sécurité de la machine lors de vents violents ;
- Une meilleure gestion du risque d'incendie de la nacelle ;
- L'amélioration des dispositifs de protection contre les effets de la foudre ;
- La recherche de solutions pour limiter les effets de la formation de glace ou d'accumulation de neige ;

L'étude de solutions visant à limiter les contraintes sur les équipements, qui peuvent accélérer l'usure et le vieillissement de ces équipements ;

L'amélioration des systèmes de protection des personnes.

IV - B - 5) STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc « *Les Eoliennes Citoyennes 1* ».

IV - B - 6) CONTROLES REGLEMENTAIRES PERIODIQUES

Les contrôles réglementaires des installations électriques, des équipements de levage et de manutention, des appareils sous pression sont réalisés par des organismes agréés.

Le matériel incendie est contrôlé périodiquement par le fabricant ou un organisme compétent.

IV - B - 7) BILAN DE CONFORMITE A L'ARRETE DU 26 AOUT 2011 MODIFIE

Objectif de l'article	Disposition de l'article	Élément de conformité réalisé par :			Statut de la conformité
		L'installation projetée	L'organisation d'exploitation	La conception de l'aérogénérateur	
Distance d'une INB et d'un ICPE	L'installation est implantée à une distance minimale de 300 mètres : - d'une installation nucléaire de base - d'une installation classée pour la protection de l'environnement.	Aucune installation nucléaire et /ou ICPE ne se situe à moins de 300 m de l'installation.			L'installation projetée est conforme à l'article 3 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Perturbation des Radars météo et aérien	L'installation est implantée de façon à ne pas perturber : - Les missions des radars météorologiques. - Les missions des radars de navigation aérienne civile et militaire.	Le projet est situé à plus de 30 km d'un radar météorologique. Le projet se situe en zone de coordination du radar de Bricy (entre 20 et 30 km), l'implantation projetée se situe au sein d'une radiale angulaire déjà existante.			L'installation projetée est conforme à l'article 4 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Effet stroboscopique - bâtiment à usage de bureau	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté à moins de 250 mètres d'un bâtiment à usage de bureaux : - Absence d'impact de l'ombre projetée (effet stroboscopique) d'une durée supérieure à 30 h par an et d'1/2 heure par jour.	Aucun bâtiment à usage de bureau n'est présent à moins de 250 m de l'installation.			L'installation projetée est conforme à l'article 5 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Limitation du champ magnétique	L'installation est implantée de telle sorte que : - Limitation de l'exposition des habitations à un champ magnétique inférieur à 100 microtesla à 50-60Hz.	L'habitation la plus proche se situe à plus de 500 m de l'installation, cet éloignement permet d'affirmer qu'il n'y aura pas d'impact potentiel sur les personnes par le champ magnétique.		Type certificate Nordex N100 et N117	L'installation projetée est conforme à l'article 6 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Voie d'accès pour les services de secours	Des voies carrossables permettent l'intervention des services d'incendie et de secours. Les abords de l'installation et des voies d'accès sont maintenus en bon état.		Une convention autorisant l'accès aux chemins communaux a été établie entre l'exploitant et la mairie de Tivernon. Ces chemins existants seront renforcés et des chemins seront créés afin de permettre la circulation des équipes d'exploitation et de secours. Ces chemins seront entretenus et maintenus en bon état par l'exploitant.		L'installation projetée est conforme à l'article 7 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Respect des normes de conceptions.	L'aérogénérateur est conçu dans le respect de la norme NF EN 61 400-1 ou IEC 61 400-1, dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne			Type certificate Nordex N100 et N117	L'installation projetée est conforme à l'article 8 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Prévention des risques de foudre - mise à la terre de l'installation.	Mise à la terre de l'installation - L'installation respecte la norme IEC 61 400-24, dans sa version en vigueur à la date de dépôt. - Attestation de mise à la terre avant mise en service réalisée par un organisme compétent.		Des contrôles par des organismes compétents seront réalisés et les rapports attestant de la conformité des éoliennes à la norme précitée sont tenus à disposition de l'Inspection des Installations Classées par le Maître d'Ouvrage.	Type certificate Nordex N100 et N117	L'installation projetée est conforme à l'article 9 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Prévention des risques électriques.	Pour les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur : - respect des dispositions de la directive du 17 mai 2006. Pour les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur : - respect des normes NF C 15-100, NF C 13-100 et NF C 13-200, dans leur version en vigueur à la date de dépôt. Attestation de la conformité de l'installation pour prévenir les risques électriques avant mise en service réalisée par un organisme compétent.	Les installations électriques extérieures sont conformes aux normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200 dans leur version en vigueur à la date de dépôt.	Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état. Elles sont contrôlées avant la mise en service industrielle. Elles sont contrôlées annuellement ou après une modification par un organisme compétent. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications sont fixés par l'arrête du 10 octobre 2000.	Type certificate Nordex N100 et N117	L'installation projetée est conforme à l'article 10 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Balisage de l'installation	Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions : - articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports - articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.	Les balisages sont conformes aux articles L.6351-6 et L.6352-1 du code des transports et R.243-1 et R.244-1 du code de l'aviation civile. Un dispositif automatique de secours de l'alimentation électrique desservant le balisage lumineux commute en un temps n'excédant pas 15 secondes. Ce dispositif de secours des installations de balisage lumineux a une autonomie d'au moins égale à 12 heures. Ce système de balisage est surveillé par l'exploitant et toute défaillance ou interruption est signalé dans les plus brefs délais à l'autorité de l'aviation civile territorialement compétente.		Type certificate Nordex N100 et N117	L'installation projetée est conforme à l'article 11 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Suivi environnemental avifaune et chiroptères	L'exploitant doit : - Mettre en place un suivi environnemental dans les 12 mois qui suivent la mise en service (sauf dérogation). - dans le cas d'une mise en évidence d'impacts significatif, ce suivi est renouvelé dans les 12 mois. - a minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation. Le suivi est conforme au protocole de suivi reconnu. Les données collectées sont versées dans l'outil de téléservice.		Un suivi environnemental sera réalisé conformément à la réglementation		L'installation projetée est conforme à l'article 12 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.

Objectif de l'article	Disposition de l'article	Elément de conformité réalisé par :			Statut de la conformité
		L'installation projetée	L'organisation d'exploitation	La conception de l'aérogénérateur	
Contrôle des accès à l'installation	Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.	La porte est équipée d'un système de fermeture à clé et d'un dispositif manuel permettant de verrouiller et déverrouiller de l'intérieur. Des détecteurs signalent aux personnels d'exploitations de toutes ouverture de portes d'accès.			L'installation projetée est conforme à l'article 13 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Affichage des consignes de sécurité / d'interdiction	Les prescriptions à observer par les tiers sont affichées, notamment : - les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ; - l'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur ; - la mise en garde face aux risques d'électrocution ; - la mise en garde, le cas échéant, face au risque de chute de glace.		Affichage des consignes de sécurité à l'entrée des chemins d'exploitation et au niveau des plateformes. Affichage du plan de secours ainsi que les coordonnées des moyens en cas d'accident/incident.		L'installation projetée est conforme à l'article 14 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Compétence et formation du personnel	Le personnel assurant le fonctionnement de l'installation doit : - Être formé et compétent sur les risques accidentels ainsi que sur les moyens mis en œuvre. - Connaître les procédures en cas d'urgence - Procéder à des exercices d'entraînement La réalisation d'exercices d'entraînement doit être consignée dans un registre.		Les personnels d'exploitation et de maintenance sont formés aux opérations de secours. Ils détiennent des habilitations à jour et adaptées à leur mission. - Travail en hauteur - Habilitation électrique - Sauveteur secouriste un registre de ces habilitations et des dates de mise à jour est mis à disposition par l'exploitant Des exercices d'entraînement aux situations d'urgence sont réalisés, le cas échéant avec les services de secours.		L'installation projetée est conforme à l'article 15 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Stockage de produits inflammables	L'intérieur de l'aérogénérateur est maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables est interdit.		Le manuel de sécurité mentionne que le stockage de produit inflammable et de matériaux dangereux est interdit. Le nettoyage de l'éolienne est la phase finale des différentes maintenances.		L'installation projetée est conforme à l'article 16 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Test des équipements de mise à l'arrêts.	Des tests des systèmes de mise à l'arrêt de l'aérogénérateur doit être réalisé : - avant la mise en service - tous les ans Ces essais comprennent l'arrêt, l'arrêt d'urgence et l'arrêt depuis un régime de survitesse. Le résultat de ces tests est consigné dans un registre. Les installations électriques sont maintenues en bon état et contrôlées annuellement, le résultat de ces contrôles est consigné dans le registre de maintenance.		L'exploitant s'engage à réaliser ou faire réaliser les tests à la mise en service et lors des opérations de maintenance préventive en conformité avec la périodicité et les procédures du fabricant. L'exploitant s'engage à rédiger ou faire rédiger un rapport de test.		L'installation projetée est conforme à l'article 17 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Contrôle de la structure et des éléments de sécurités	Contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et contrôle visuel du mât : - 3 mois après la mise en service - 12 mois après la mise en service - Périodicité < 3 ans Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés : - Périodicité < 6 mois Contrôle des éléments de sécurité : - Périodicité < 12 mois Le résultat de ces contrôles est consigné dans un registre.		Les contrôles seront réalisés lors des opérations de maintenance préventive en conformité avec les périodicités et les protocoles de maintenance. Ces opérations et résultats de test seront consignés dans un registre suivi par l'exploitant.		L'installation projetée est conforme à l'article 18 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Consignation et enregistrement	Un manuel d'entretien précise les opérations de maintenance et de contrôles et les réalisations sont consignés dans un registre.		L'exploitant dispose des rapports d'intervention indiquant : - les interventions réalisées - la description des maintenances correctives - les arrêts machine mensuels Le registre sera mis à la disposition des organismes.	Le constructeur fourni un manuel de maintenance décrivant les opérations de maintenance, leur périodicité et les protocoles d'intervention.	L'installation projetée est conforme à l'article 19 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Déchets	L'exploitant élimine ou fait éliminer les déchets produits dans des conditions propres à garantir les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement.		Des procédures ainsi qu'une organisation visant à l'élimination des déchets seront mis en œuvre,		L'installation projetée est conforme à l'article 20 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Déchets non dangereux	Les déchets non dangereux (définis à l'article R,541-8 du code de l'environnement) sont récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées.		Des procédures ainsi qu'une organisation visant à l'élimination des déchets seront mis en œuvre,		L'installation projetée est conforme à l'article 21 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.

Objectif de l'article	Disposition de l'article	Elément de conformité réalisé par :			Statut de la conformité
		L'installation projetée	L'organisation d'exploitation	La conception de l'aérogénérateur	
Consigne de sécurité	Les consignes de sécurité seront affichées et portés à connaissance du personnel exploitant. Ces consignes de sécurité indiquent les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité.		Un manuel de sécurité et un plan d'évacuation seront fournis aux personnels des sous-traitants. Ceux-ci seront formés et un plan de prévention prenant en compte une analyse du risque ainsi que les moyens mis en œuvre pour les éviter sera porté à leur connaissance. L'exploitant s'engage à former son personnel aux consignes de sécurité et un plan de prévention prenant en compte une analyse du risque ainsi que les moyens mis en œuvre pour les éviter sera porté à leur connaissance. Un plan d'évacuation de l'éolienne sera affiché au pied de celle-ci.		L'installation projetée est conforme à l'article 22 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Détection incendie et survitesse	Chaque aérogénérateur est équipé d'un système de détection incendie ou d'entrée en survitesse. L'alerte sera transmise dans un délai de 15 mn par l'exploitant ou un operateur désigné.	Un système d'alerte automatique équipe chaque éolienne et permet d'alerter les équipes d'astreinte et l'exploitant en cas de danger. Les communications de ces systèmes sont assurés en cas d'urgence. Le délai de 15 mn est garanti par le suivi en temps réel 24h/24h et 7j/7j de l'installation par les équipes de maintenance de l'exploitant.		Un système d'alerte automatique équipe chaque éolienne	L'installation projetée est conforme à l'article 23 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Lutte contre l'incendie	Chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte incendie appropriés et conformes aux normes.	3 extincteurs adaptés dans chaque éolienne et 1 extincteur adapté dans le poste de livraison ainsi qu'une trousse de 1er secours est à disposition du personnel.	En cas d'incendie, les procédures d'urgence permettent aux personnes présentes sur le site ou au centre de conduite de réaliser les opérations nécessaires à l'évacuation et l'extinction d'un début d'incendie. Un plan d'intervention sera rédigé conjointement avec les services de secours afin de : -Préciser les noms et numéros des services de secours à contacter -Décrire les procédures (périmètre de sécurité, moyens à mettre en œuvre, ...) Des exercices d'entraînement seront réalisés régulièrement l'accès aux installation sera facilité par la mise en place d'une procédure de circulation et de stationnement afin de garantir un accès dégagé aux services de secours.		L'installation projetée est conforme à l'article 24 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
détection de glace	Chaque aérogénérateur est équipé d'un système de détection ou de déduction de glace sur les pales. En cas de formation de glace, une mise à l'arrêt dans un délai de 60 mn de l'aérogénérateur. Une procédure de remise en route est définie par l'exploitant.	L'exploitant équipe ses aérogénérateurs de capteur de glace ("Ice-sensor" option proposé par le constructeur Nordex) en complément des systèmes standards. Ce capteur est situé sur la nacelle et lors de la détection de glace par le capteur, celui ci coupe immédiatement l'aérogénérateur et informe l'exploitant, L'aérogénérateur se remet "disponible" dès que les conditions climatiques le permettent, mais en attente d'une inspection visuelle sur site d'un technicien.	Intervention pour inspection visuelle sur site d'un technicien, requise avant tout redémarrage.	Un système de détection classique de glace sur les pales équipe en standard chaque nacelle d'éolienne. Si une différence entre les productions attendues et réelles est constatée, sous certaines conditions de température et de vitesse du vent, la machine se met à l'arrêt automatiquement.	L'installation projetée est conforme à l'article 25 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Limitation des niveaux d'émergence des émissions sonores de l'installation.	L'installation est construite, équipée et exploitée de façons que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage.	les seuils règlementaires seront respectés à proximité des éoliennes. Le bruit chez les riverains ne comportera pas de tonalité marquée au sens de la réglementation ICPE.			L'installation projetée est conforme à l'article 26 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
	Limitation des émissions sonores des véhicules et engins de chantier	La réception acoustique de l'installation sera conforme aux prévisions de l'étude d'impact. Les sous-traitants respecterons les règles de chantiers prenant en compte les prescriptions de cet article.			L'installation projetée est conforme à l'article 27 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.
Vérification du respect des présentes dispositions	Lorsque des mesures sont effectuées pour vérifier le respect des présentes dispositions, elles sont conformes à la Norme NF 31-114		Lorsque des mesures sont effectuées pour vérifier le respect des présentes dispositions, elles sont conformes à la Norme NF 31-114		L'installation projetée est conforme à l'article 28 de l'arrête du 26/08/2011 modifié.

TABLEAU 22 - SYNTHÈSE DE CONFORMITÉ RÉGLEMENTAIRE À L'ARRÊTE DU 26 AOÛT 2011 MODIFIÉ

IV - C) FONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX DE L'INSTALLATION

IV - C - 1) RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

Le raccordement électrique inter-éolien ainsi qu'en liaison jusqu'au poste de livraison sera exécuté exclusivement au moyen de câbles souterrains de 20 kV qui seront enfouis à une profondeur minimum de 100 cm en fond de fouille avec grillage avertisseur, et passeront à travers champs ou longeront les chemins d'accès. Cette installation respectera les normes NFC 15-100, NFC 13-100, NFC 13-200 : Installations électriques à basse tension, Installations électriques à haute tension, Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution public HTA.

Dans tous les cas, l'implantation des câbles électriques souterrains respectera strictement les dispositions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

Sur la carte « Réseaux internes à l'installation » ci-après est présenté le tracé des câbles de liaison inter-éoliennes, ainsi que des câbles de liaison jusqu'au poste de livraison.

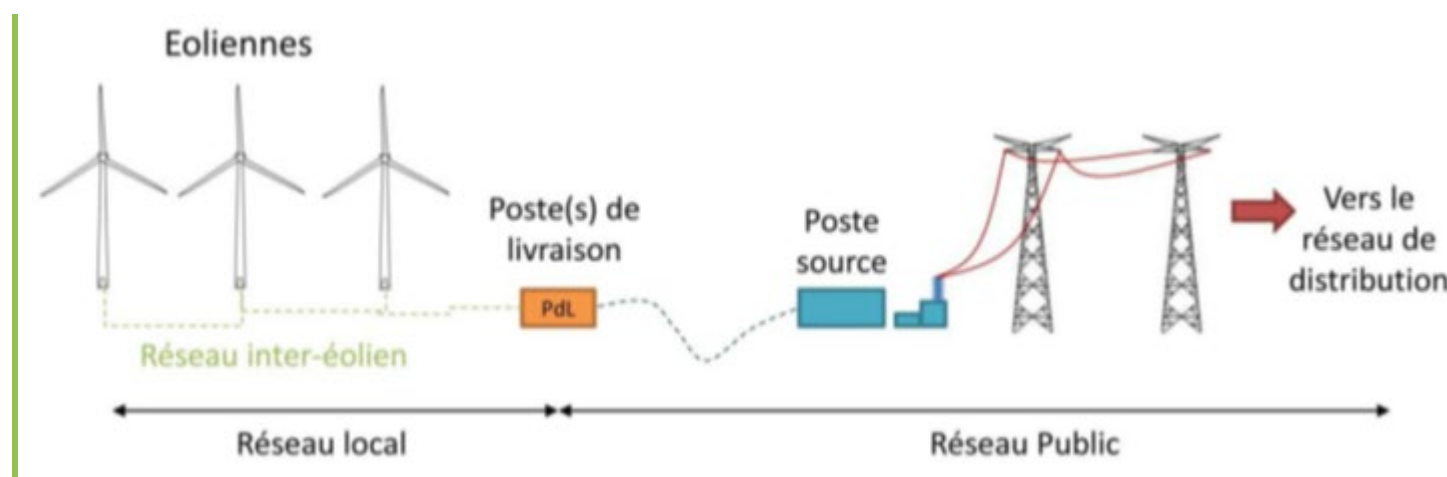


FIGURE 3 : RACCORDEMENT ELECTRIQUE DES INSTALLATIONS

IV - C - 1 - a) RESEAU INTER-EOLIEN

Le transformateur, situé soit dans le mât soit dans la nacelle selon le type d'éolienne, est relié au point de raccordement avec le réseau public par le réseau inter-éolien.

Celui-ci comporte une liaison de communication qui relie toutes les éoliennes à un terminal de télésurveillance.

IV - C - 1 - b) CONFORMITE DES LIAISONS ELECTRIQUES

Conformément à l'article 6 II du décret n°2014-450 du 2 mai 2014 relatif à l'expérimentation d'une autorisation unique en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement, le pétitionnaire s'engage à respecter les dispositions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les ouvrages électriques. Les liaisons électriques seront donc de fait conformes avec la réglementation technique en vigueur.

IV - C - 1 - c) CARACTERISTIQUES DES CABLES ELECTRIQUES

Ces raccordements, électrique et téléphonique, entre les éoliennes sont enterrés sur toute leur longueur en longeant un maximum les pistes et/ou chemins d'accès entre les éoliennes et le poste de livraison.

La tension des câbles électrique est de 20 KV.

IV - C - 1 - d) CARACTERISTIQUES DES TRANCHEES

Les tranchées, pour le raccordement inter-éolien, ont en moyenne une largeur de 50 cm et une profondeur allant de 1,00 m (sous chemin) à 1,20 m (sous champ).

La matérialisation de la présence du câble est réalisée par la pose d'un grillage avertisseur de couleur rouge, conformément à la réglementation en vigueur.

Lors des opérations de raccordements, une voie de circulation sera assurée sur les voies concernées, l'autre voie étant réservée à la sécurité du chantier.

Les impacts directs sur le site, lors de la mise en place de ces réseaux enterrés, sont négligeables.

Les tranchées sont faites au droit des chemins d'accès puis sous les voies existantes dans les lieux présentant peu d'intérêt écologique, à une profondeur empêchant toute interaction avec les engins agricoles.

Ils passeront également, pour partie, à travers les champs concernés et au plus court.

Aucun apport ou retrait de matériaux du site n'est nécessaire. Ouverture de tranchées, mise en place de câbles et fermeture des tranchées seront opérés en continu, à l'avancement, sans aucune rotation d'engins de chantier. Les pistes seront restituées dans leur état initial, sans élargissement supplémentaire.

Des bornes seront laissées en surface au droit du passage du câble 20 kV pour matérialiser la présence de celui-ci.

IV - C - 1 - e) POSTE DE LIVRAISON

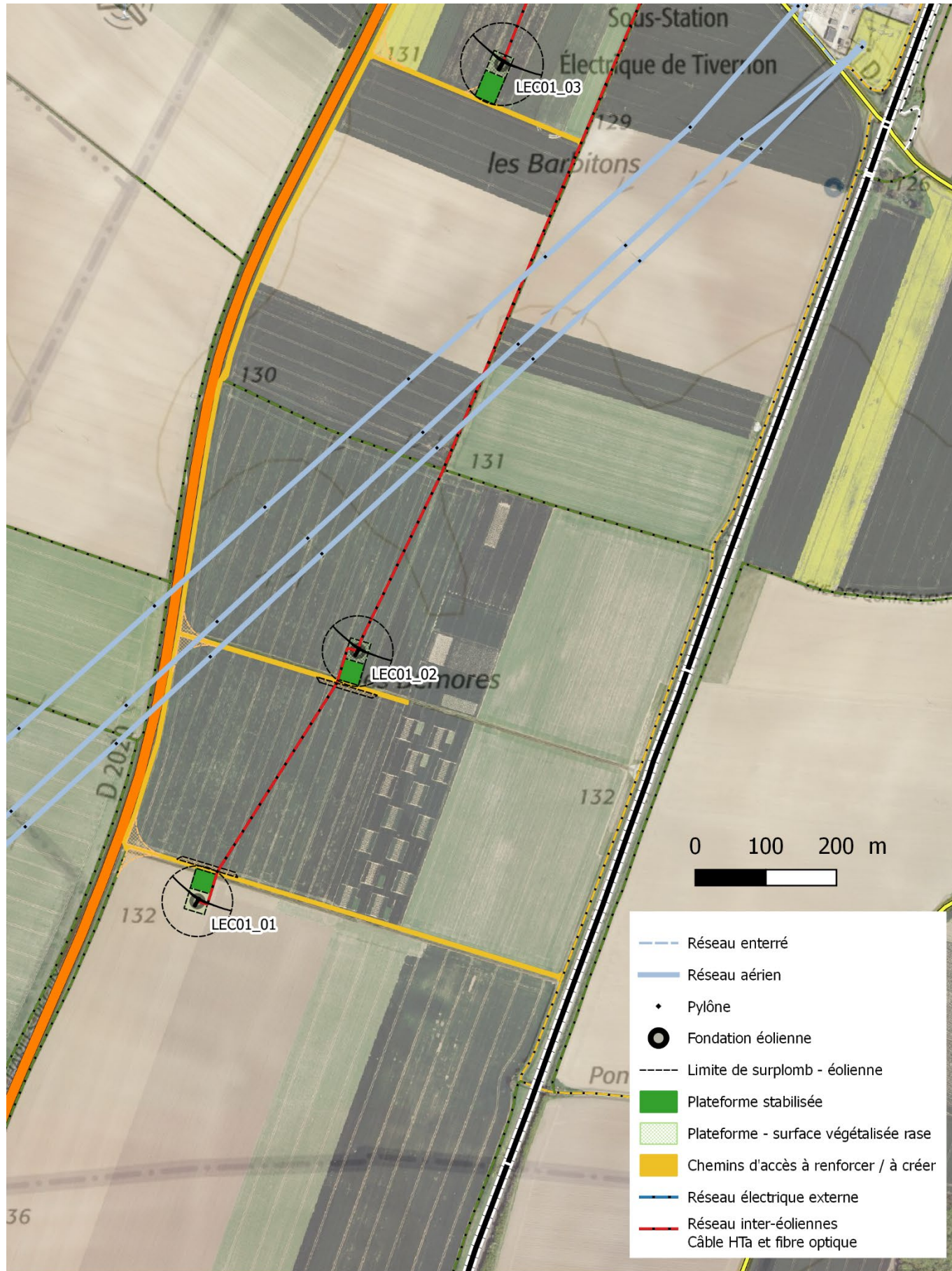
Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

Il est prévu la construction d'un poste de livraison à proximité de la centrale électrique de Tivernon sur la parcelle identifiée ZA 69 de la commune de Tivernon. L'accès se fera via la D311 – Route de Janville.

IV - C - 1 - f) RESEAU ELECTRIQUE EXTERNE

Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité) situé à Tivernon. Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ERDF- Électricité Réseau Distribution France). Il est lui aussi entièrement enterré.

Il est prévu la construction d'un poste de livraison à proximité de la sous station électrique de Tivernon dont l'accès se fera par la RD 311 sur la commune de Tivernon. Ce poste est destiné à recevoir des cellules de protection et de comptage pour le raccordement du parc éolien, via un réseau souterrain, au poste électrique de transformation 90 kV du réseau de distribution puis de transport de la sous station électrique de Tivernon.



CARTE 11 - RESEAU INTERNE A L'INSTALLATION -IMPLANTATION PROJETEE – ZONE SUD



CARTE 12 - RESEAU INTERNE A L'INSTALLATION -IMPLANTATION PROJETEE – ZONE NORD

IV - C - 2) AUTRES RÉSEAUX

Le parc « *Les Eoliennes Citoyennes 1* » ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

V) IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DEL'INSTALLATION

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

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

V - A) POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien de « *Les Eoliennes Citoyennes 1* » 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 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou le(s) poste(s) de livraison.

Code déchet	Désignation	Contenu	Stockage	Bordereau de suivi	Traitement
13 02 6	Huiles usagées	Huiles issues des vidanges lors des opérations de maintenance et de dépannage	Cuve fermée sur rétention	Oui	Régénération
15 01 1	Cartons	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	Container fermé	Non	Recyclage
15 01 2	Emballages plastiques	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	Container fermé	Non	Recyclage
15 02 2	Matériaux souillés	Chiffons, contenants souillés par de la graisse, de l'huile, de la peinture ...	Bacs fermés sur rétention	Oui	Valorisation énergétique
16 01 7	Filtres à huile ou carburant	Filtres remplacés lors des opérations de maintenance et de dépannage	Fûts fermés sur rétention	Oui	Recyclage
16 05 4	Aérosols	Aérosols usagés de peinture, graisse, solvants... utilisés lors des maintenances et dépannages	Fûts fermés sur rétention	Oui	Traitement
16 06 1	Batteries au plomb et acide	Batteries des équipements électriques et électroniques remplacées lors des maintenances et dépannages	Bacs sur rétention	Oui	Recyclage
17 04 11	Câbles alu	Câbles électriques remplacés lors des maintenances	Bacs	Non	Recyclage
20 01 35	DEEE	Disjoncteurs, relais, condensateurs, sondes, prises de courant ...	Bacs	Oui	Recyclage
20 01 40	Ferraille	Visserie, ferrailles diverses ...	Bacs	Non	Recyclage
20 03 1	DIB	Équipements de Protection Individuelle usagés, déchets divers (alimentaires, poussières ...)	Container fermé	Non	Valorisation énergétique

DEEE / Déchets d'Équipement Électrique et Électronique - DIB /Déchets Industriels Banals

TABLEAU 23 - DECHETS ISSUS DE L'INSTALLATION – SOURCE JPEE

V - B) POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de « Les Eoliennes Citoyennes 1 » sont de cinq types :

- Chute d'éléments de l'aérogénérateur (boulons, morceaux d'équipements, etc.)
- Projection d'éléments (morceaux de pale, brides de fixation, etc.)
- Effondrement de tout ou partie de l'aérogénérateur
- Echauffement de pièces mécaniques
- Courts-circuits électriques (aérogénérateur ou poste de livraison). Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

INSTALLATION OU SYSTEME	FONCTION	PHENOMENE REDOUTE	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
		Chute de nacelle	Energie cinétique de chute
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets

TABLEAU 24 - POTENTIELS DE DANGERS

V - C) RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS À LA SOURCE

V - C - 1) PRINCIPALES ACTIONS PRÉVENTIVES

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.

V - C - 1 - a) CHOIX TECHNIQUES DE DEVELOPPEMENT DE PROJET ET DE CONCEPTION

Plusieurs choix techniques lors de la conception du projet ont été fait afin de réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Le choix d'implantation tient compte des distances séparant les éoliennes avec les habitations, les infrastructures et leurs servitudes.

Ainsi le projet « Les Eoliennes Citoyennes 1 » a été défini en prenant en compte, entre autres :

- 500 m vis-à-vis des premières habitations et des zones urbanisables ;
- 300 m des établissements SEVESO ;
- 125 m ou 135 m des routes à forte fréquentation ;
- 125 m ou 135 m des lignes électriques aériennes HTA et HTB.

De plus, les systèmes de sécurité ainsi que les méthodes et procédures de maintenance contribuent aux réductions des risques potentiels lié au fonctionnement du parc.

La réduction des potentiels de danger intervient principalement dans la prise en compte des servitudes techniques présentes, par le choix des matériels, par les systèmes de sécurité.

Les potentiels de dangers liés à l'utilisation des produits lors des opérations de maintenance, et à l'installation en elle-même sont réduits à la source par des consignes strictes :

- Aucun stockage dans l'aérogénérateur ou dans les postes électriques ;
- Apport de la quantité nécessaire et suffisante uniquement ;
- Personnel formé aux risques présentés par les produits utilisés ;
- Consignes de sécurité strictes, affichées et connues des employés (interdiction de fumer ou d'apporter une flamme nue, arrêt de l'éolienne lors des opérations de maintenance, équipements de travail adaptés, présence d'équipements de lutte incendie...);
- La maintenance annuelle prévoit un contrôle des systèmes hydrauliques (fuite, niveaux, etc.) ;

La tour et la nacelle jouent le rôle de rétentions.

V - C - 1 - b) ETUDE ITERATIVE DE LIMITATION DES IMPACTS

Trois variantes d'implantation ont été étudiées en prenant en compte l'ensemble des sensibilités du site : paysagères, patrimoniales et humaines, biologiques, et enfin techniques, afin de réduire systématiquement les impacts sur les éléments les plus sensibles.

Ce travail a également tenu compte du foncier, des pratiques agricoles et du ressenti et de l'acceptation locale (propriétaires, exploitants, riverains).

❖ Variante n°1 - solution en bosquet (regroupement des éoliennes)

Description :

Recherche d'une concentration des éoliennes pour éviter un étalement, en deux lignes pour un total de 5 éoliennes sur un axe longeant la voie ferrée

Avantages :

- Concentration foncière
- Impact visuel limité pour l'agglomération de Tivernon
- Densification du parc.

Inconvénients :

- Impact visuel pour la commune de Château gaillard avec une augmentation de l'occupation de l'horizon.
- Impact visuel de la voie ferrée, qui longe la variante.

❖ Variante n°2 - alignement en 2 rangées avec un espacement « normal » entre éoliennes (environ 450 à 500 m)

Description :

Recherche d'alignements marqués appuyé sur les lignes directrices du paysage existant

Projet composé de 9 éoliennes en deux lignes suivant l'axe de la voie ferrée.

Avantages :

- S'appuie sur les lignes directrices du paysage.
- Permet d'installer un nombre d'éoliennes un peu plus important que la variante 1 et 3.

Inconvénients :

- Implantation d'éolienne aux limites des zones d'éloignement des habitations.
- Impact visuelle pour les agglomérations de Tivernon et Toury par l'augmentation de l'occupation de l'horizon
- Impact visuel de la voie ferrée, qui longe dans toute sa longueur la variante avec des positions d'éoliennes proches et situées de part et d'autre.
- La distance de 450 m à 500m entre éoliennes engendre une petite perte de production par effet de sillage, mais qui reste marginale et acceptable.

❖ Variante n°3 - alignement en 1 ligne avec un espacement entre éoliennes plus importants

Description :

Recherche d'alignements et de fluidité en espaçant les éoliennes.

Projet sur une ligne de 6 éoliennes avec un espacement inter éolien plus important, s'appuyant sur les lignes directrices du paysage (ligne haute tension, voie routière, ...).

Avantages :

- S'appuie sur les lignes directrices du paysage (Lignes électriques THT, Route D2020, ...)
- Permet un impact visuel plus faible pour les bourgs proches en limitant le nombre de lignes d'éoliennes, en se rapprochant des parcs éoliens déjà existant.
- Maximise le rendement individuellement de chacune des éoliennes

Inconvénients :

- Nombre réduit d'éoliennes : une puissance installée plus faible que la variante 2 (faible contribution nationale à la production d'énergie renouvelable, ratio cout investissement en infrastructure (raccordement électrique et accès) / production plus important réduit le gain de productivité.
- L'espacement important entre les éoliennes, apporte peu de fluidité : au contraire donne une impression d'étalement et d'omniprésence.

La variante n°3 représente l'implantation la plus favorable.

V - C - 2) UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

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

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

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

VI) ANALYSE DES RETOURS D'EXPÉRIENCE

L'objectif de ce chapitre de l'étude de dangers est de rappeler les différents incidents et accidents qui sont survenus dans la filière éolienne, afin d'en faire une synthèse en vue de l'analyse des risques pour l'installation et d'en tirer des enseignements pour une meilleure maîtrise du risque dans les parcs éoliens.

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

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accidents rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés.

VI - A) INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien de « Les Eoliennes Citoyennes 1 ». Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne.

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

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

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

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012. Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné. Il peut être complété des 72 incidents enregistrés entre début 2012 et fin 2019

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

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2015. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs.

Dans ce graphique sont présentées :

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

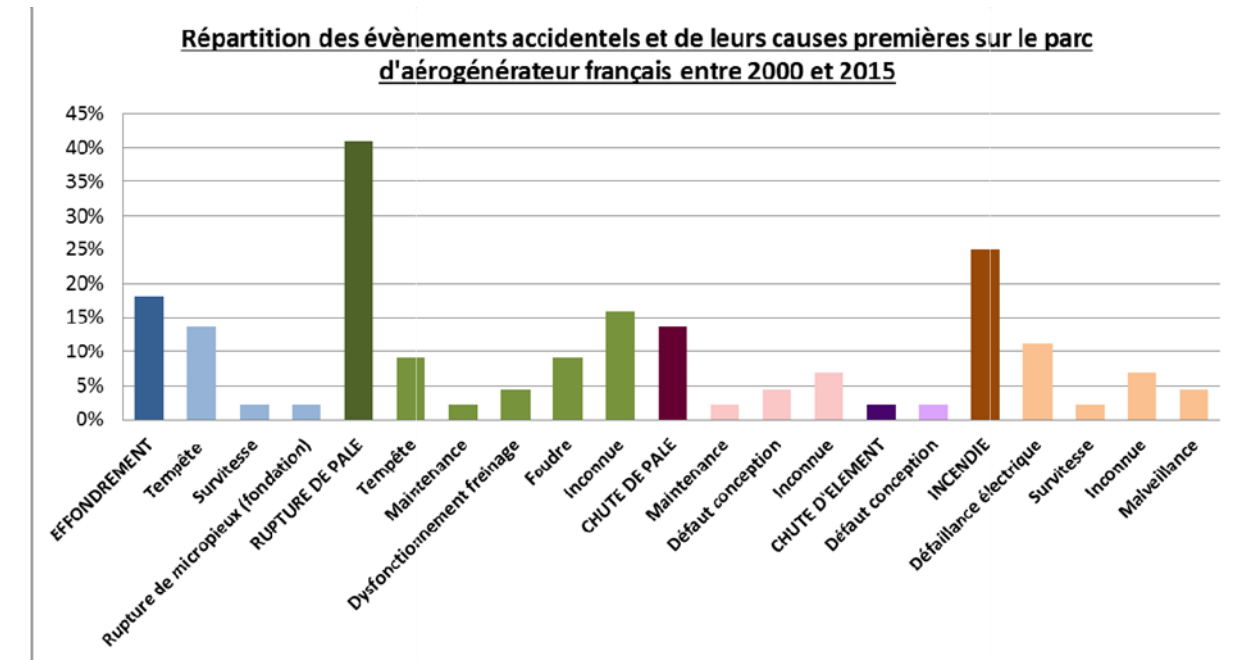


FIGURE 4 - REPARTITION DES EVENEMENT ACCIDENTELS ET DE LEUR CAUSES PREMIERES SUR LE PARC D'AEROGENERATEUR FRANÇAIS ENTRE 2000 ET 2015

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.

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

VI - B) INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS À L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne au 30 septembre 2020.

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 au moment de sa consultation, seuls sont considérés comme des « accidents majeurs » les événements d'effondrement, rupture de pales, chute d'éléments et les incendies. Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

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

Répartition des évènements accidentels dans le monde entre 2000 et 2020

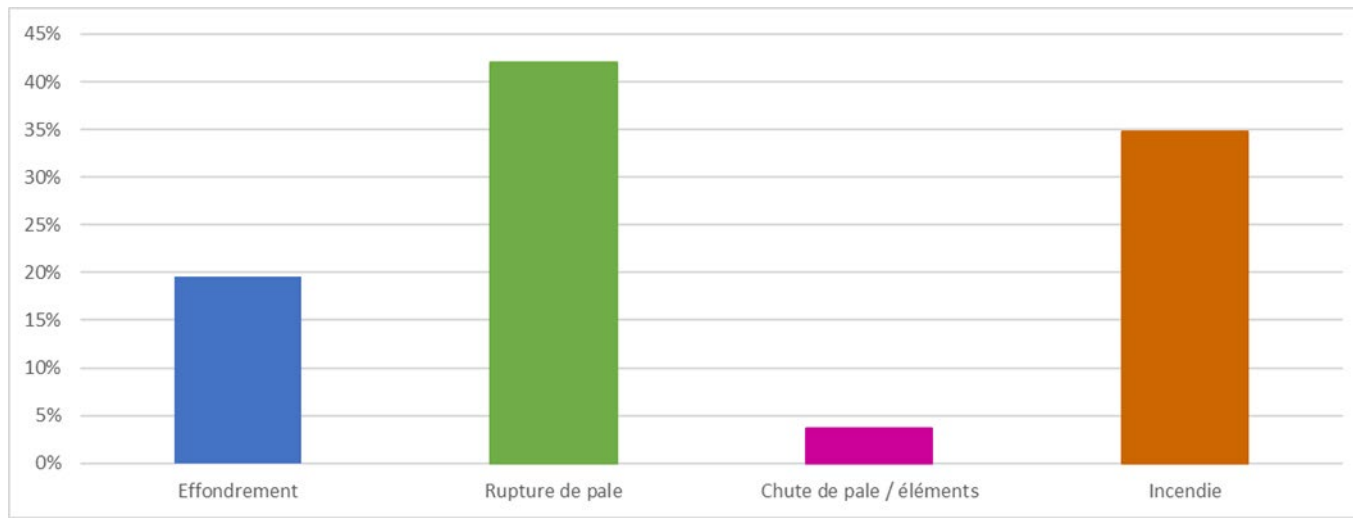


FIGURE 5 - REPARTITION DES EVENEMENTS ACCIDENTELS DANS LE MONDE ENTRE 2000 ET 2020

Par comparaison avec l'analyse des événements observés entre 2000 et 2011 par le groupe de travail SER/FEE, la répartition entre 2000 et 2020 est du même ordre de grandeur.

Ci-après, le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés) est celui résultant de l'analyse des données 2000-2011 réalisée par le groupe de travail SER/FEE.

Répartition des causes premières de rupture de pale

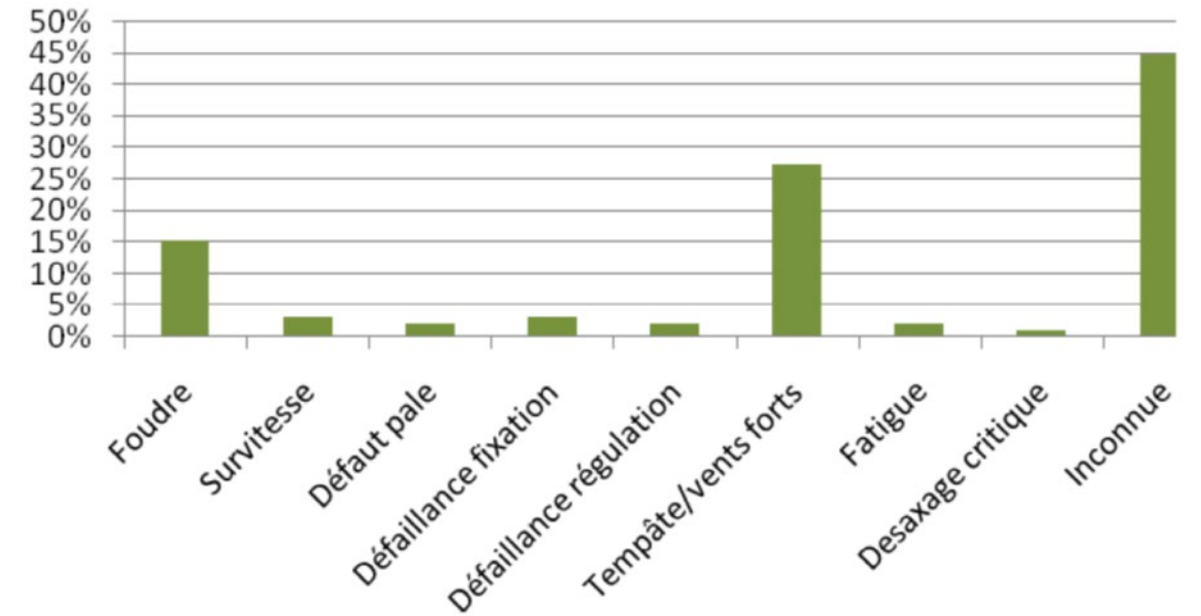


FIGURE 6 - REPARTITION DES CAUSES PREMIERES DE RUPTURE DE PALE

Répartition des causes premières d'effondrement

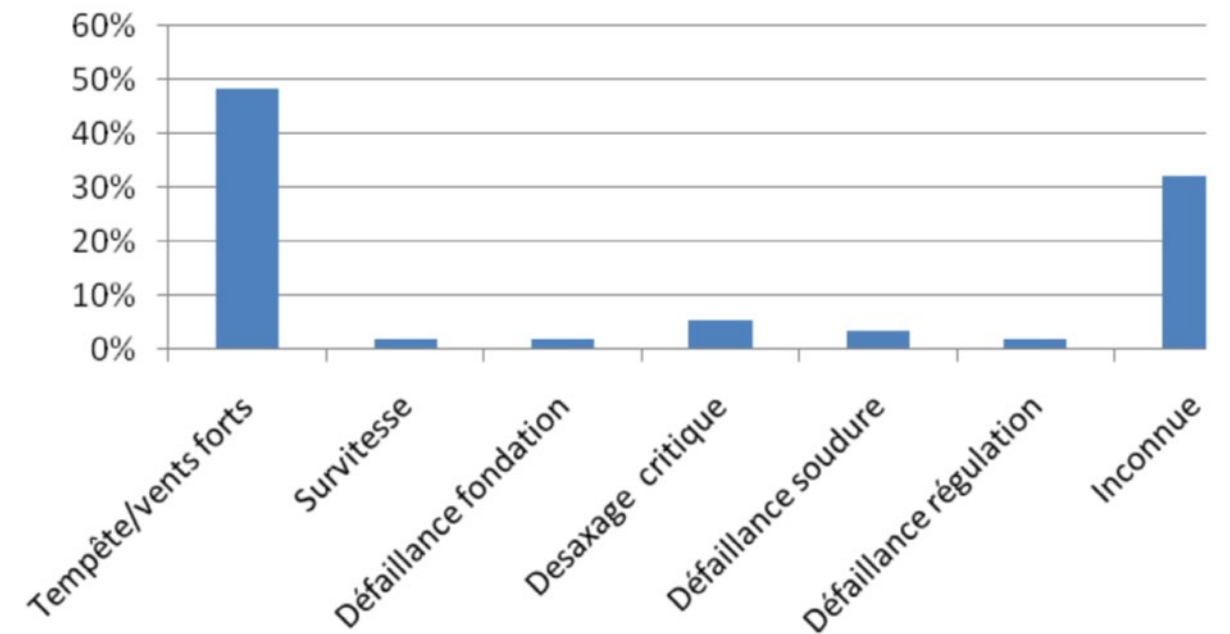


FIGURE 7 - REPARTITION DES CAUSE PREMIERES D'EFFONDREMENT

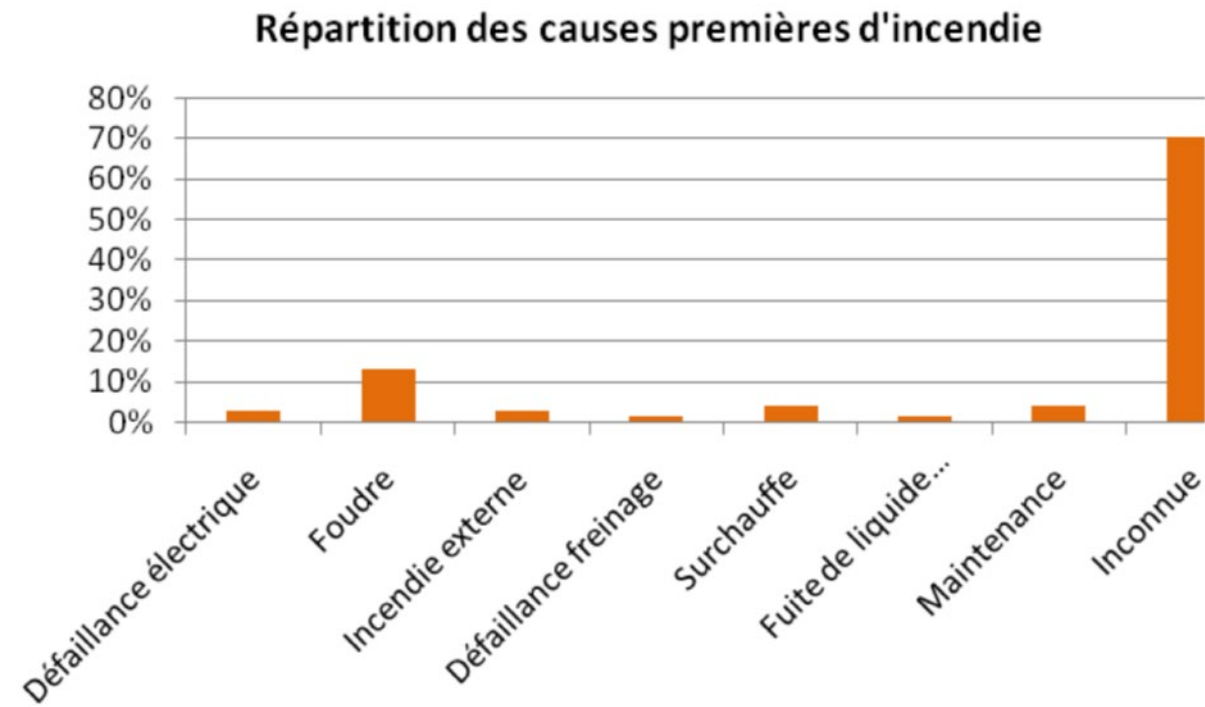


FIGURE 8 - REPARTITION DES CAUSES PREMIERES D'INCENDIE

VI - C) INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

L'installation projetée ne relève pas d'une extension ou d'une révision de l'étude.

VI - D) SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPÉRIENCE

VI - D - 1) ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

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

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

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

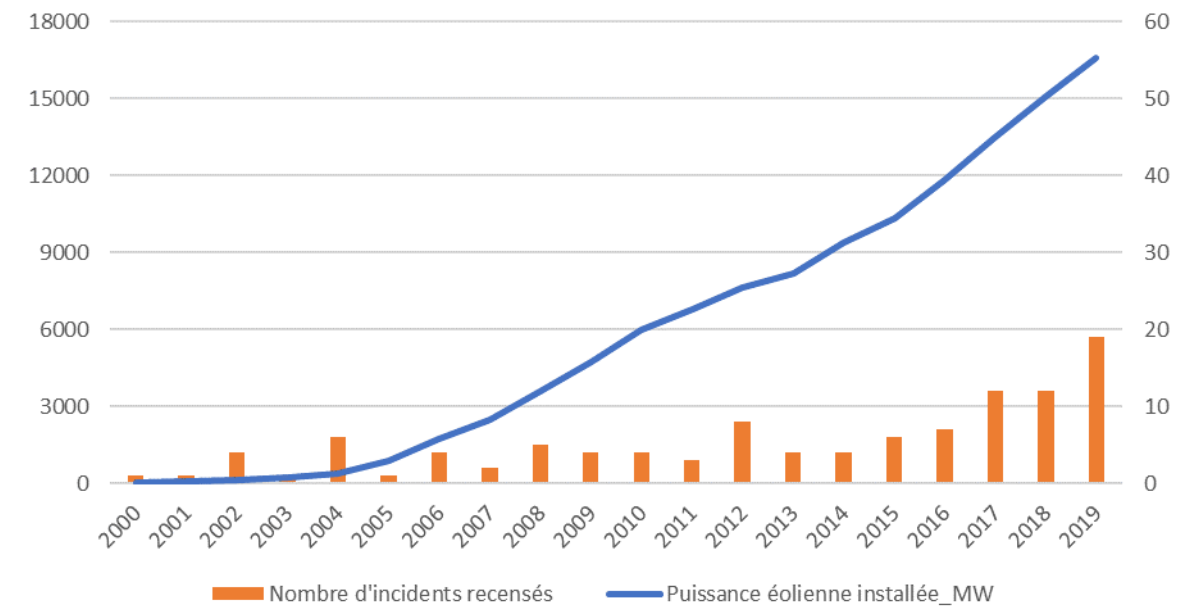


FIGURE 9 - ÉVOLUTION DU NOMBRE D'INCIDENTS ANNUELS EN FRANCE ET NOMBRE D'ÉOLIENNES INSTALLÉES

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

VI - D - 2) ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FRÉQUENTS

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

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

VI - D - 2 - a) LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

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

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

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

VII) ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

VII - A) OBJECTIF DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

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

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

VII - B) RECENSEMENT DES ÉVÉNEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

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

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

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

- Inondations ;
- Séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- Incendies de cultures ou de forêts ;
- Pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses ;
- Explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

VII - C) RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les « agressions externes potentielles ». Ces agressions provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes.

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

- Les agressions externes liées aux activités humaines ;
- Les agressions externes liées à des phénomènes naturels.

VII - C - 1) AGRSSION EXTERNES LIÉES AUX ACTIVITÉS HUMAINES

Par conséquent ce tableau ne regroupe que les cas pour lesquels la distance est inférieure à 200 m.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines. Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 mètres constituent des agressions potentielles.

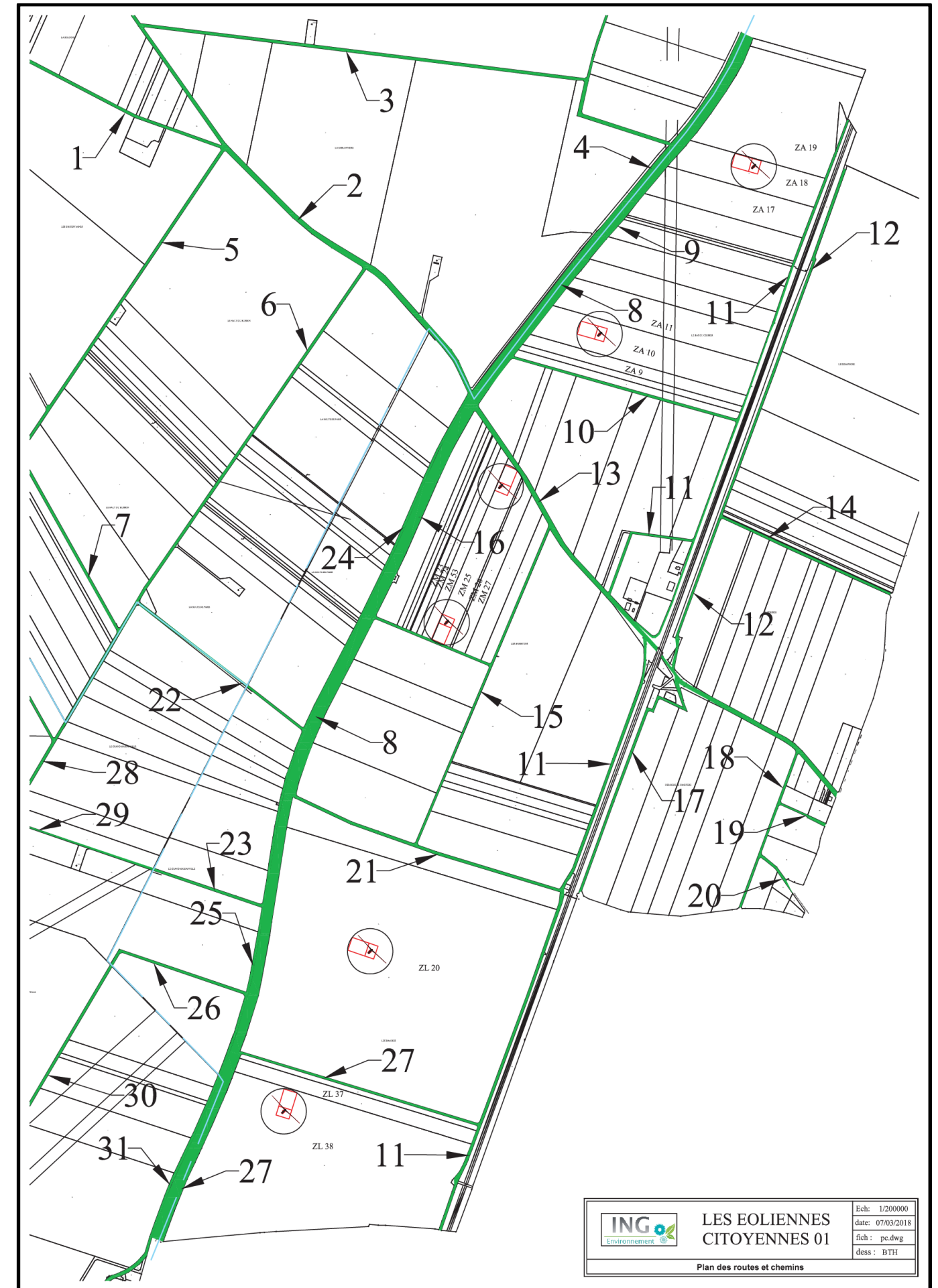
Infrastructure	Fonction	Evénement redouté	Danger Potentiel	Périmètre	Intitulé	Distance par rapport au mât des éoliennes					
						LEC01-01	LEC01-02	LEC01-03	LEC01-04	LEC01-05	LEC01-06
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	D2020	130 m	> 200 m	185 m	167 m	155 m	185 m
					Voie ferroviaire	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m
					Chemins Ruraux	[27] : 44 m		[15] : 56 m [16] : 171 m	[13] : 59 m [16] : 153 m	[8] : 140 m [10] : 115 m	[9] : 170 m [11] : 182 m
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m		-	-	-	-	-	-
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m		> 200 m	136 m	> 200 m	160 m	163 m	198 m
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Voie blériot Est	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	459 m	> 500 m

TABLEAU 25 - DISTANCES DES EOLIENNES AUX ACTIVITES HUMAINES

Liste des chemins et routes - Les Eoliennes Citoyennes 01

Commune	Chemins utilisés	Repère sur carte
Poinville	Chemin rural de Semonville à Maison Neuve	1
	Route départementale n°109-6 de Janville à Tivernon	2
	Chemin rural n°25 dit de la Sablonnière	3
	Chemin rural n°26 dit de la Route Nationale de Paris	4
	Chemin rural n°28 dit des 17 Mines	5
	Chemin rural n°27 dit des 16 Mines	6
	Chemin rural n°100 de Semonville à Lion en Beauce	7
Tivernon	Route Nationale n°20 de Paris à Toulouse et en Espagne	8
	Chemin rural de Château-Gaillard à Toury	9
	Chemin rural dit du Bas du Cerisier	10
	Chemin rural latéral du Chemin de fer	11
	Chemin rural du Cerisier du Sémaphore	12
	Route départementale n°311	13
	Chemin rural duit du Cerisier	14
	Chemin rural dit des Barbittons	15
	Chemin rural dit des Bimores aux Barbittons	16
	Chemin rural de la limite au C.D 311	17
	Chemin rural dit de la Maison Neuve	18
	Chemin rural de Cimetère	19
	Chemin rural de la Maison Neuve au Bourg	20
	Chemin rural de la limite	21
	Chemin rural de Semonville à la RN°20	22
	Chemin rural n°101	23
	Chemin rural dit de la R.N de Paris	24
	Chemin rural latéral à la Route Nationale 20	25
	Chemin rural n°100 dit de le Grand Marjanville	26
	Chemin rural des Bimores	27
Santilly	Chemin rural n°120	28
	Chemin rural n°118 de la R.D n°141 à la Route Nationale n°20	29
	Chemin rural n°121 dit le Grand Marjanville	30
	Chemin rural latéral à la R.N n°20	31

TABLEAU 26 - LISTE DES CHEMINS ET ROUTES



CARTE 13 - IDENTIFICATION DES CHEMINS ET ROUTES

VII - C - 2) AGRESSIONS EXTERNES LIÉES AUX PHÉNOMÈNES NATURELS

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Evènement probable en raison des tempêtes de 1995 et de 1999.
Foudre	Densité de foudroiement : 17, inférieur à la moyenne nationale Respect de la norme IEC 61 400-24 ou EN 62 305-3 (Décembre 2006)
Glissement de sols/Affaissement miniers.	Aléa « a priori nul » à « moyen » de retrait et gonflement des argiles ; Cavité : présence de cavités
Inondation	Sensibilité faible Mais la zone est traversée par une « nappe sub-affleurante » possible.

TABLEAU 27 - SYNTHÈSE DES AGRESSIONS EXTERNES LIÉES AUX PHÉNOMÈNES NATURELS

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.

Concernant le risque d'inondation, cette possibilité est d'autant plus faible que l'étude pédologique a confirmé l'absence de traces de zone humide. Dans l'éventualité de remontée d'eau ou d'inondation, la conception de l'éolienne permet d'éviter tout risque de pénétration à l'intérieur : la jonction entre la tour et la fondation est étanche. Il est également important de préciser qu'une installation électrique est en contact direct avec la fondation. En effet, seul le transformateur est en partie basse et celui-ci est sur des supports surélevés évitant un potentiel contact. Les autres éléments électriques sont installés au premier niveau à l'intérieur de la tour de l'éolienne.

VII - D) SCÉNARIOS ÉTUDIÉS DANS L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

Après avoir recensé, dans un premier temps, les potentiels de danger des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux, l'APR doit identifier l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération du danger.

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

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

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

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

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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de 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
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les Courts-circuits (N°5)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6)	2

				Protection et intervention incendie (N°7)	Propagation de l'incendie	
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
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	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

TABLEAU 28 - ANALYSE GÉNÉRIQUE DES RISQUES (SOURCE : INERIS/SER/FEE, 2012)

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.

VII - E) EFFETS DOMINOS

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

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

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

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

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

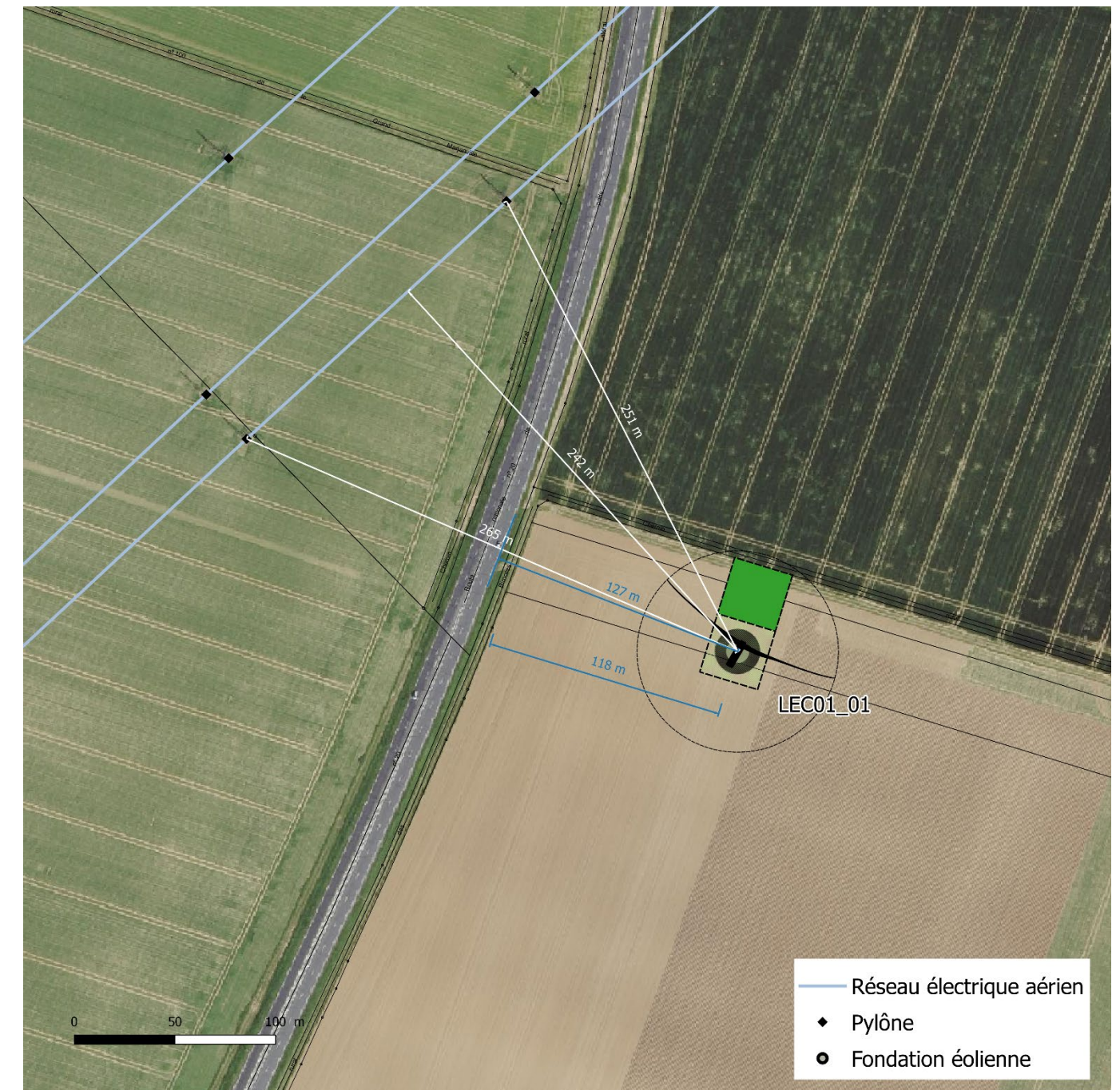
L'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE est limitée aux installations présentes dans un rayon de 100 mètres (source : INERIS/SER/FEE, Mai 2012).

Sur la zone d'étude, aucune éolienne du parc éolien « Les Eoliennes Citoyennes 1 » ne se trouve à moins de 100 mètres d'une installation ICPE, ni d'une installation sensible (lignes Haute Tension ou pylônes).

	Hauteur de ruine / Longueur de pale	Distance d'éloignement	
		Pylônes de la ligne électrique la plus proche	Ligne électrique (axe)
LEC01_01	125 m / 50 m	251 m 265 m	242 m
LEC01_02	125 m / 50 m	147 m 209 m	136 m
LEC01_03	135 m / 58,5 m	223 m 279 m 281 m 295 m	208 m 244 m
LEC01_04	135 m / 58,5 m	215 m 220 m	162 m
LEC01_05	135 m / 58,5 m	188 m 204 m	165 m
LEC01_06	135 m / 58,5 m	218 m 229 m	197 m

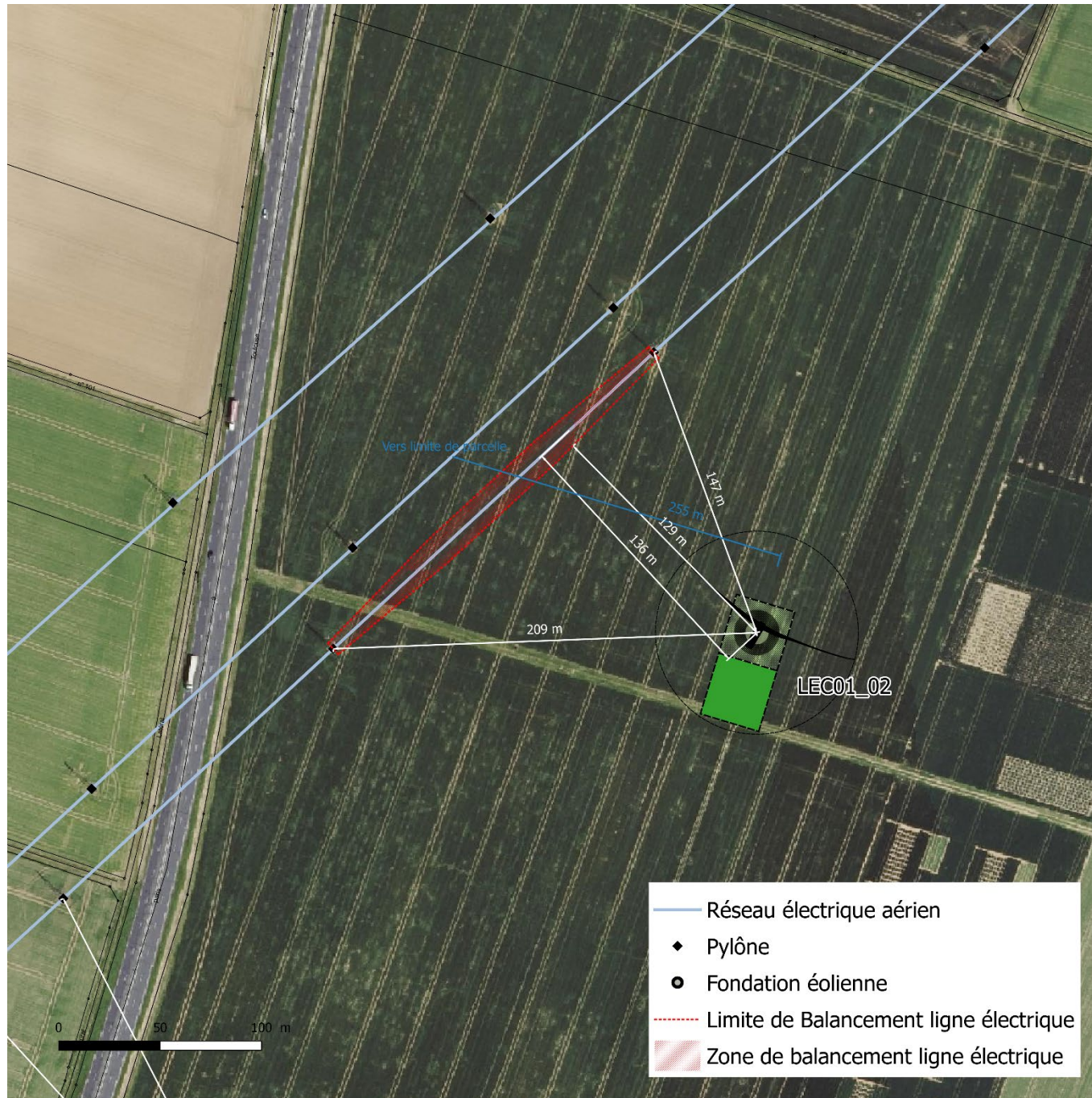
TABEAU 29 - TABLEAU DE SYNTHÈSE DES DISTANCES D'ÉLOIGNEMENT AVEC LES INFRASTRUCTURES ÉLECTRIQUES PROCHES

Vérifications des distances d'éloignement



CARTE 14 – EOLIANNE N°1 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES

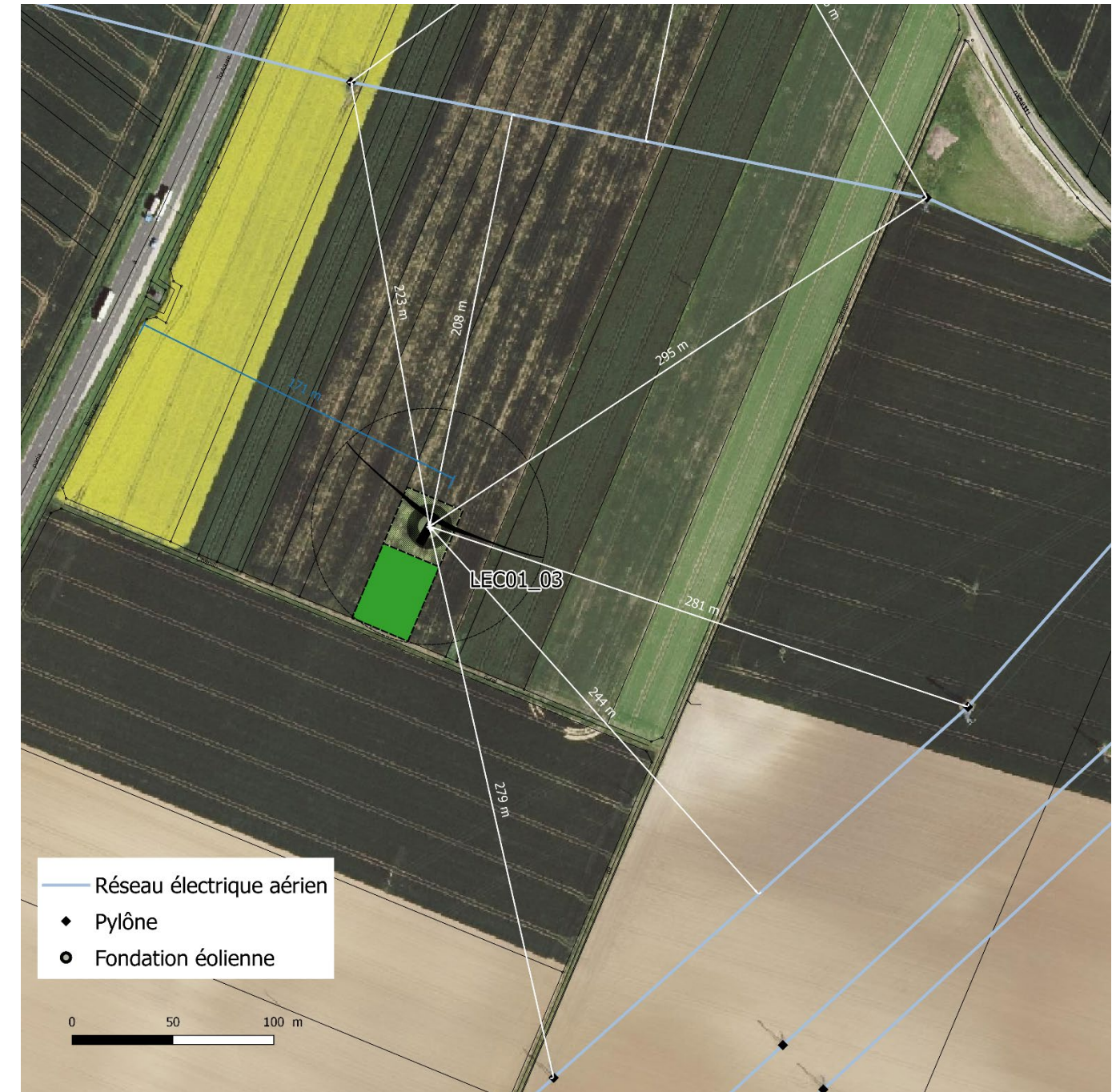
Les distances d'éloignement avec les pylônes électriques et les lignes Haute Tension sont supérieures à la hauteur de ruine de l'éolienne.



CARTE 15 - EOLIENNE N°2 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES

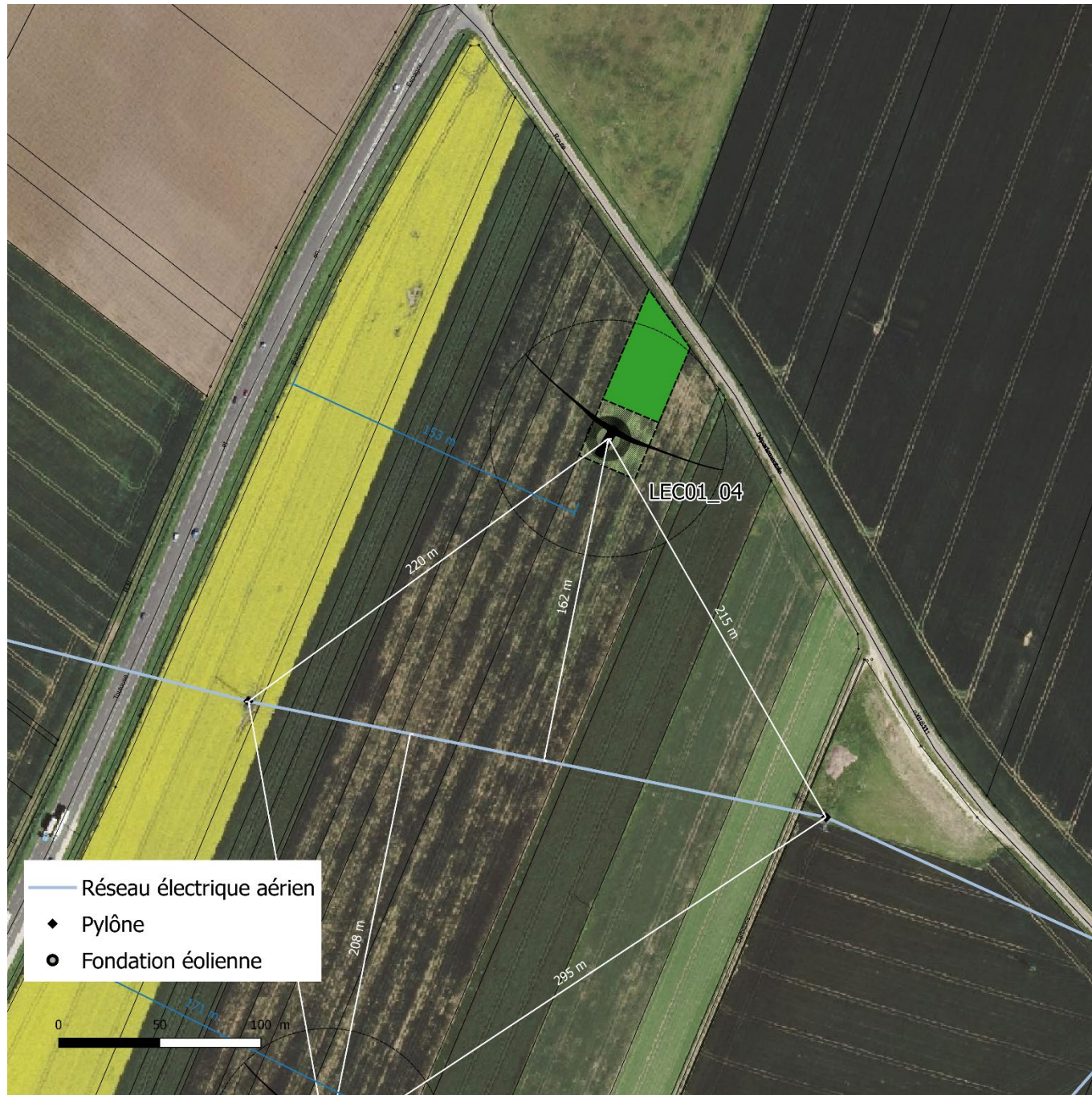
Les distances d'éloignement avec les pylônes électriques et les lignes Haute Tension sont supérieures à la hauteur de ruine de l'éolienne.

Une analyse plus précise, établie selon les informations fournies par RTE, a été réalisée en compte le balancement des câbles de la ligne HT la plus proche. Celle-ci a permis de déterminer que dans tous les cas possibles : la distance d'éloignement de 129 m de la position de la ligne HT la plus proche, était bien supérieure à la hauteur de ruine de l'éolienne.



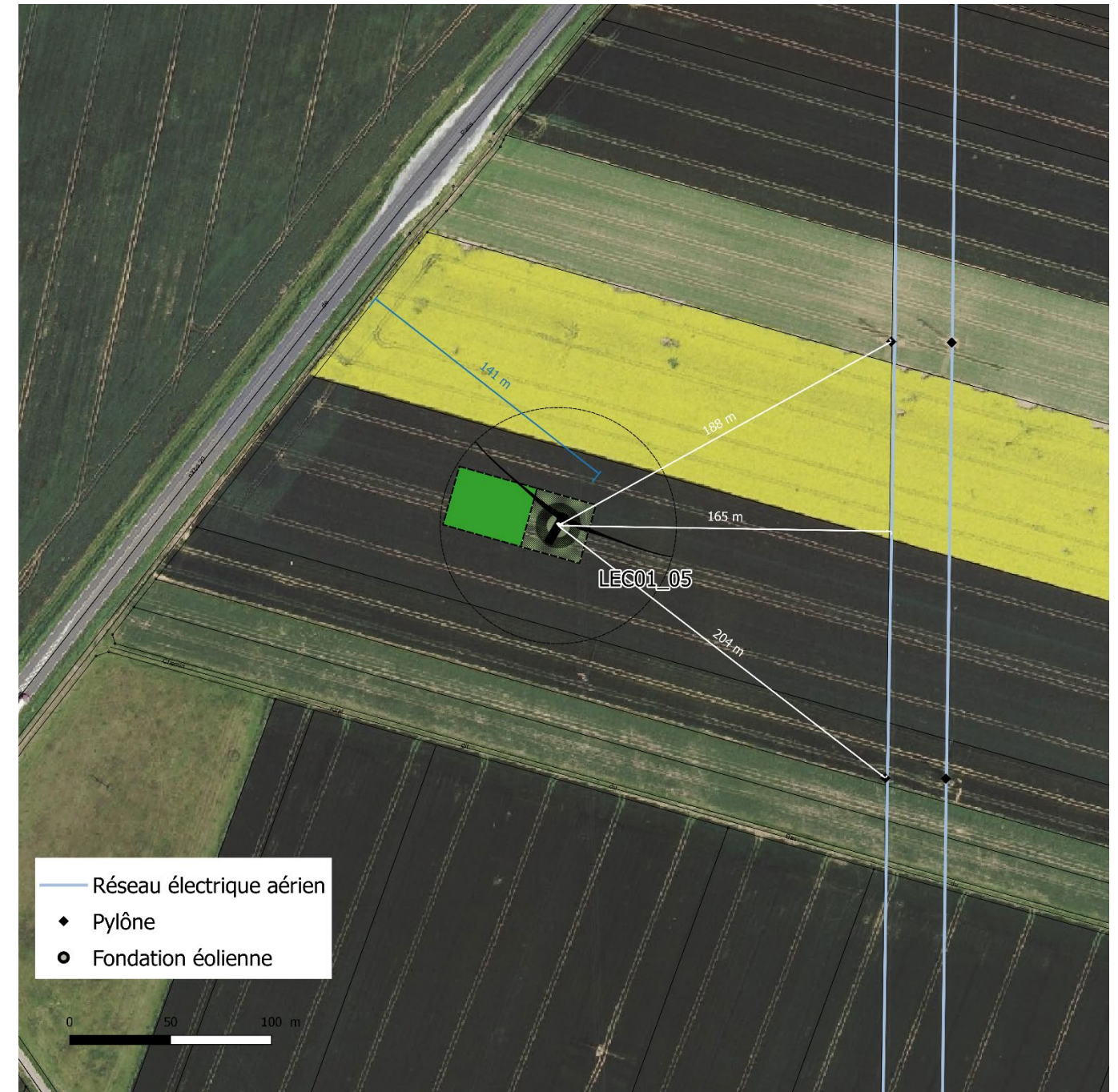
CARTE 16 - Eolienne n°3 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES

Les distances d'éloignement avec les pylônes électriques et les lignes Haute Tension sont supérieures à la hauteur de ruine de l'éolienne.



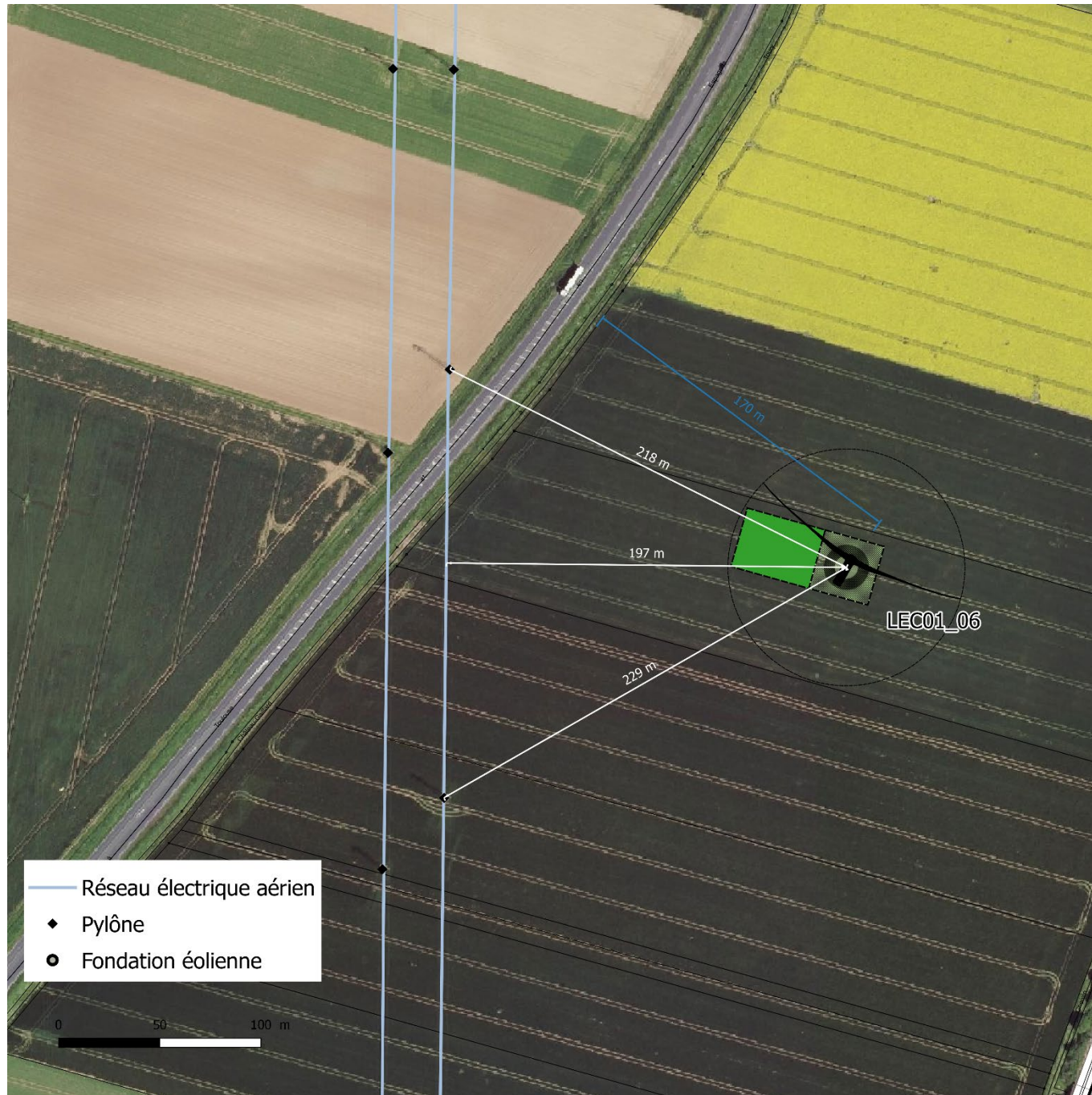
CARTE 17 - Eolienne n°4 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES

Les distances d'éloignement avec les pylônes électriques et les lignes Haute Tension sont supérieures à la hauteur de ruine de l'éolienne.



CARTE 18 - Eolienne n°5 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES

Les distances d'éloignement avec les pylônes électriques et les lignes Haute Tension sont supérieures à la hauteur de ruine de l'éolienne.



CARTE 19 - Eolienne n°6 - CARTOGRAPHIE DES DISTANCES AUX INFRASTRUCTURES

Les distances d'éloignement avec les pylônes électriques et les lignes Haute Tension sont supérieures à la hauteur de ruine de l'éolienne.

VII - F) MISE EN PLACE DES MESURES DE SÉCURITÉ

La troisième étape de l'analyse préliminaire des risques consiste à identifier les barrières de sécurité installées sur les aérogénérateurs et qui interviennent dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux listés dans le tableau APR et de leurs conséquences.

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc « Les Eoliennes Citoyennes 1 ». Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).
 Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est recommandé de mesurer cette indépendance à travers les questions suivantes :
 - Est-ce que la mesure de sécurité décrite a pour unique but d'agir pour la sécurité ? Il s'agit en effet ici de distinguer ces dernières de celles qui ont un rôle dans la sécurité mais aussi dans l'exploitation de l'aérogénérateur.
 - Cette mesure est-elle indépendante des autres mesures intervenant sur le scénario ?
- **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.
 Il s'agit ici de vérifier que la mesure de maîtrise des risques agira « à temps » pour prévenir ou pour limiter les accidents majeurs. Dans le cadre d'une étude de dangers éolienne, l'estimation de ce temps de réponse peut être simplifiée et se contenter d'une estimation d'un temps de réponse maximum qui doit être atteint. Néanmoins, et pour rappel, la réglementation impose les temps de réponse suivants :
 - Une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;
 - Une seconde mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes ;
- **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. Il s'agit de vérifier qu'une mesure de sécurité est bien dimensionnée pour remplir la fonction qui lui a été assignée.

- **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.

Note 1 : Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme « NA » (Non Applicable).

Note 2 : Certaines mesures de maîtrise des risques ne remplissent pas les critères « efficacité » ou « indépendance » : elles ont une fiabilité plus faible que d'autres mesures de maîtrise des risques. Celles-ci peuvent néanmoins être décrites dans le tableau ci-dessous dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'Aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage	1
Description	<p>Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Ce système vient en ajout aux systèmes « standards » de l'éolienne (correspond à une option qui sera installée sur toutes les éoliennes).</p> <p>Bien que le redémarrage pourrait se faire automatiquement après disparition des conditions de givre, l'éolienne ne pourra redémarrer que manuellement à la suite d'une inspection visuelle sur site.</p>	
Indépendance	Non. Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.	
Temps de réponse	Immédiat (L'alarme est déclenchée dès que le capteur est gelé ou détecte de la neige.)	
Efficacité	100 %	
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne	
Maintenance	Vérification des capteurs du système de détection de givre lors des maintenances préventives annuelles.	

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Signalisation du risque par panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	N/A		
Efficacité	100 % Compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, il est considéré que l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	N/A		
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 t° pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont en-dessous des seuils d'alarme		
Description	Des sondes de température sont mises en place sur les équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur). Ces sondes ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine < 1 min.		
Efficacité	100 %		
Tests	Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de température de chaque capteur.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage. Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2) et EN 954-1		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis (soit 25 m/s sur 10 min, soit 32 m/s sur 3s), indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	15 à 60s (l'arrêt de l'éolienne se fait selon le programme de freinage adéquat) L'exploitant désigné (JPEE Maintenance) sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupeure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	<p>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 de la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.</p> <p>La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d'arc et de l'acquiescement manuel du défaut.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	Test des détecteurs d'arc à la mise en service puis tous les 6 mois.		
Maintenance	<p>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.</p> <p>Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.</p>		

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>Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010)</p> <p>Parafoudres sur la nacelle + récepteurs de foudre sur les 2 faces des pales</p> <p>Mise à la terre (nacelle/mât, sections de mât, mât/fondation)</p> <p>Parasurtenseurs sur les circuits électriques</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat, dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	Avant la première mise en route de l'éolienne, une mesure de mise à la terre est effectuée.		

Maintenance	<p>Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.</p> <p>Contrôle de l'état de l'installation de mise à la terre dans le mât à chaque maintenance préventive.</p>
--------------------	--

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 à une alarme transmise à un poste de contrôle.</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.</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	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est, quant à lui, dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		
Tests	Vérification de la plausibilité des mesures de température		
Maintenance	<p>Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.</p> <p>Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.</p> <p>Maintenance curative à la suite d'une défaillance du matériel.</p>		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	<p>Détecteurs de niveau d'huiles</p> <p>Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération</p> <p>Procédure d'urgence</p> <p>Kit antipollution</p>		

Description	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.</p> <p>Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants.</p> <p>Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange.</p> <p>Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>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.</p>
Indépendance	Oui
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite
Efficacité	100 %
Tests	Tests des systèmes hydrauliques à la mise en service, au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les ans suivant les manuels de maintenance.
Maintenance	<p>Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an.</p> <p>Les vérifications d'absence de fuites sont effectuées à chaque service planifié.</p> <p>Surveillance des niveaux d'huile via des outils d'analyses instantanées ou hebdomadaires.</p> <p>Inspection et maintenance curative en fonction du type de déclenchement d'alarme.</p>

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	Surveillance des vibrations Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblage (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités		
Description	<p>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.</p> <p>Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23.</p> <p>Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.</p> <p>Les éoliennes sont équipées de capteurs de vibration, qui entraînent l'arrêt en cas de dépassement des seuils définis.</p>		
Indépendance	Oui		

Temps de réponse	15 à 60s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté)
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 Yaw Gear, boulons de fixation de la nacelle, etc.) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure de maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	N/A		
Efficacité	100 %		
Tests	Traçabilité : rapport de service		
Maintenance	N/A		

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. Choix de la classe supérieure à la classe 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 (soit une valeur moyenne sur 10 minutes supérieure à 25 m/s ou une valeur moyenne sur 3 secondes supérieure à 32 m/s)		
Indépendance	Oui		

Temps de réponse	15 à 60 s suivant le programme de freinage
Efficacité	100 %.
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	Tous les ans. Maintenance préventive du système pitch (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment vérification du câblage et du système de lubrification automatique, graissage des roulements de pitch. Maintenance préventive du frein mécanique (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment inspection visuelle, vérification de l'épaisseur des plaquettes de frein et des capteurs du frein mécanique.

VII - G) CONCLUSION DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

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

Fonction de sécurité	Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	Détection des défaillances du réseau électrique Batteries pour chaque système pitch Système d'alimentation sans coupure (UPS)		
Description	Surveillance du réseau + surveillance des défaillances réseau par le convertisseur principal qui entraîne la déconnexion de l'éolienne du réseau électrique. Commande de l'éolienne et communication externe assurées pendant environ 10 min, permettant l'arrêt automatique de l'éolienne.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	150 ms pour identifier une défaillance réseau 15 à 60 s pour l'arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage		
Efficacité	100 %		
Tests	Vérification de la charge des batteries d'alimentation de secours des systèmes pitch lors de la séquence de démarrage de l'éolienne		
Maintenance	Remplacement des batteries du système pitch au cours de la maintenance quinquennal. Maintenance curative à la suite d'une défaillance du matériel. Remplacement anticipé des batteries du système pitch de l'éolienne n°1, tous les 2 ans		

TABLEAU 30 - ENSEMBLE DES FONCTIONS DE SECURITE (SOURCE : INERIS/SER/FEE, 2012)

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.

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	<p>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/m² 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 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.</p> <p>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.</p>
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	<p>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 impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)</p>
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	<p>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.</p> <p>Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.</p>
Infiltration d'huile dans le sol	<p>En cas d'infiltration d'huile dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.</p> <p>Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.</p>

TABEAU 31 - SCENARIOS EXCLUS (SOURCE : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

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

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

VIII) ETUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus à l'issue de l'analyse préliminaire des risques en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

VIII - A) RAPPEL DES DÉFINITIONS

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

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

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

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

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

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

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

VIII - A - 1) CINÉTIQUE

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

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

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

VIII - A - 2) INTENSITÉ

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets

liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13]).

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

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

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

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

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

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

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

TABLEAU 32 - DEGRE D'EXPOSITION

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

VIII - A - 3) GRAVITÉ

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

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.

Le tableau suivant regroupe les critères permettant d'évaluer la gravité du phénomène de danger en fonction de l'intensité d'exposition et du nombre de personne exposés

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

TABLEAU 33 - CRITERES PERMETTANT D'APPRECIER LES CONSEQUENCES DE L'EVENEMENT (SOURCE : ARRETE DU 29 /09/2005)

VIII - A - 4) PROBABILITÉ

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

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	P > 10 ⁻²
B	Probable S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	10 ⁻³ < P ≤ 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 ≤ 10 ⁻³

D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	10-5 < P ≤ 10-4
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	≤10-5

TABLEAU 34 - GRILLE DE CRITICITE DU SCENARIO REDOUTE (SOURCE : ARRETE DU 29 SEPTEMBRE 2005)

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 à la suite de la présence d'un véhicule ou d'une personne au point d'impact (probabilité d'atteinte). En effet, l'arrêté du 29 septembre 2005 impose une évaluation des probabilités de départ uniquement.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VIII - A - 5) MATRICE DE CRITICITE

La criticité de l'évènement est définie par le croisement de la probabilité et de la gravité via un tableau nommé « matrice de criticité ».

La criticité de l'évènement est alors définie à partir d'une cotation du couple probabilité-gravité et détermine 3 zones :

- En vert : une zone pour laquelle les risques peuvent être qualifiés de moindres et donc acceptables, l'évènement est alors jugé sans effet majeur et nécessite pas de mesures particulières ;
- En jaune : une zone de risques intermédiaires, pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes et la maîtrise des risques concernés doit être assurée et démontrée par l'exploitant (contrôles appropriés pour éviter tout écart dans le temps) ;
- En rouge : une zone de risques élevés, qualifiés de non acceptables et pour laquelle des modifications substantielles doivent être définies afin de réduire ceux-ci à un niveau acceptable ou intermédiaire, par la démonstration de la maîtrise de ce risque.

GRAVITÉ Conséquences	Classes de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Vert	Jaune	Jaune	Rouge
Modéré	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune

TABLEAU 35 - MATRICE DE CRITICITE DE L'INSTALLATION (SOURCE : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

VIII - B) CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS RETENUS

Les caractéristiques techniques des éoliennes Nordex retenues pour les calculs de risques dans la suite du document sont les suivantes :

éolienne		N100 - R75	N117 - R76
Rayon de rotor	R	49,90 m	58,40 m
Longueur de pale		48,70 m	57,30 m
Largeur base pale	LB	2,40 m	2,40 m
Hauteur moyeu	H	75,00 m	76,00 m
Largeur mât	L	4,30 m	4,30 m
Hauteur totale éolienne	HT	124,90 m	134,40 m

TABLEAU 36 - CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES NORDEX (N100 ET N117)

VIII - B - 1) EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE

VIII - B - 1 - a) 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 124,90 m et 134,40 m dans le cas des éoliennes du parc « Les Eoliennes Citoyennes 1 ».

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie. 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.

VIII - B - 1 - b) INTENSITE

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc « les éoliennes citoyennes ».

	Effondrement de l'éolienne			
	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
	$Z_I = (H \times L) + (3 \times R \times LB / 2)$	$Z_E = \pi \times (H + R)^2$	$d = (Z_I / Z_E) \times 100$	
N100 - R75	502	49 009	1,0	Forte
N117 - R76	537	56 748	0,9	Modéré

TABLEAU 37 - EVALUATION DE L'INTENSITE DANS LE SCENARIO DE L'EFFONDREMENT

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

VIII - B - 1 - c) GRAVITE

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

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

TABLEAU 38 - EVALUATION DE LA GRAVITE – EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE

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

Effondrement de l'éolienne (Dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
LEC01-01	0,05	Sérieux
LEC01-02	0,05	Sérieux
LEC01-03	0,06	Modéré
LEC01-04	0,06	Modéré
LEC01-05	0,06	Modéré
LEC01-06	0,06	Modéré

TABLEAU 39 - EVALUATION DE LA GRAVITE DANS LE SCENARIO DE L'EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE

VIII - B - 1 - d) PROBABILITE

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

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

TABLEAU 40 - FREQUENCE D'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE DANS LA LITTERATURE (SOURCE : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience¹, soit une probabilité de 4,47 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 : « *Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité* ».

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

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

- Respect intégral des dispositions de la norme IEC 61400-1
- 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.

¹ Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

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 ».

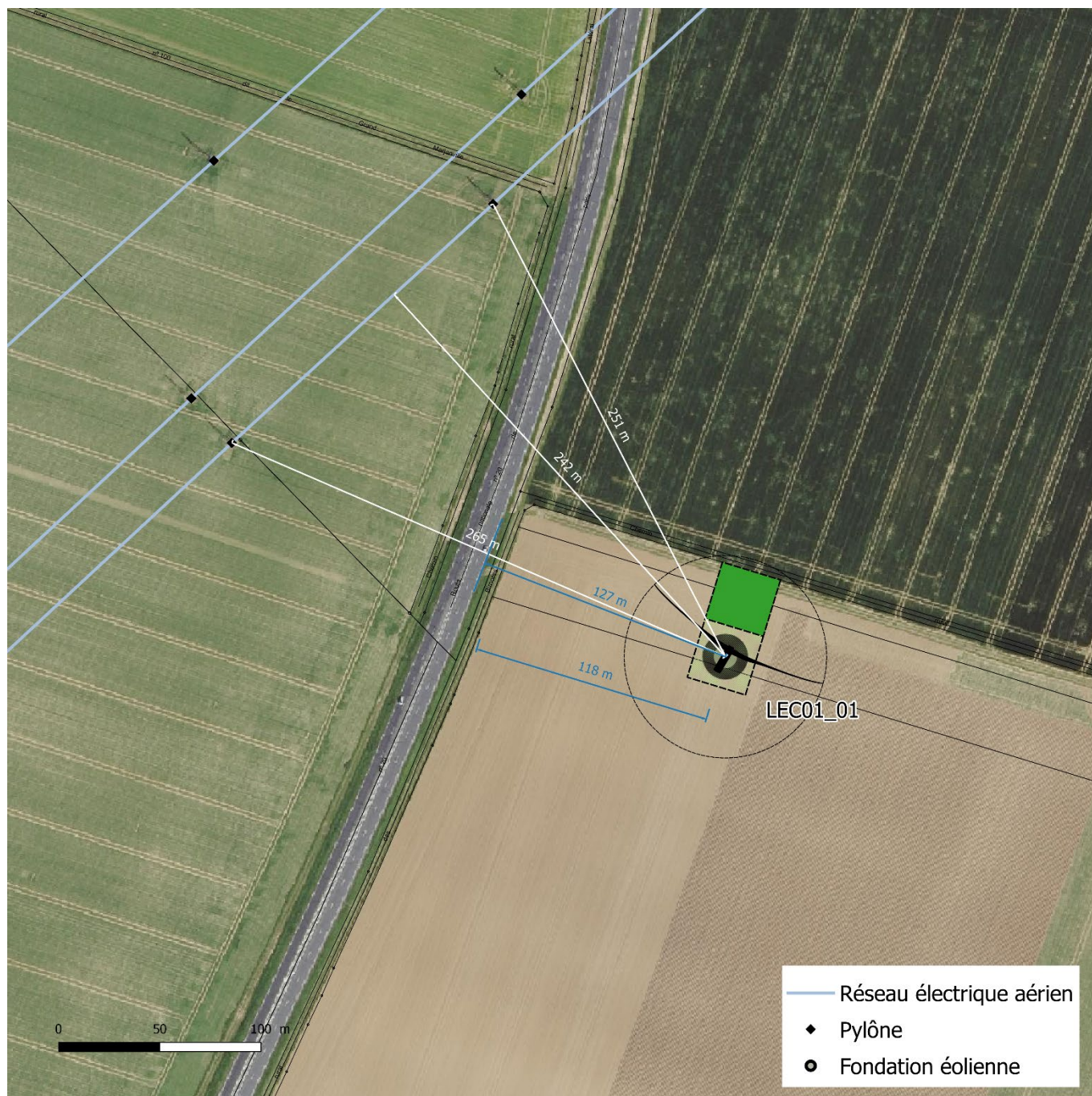
VIII - B - 1 - e) ACCEPTABILITE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Les Eoliennes Citoyennes 1 » la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne (Dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
LEC01-01	Sérieux	Acceptable
LEC01-02	Sérieux	Acceptable
LEC01-03	Modéré	Acceptable
LEC01-04	Modéré	Acceptable
LEC01-05	Modéré	Acceptable
LEC01-06	Modéré	Acceptable

TABLEAU 41 - DETERMINATION DE L'ACCEPTABILITE DU RISQUE DU SCENARIO « EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE »

Ainsi, pour le parc « Les Eoliennes Citoyennes 1 », le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.



CARTE 20 – IMPLANTATION DE L'ÉOLIENNE LEC01_01

L'éolienne LEC01_01 sera la plus proche de la D2020, elle sera située à 127 m du bord de la chaussée soit au-delà de la distance de ruine de l'éolienne.

VIII - B - 2) CHUTE DE GLACE

VIII - B - 2 - a) CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

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

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

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

VIII - B - 2 - b) 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 « Les Eoliennes Citoyennes 1 », la zone d'effet a donc un rayon de 49,9 m et 58,4 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

VIII - B - 2 - c) INTENSITÉ

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc « Les Eoliennes Citoyennes 1 ». ZI est la zone d'impact, ZE est la zone d'effet, R est la longueur de pale, SG est la surface du morceau de glace majorant (SG= 1 m²).

	Chute de glace			Intensité
	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	
	$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I / Z_E) \times 100$	
N100 - R75	1	7 823	0,01	Modéré
N117 - R76	1	10 715	0,01	Modéré

TABEAU 42 - ÉVALUATION DE L'INTENSITÉ DANS LE SCENARIO DE CHUTE DE GLACE

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

VIII - B - 2 - d) GRAVITE

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

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

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

Chute de glace		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
LEC01-01	0,01	Modéré
LEC01-02	0,01	Modéré
LEC01-03	0,01	Modéré
LEC01-04	0,01	Modéré
LEC01-05	0,01	Modéré
LEC01-06	0,01	Modéré

TABLEAU 43 - ÉVALUATION DE LA GRAVITE DANS LE SCENARIO « CHUTE DE GLACE »

VIII - B - 2 - e) PROBABILITE

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

VIII - B - 2 - f) ACCEPTABILITE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Les Eoliennes Citoyennes 1 », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable)

Chute de Glace		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
LEC01-01	Modéré	Acceptable
LEC01-02	Modéré	Acceptable
LEC01-03	Modéré	Acceptable
LEC01-04	Modéré	Acceptable
LEC01-05	Modéré	Acceptable
LEC01-06	Modéré	Acceptable

TABLEAU 44 - DETERMINATION DE L'ACCEPTABILITE DU RISQUE DU SCENARIO « CHUTE DE GLACE »

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, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

Ainsi, pour le parc éolien de « Les Eoliennes Citoyennes 1 », le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII - B - 3) CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIANNE

VIII - B - 3 - a) 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.

VIII - B - 3 - b) INTENSITE

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de « Les Eoliennes Citoyennes 1 ». d est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale et LB la largeur de la base de la pale.

Chute d'élément de l'éolienne				
	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
	$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I / Z_E) \times 100$	
N100 - R75	60	7 823	0,77	Modéré
N117 - R76	70	10 715	0,65	Modéré

TABLEAU 45 - EVALUATION DE L'INTENSITE DANS LE SCENARIO DE CHUTE D'ELEMENTS

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

VIII - B - 3 - c) GRAVITE

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre, 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 :

Si le phénomène de chute d'élément a engendré 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, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute d'élément et la gravité associée :

Chute d'élément de l'éolienne		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
LEC01-01	0,77	Modéré
LEC01-02	0,77	Modéré
LEC01-03	0,65	Modéré
LEC01-04	0,65	Modéré
LEC01-05	0,65	Modéré
LEC01-06	0,65	Modéré

TABLEAU 46 - EVALUATION DE LA GRAVITE DANS LE SCENARIO « CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE »

VIII - B - 3 - d) PROBABILITE

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

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

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

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

VIII - B - 3 - e) ACCEPTABILITE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Les Eoliennes Citoyennes 1 », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute d'élément de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
LEC01-01	Modéré	Acceptable
LEC01-02	Modéré	Acceptable
LEC01-03	Modéré	Acceptable
LEC01-04	Modéré	Acceptable
LEC01-05	Modéré	Acceptable
LEC01-06	Modéré	Acceptable

TABLEAU 47 - DETERMINATION DE L'ACCEPTABILITE DU RISQUE DU SCENARIO « CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE »

Ainsi, pour le parc éolien de « Les Eoliennes Citoyennes 1 », le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII - B - 4) PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

VIII - B - 4 - a) 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.

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

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.

VIII - B - 4 - b) INTENSITE

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc « Les éoliennes citoyennes ». d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale et LB la largeur de la base de la pale.

RE^2 correspond au rayon de la zone d'effet, soit 500 mètres. Il n'est pas à confondre avec le R du rayon du rotor.

Projection de pales ou de fragments de pales				
	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
	$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R E^2$	$d = (Z_I / Z_E) \times 100$	
N100 - R75	60	785 398	0,008	Modéré
N117 - R76	70	785 398	0,009	Modéré

TABLEAU 48 - EVALUATION DE L'INTENSITE DANS LE SCENARIO « PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES »

VIII - B - 4 - c) GRAVITE

En fonction de cette intensité, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

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

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

Projection de pales ou de fragments de pales		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
LEC01-01	51	Important
LEC01-02	45	Important
LEC01-03	50	Important
LEC01-04	53	Important
LEC01-05	67	Important
LEC01-06	74	Important

TABLEAU 49 - EVALUATION DE LA GRAVITE DANS LE SCENARIO « PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE »

VIII - B - 4 - d) PROBABILITE

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

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assessment for a wind farm project	1 x 10 ⁻⁶	Respect de l'Eurocode EN 1990-Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbine	1,1 x 10 ⁻³	Retour d'expérience au Danemark (1984- 1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances	6,1 x 10 ⁻⁴	Recherche Internet des Accidents entre 1996 et 2003

TABLEAU 50 - : FREQUENCE DE RUPTURE DE TOUT OU PARTIE DE PALE DANS LA LITTERATURE (SOURCE : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

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

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

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

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

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

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

VIII - B - 4 - e) ACCEPTABILITE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Les Eoliennes Citoyennes 1 », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de pales ou de fragment de pales		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
LEC01-01	Important	Acceptable
LEC01-02	Important	Acceptable
LEC01-03	Important	Acceptable
LEC01-04	Important	Acceptable
LEC01-05	Important	Acceptable
LEC01-06	Important	Acceptable

TABLEAU 51 - DETERMINATION DE L'ACCEPTABILITE DU RISQUE DU SCENARIO « PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES »

Ainsi, pour le parc éolien « Les Eoliennes Citoyennes 1 », le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII - B - 5) PROJECTION DE GLACE

VIII - B - 5 - a) 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 propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

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

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures. 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.

VIII - B - 5 - b) INTENSITE

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien « Les Eoliennes Citoyennes 1 ». d est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale, H la hauteur au moyeu et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

	Projection de morceaux de glaces			
	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	$ZE = \pi \times [1,5 \times (H + (2 \times R))]^2$	$d = (Z_I / Z_E) \times 100$	
N100 - R75	1	215 981	0,0005	Modéré
N117 - R76	1	262 752	0,0004	Modéré

TABLEAU 52 - EVALUATION DE L'INTENSITE DANS LE SCENARIO « PROJECTION DE GLACE »

VIII - B - 5 - c) GRAVITE

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

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

Il a été observé dans la littérature disponible 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.

La zone de projection de glace de chaque éolienne définie par le projet est traversée par la D2020 (N20) ainsi que par la voie ferrée concernant l'éolienne LEC01-06.

La détermination de la gravité sera calculée sans prendre en compte le nombre de véhicules ou trains empruntant ces voies dans la mesure où « la possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité ».

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

Nous avons considéré : Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Projection de morceaux de glace		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
LEC01-01	0,3	Modéré
LEC01-02	0,3	Modéré
LEC01-03	0,3	Modéré
LEC01-04	0,3	Modéré
LEC01-05	0,3	Modéré
LEC01-06	0,3	Modéré

TABLEAU 53 - ÉVALUATION DE LA GRAVITE DANS LE SCENARIO « PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE »

VIII - B - 5 - d) PROBABILITE

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.

VIII - B - 5 - e) ACCEPTABILITE

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 « Les Eoliennes Citoyennes 1 », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de morceaux de glace		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
LEC01-01	Modéré	Acceptable
LEC01-02	Modéré	Acceptable
LEC01-03	Modéré	Acceptable
LEC01-04	Modéré	Acceptable
LEC01-05	Modéré	Acceptable
LEC01-06	Modéré	Acceptable

TABLEAU 54 - DETERMINATION DE L'ACCEPTABILITE DU RISQUE DU SCENARIO « PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE »

Ainsi, pour le parc éolien de « Les Eoliennes Citoyennes 1 », le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII - C) SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

VIII - C - 1) TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

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

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition Forte et Modéré	D	<u>Sérieux et Modéré</u>
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A	<u>Modéré</u>
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	C	<u>Modéré</u>
Projection de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	<u>Important</u>

Projection de glace	1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	<u>Modéré</u>
----------------------------	-----------------------------------	--------	--------------------	---	---------------

TABLEAU 55 - TABLEAU DE SYNTHÈSE DES SCENARIOS ETUDIÉS

VIII - C - 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.

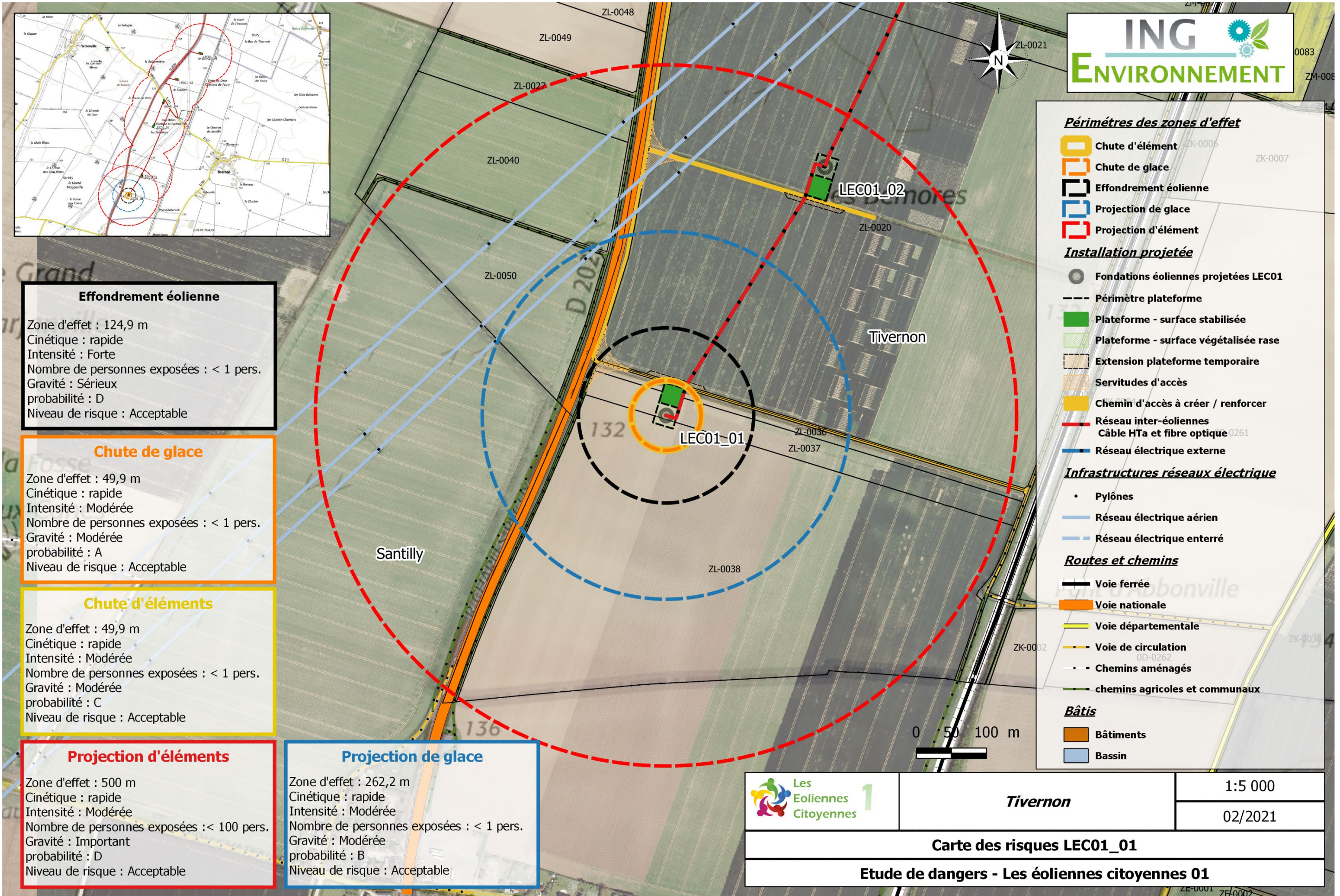
GRAVITÉ Conséquences	Classes de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Projection de pales			
Sérieux		Effondrement			
Modéré		Effondrement	Chute d'Éléments	Projection de glace	Chute de glace

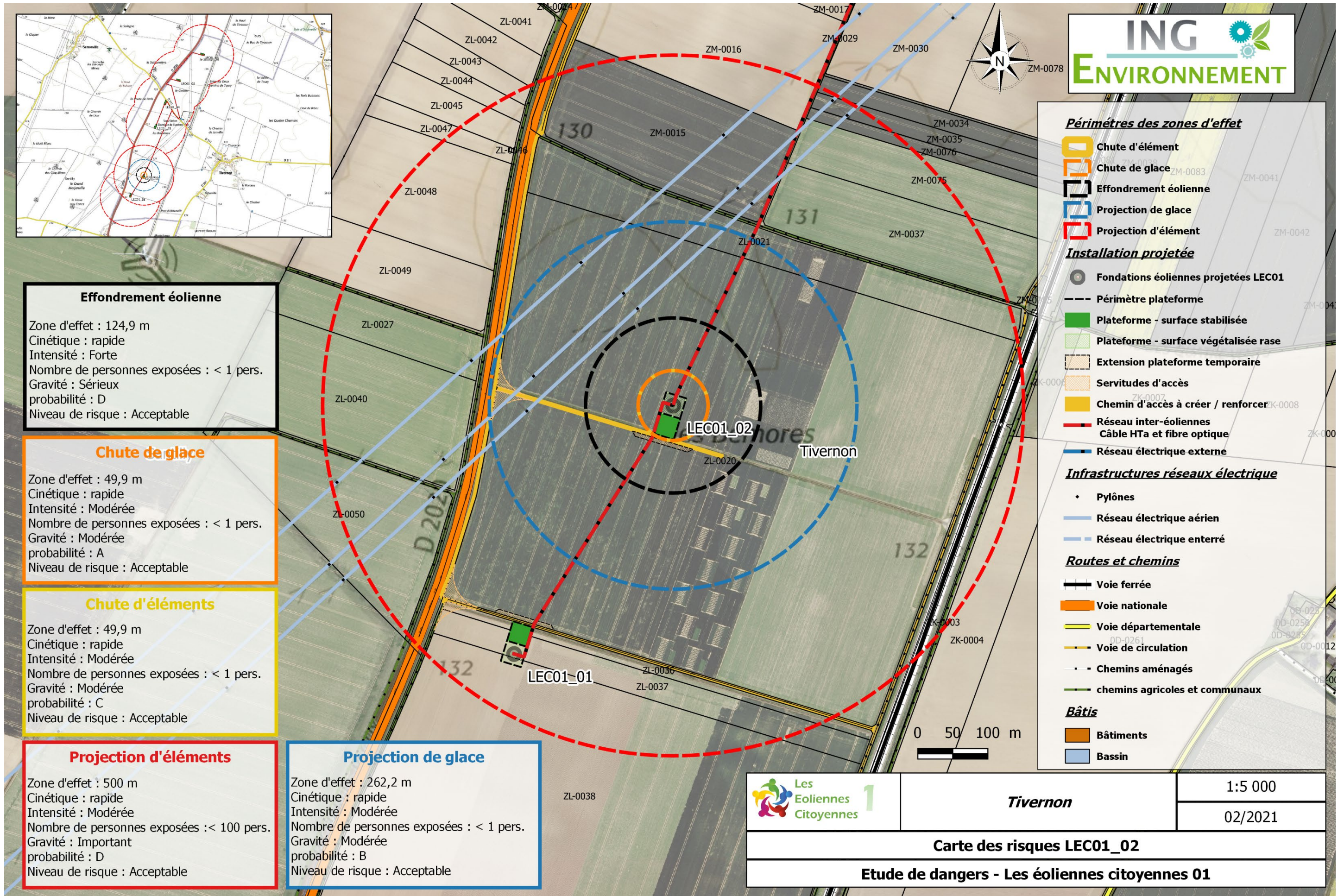
Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		Acceptable
Risque faible		Acceptable
Risque important		Non acceptable

TABLEAU 56 - MATRICE DE CRITICITE DE L'INSTALLATION (SOURCE : INERIS/SER/FEE, 2012)

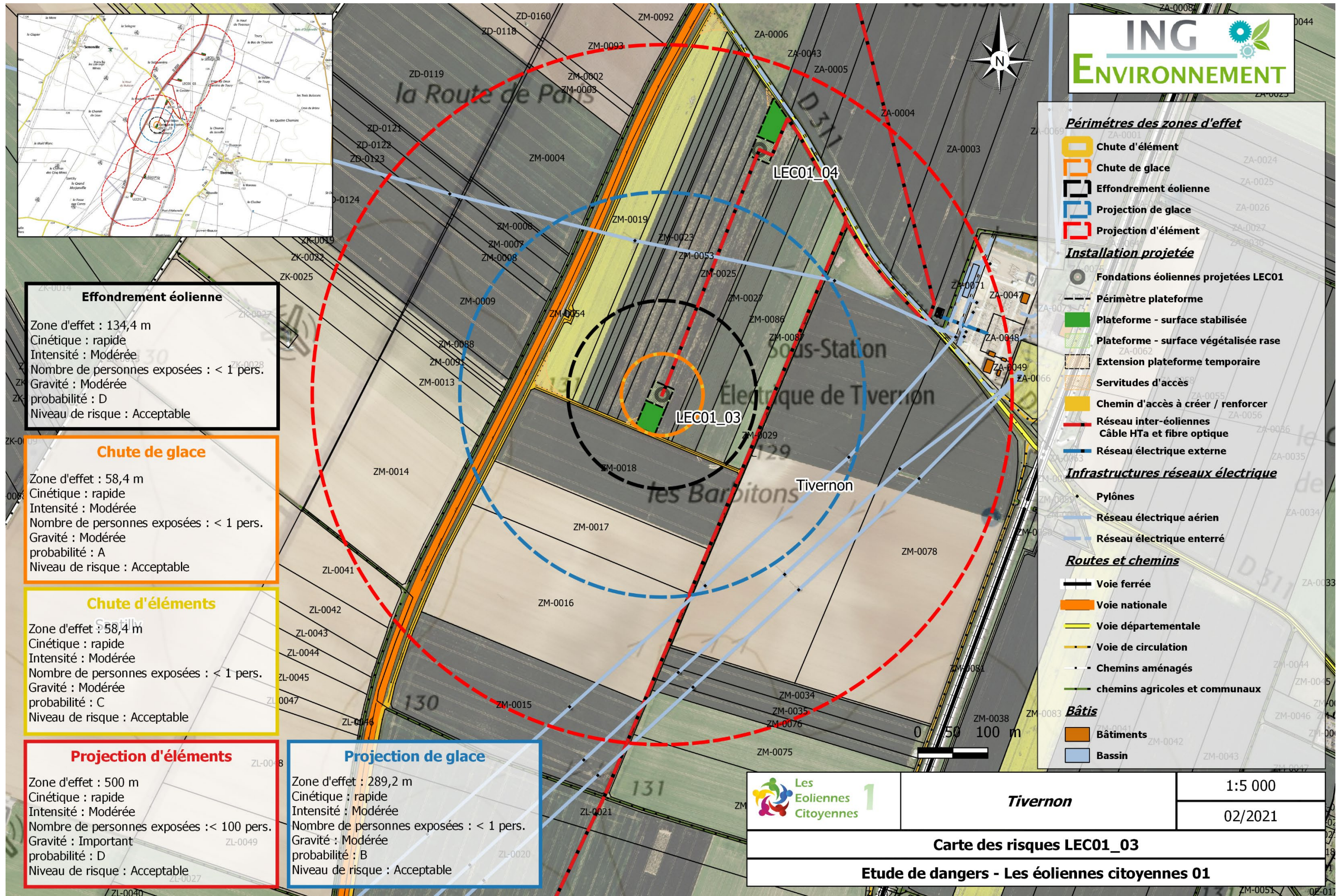
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

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

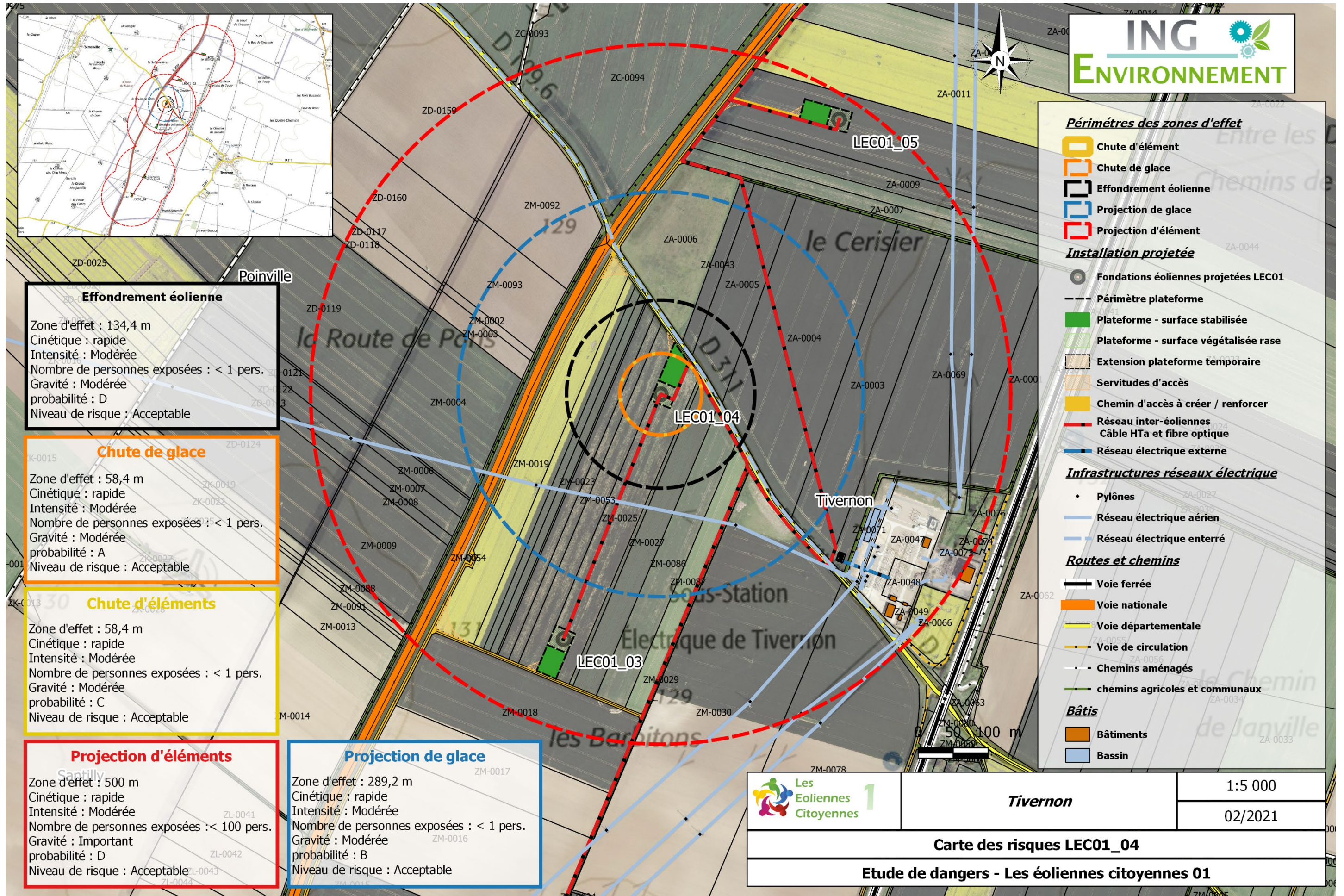




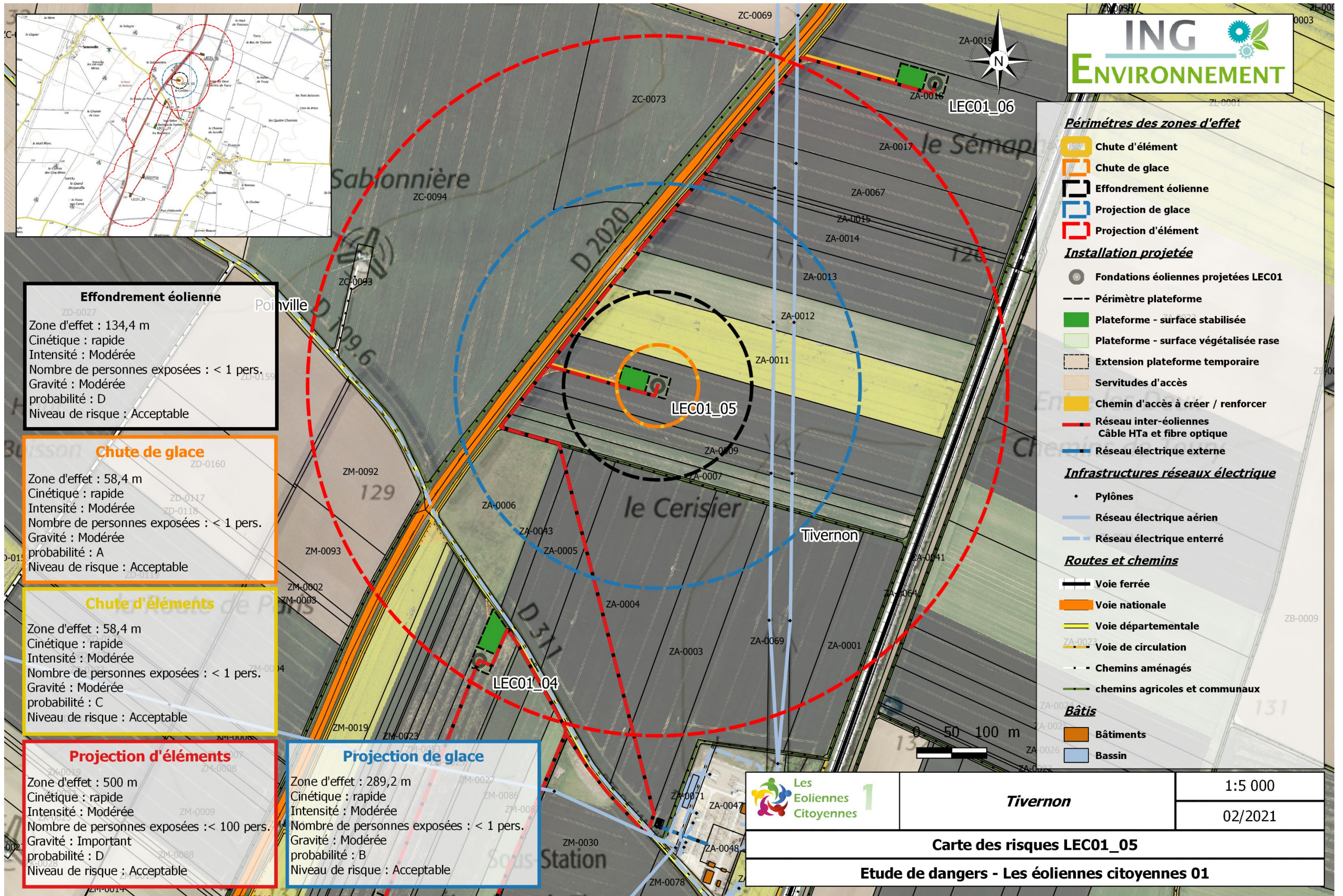
CARTE 22 - EOLIANNE N°2 - SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS



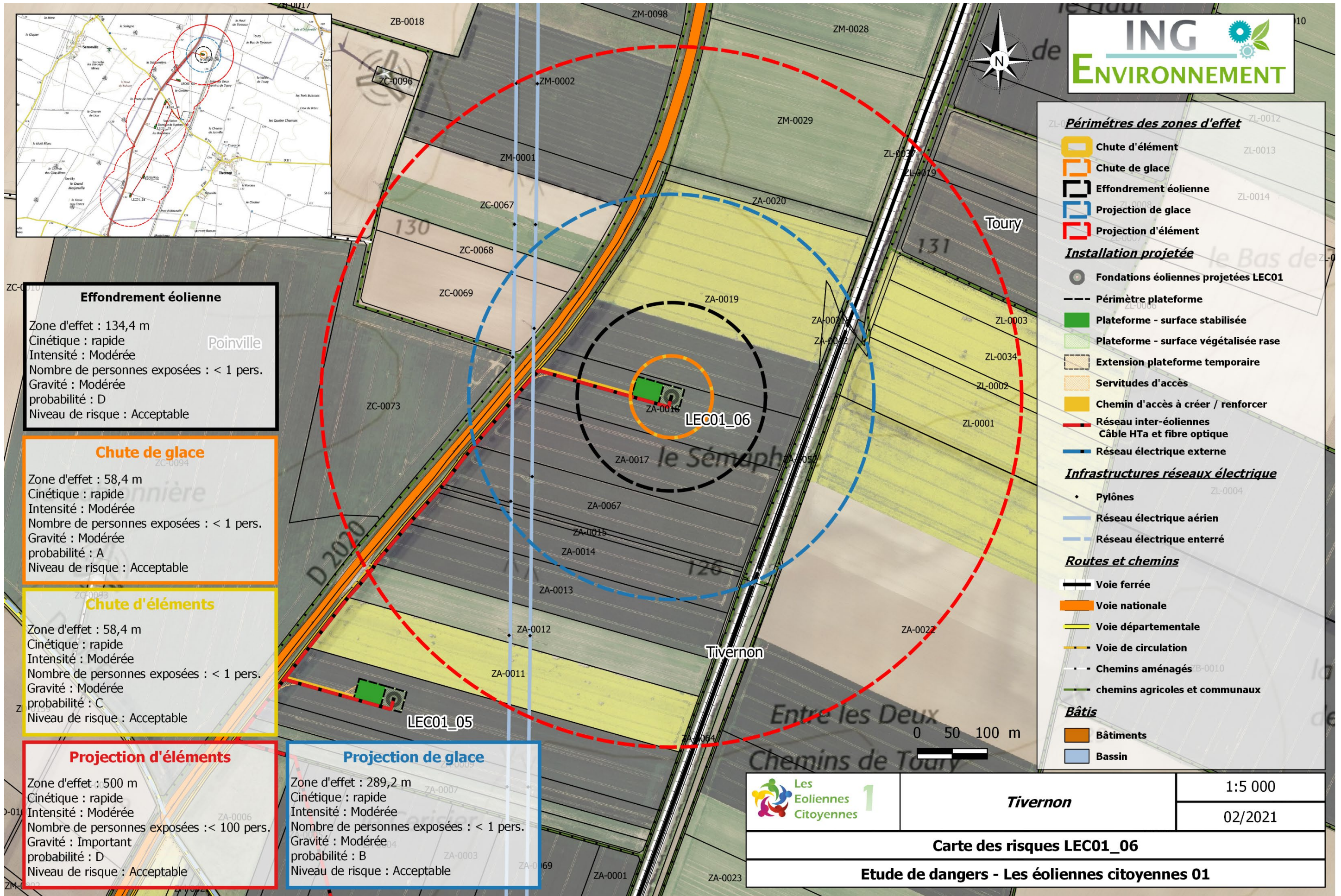
CARTE 23 - EOLIANNE N°3 - SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS



CARTE 24 - EOLIENNE N°4 - SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS

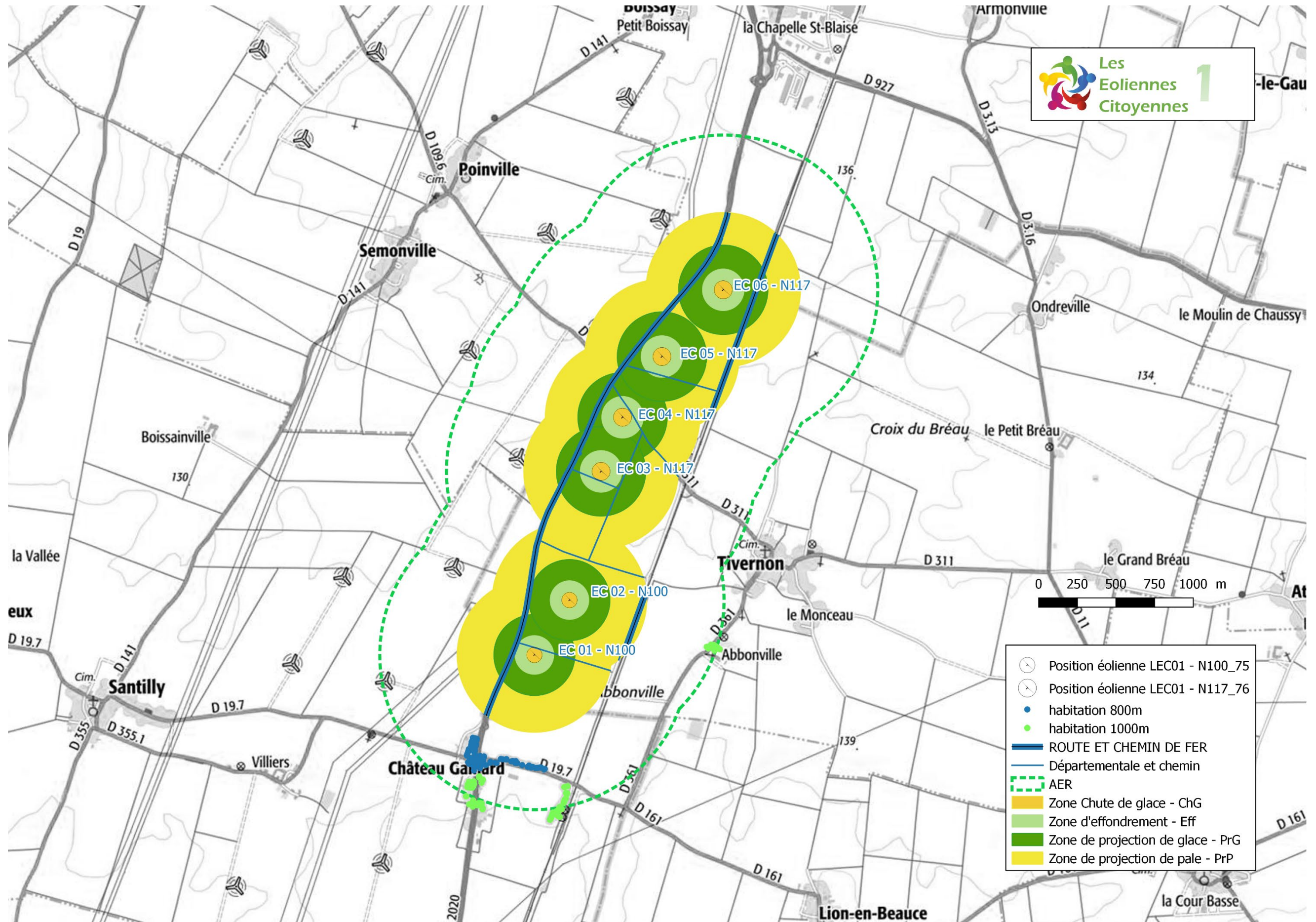


CARTE 25 - EOLIANNE N°5 - SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS



CARTE 26 - EOLIANNE N°6 - SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS

CARTOGRAPHIE DES RISQUES



CARTE 27 - CARTOGRAPHIE DES RISQUES

IX) CONCLUSION

La présente étude de dangers est réalisée dans le cadre réglementaire des projets ICPE et selon la méthodologie décrite par le guide technique pour l'élaboration des études de dangers dans le cadre des parcs éoliens.

Les principaux risques d'évènements majeurs identifiés pour le parc éolien « Les Eoliennes Citoyennes 1 » sont ceux les plus fréquents au regard de l'accidentologie, à savoir :

- L'Effondrement de l'éolienne (portée 125 m et 135m, classe de probabilité : « rare »)
- La Projection d'éléments de pale (portée 500 m, « rare »)
- La Chute d'éléments (portée 50 m et 58,4 m, classe de probabilité : « improbable »)
- La Projection de glace (porte 262 m et 289 m, classe de probabilité : probable »)
- La Chute de glace (portée 50 m et 58,4 m, classe de probabilité : « courant »)

La probabilité d'atteinte d'un enjeu par un projectile est variable en fonction des scénarios.

Dans la zone d'effondrement de la machine

L'enjeu humain reste nettement inférieur à 1 personne, la gravité est qualifiée de sérieuse pour les éoliennes EOL01 et EOL02 et modérée pour les autres éoliennes. La probabilité étant évaluée à « rare » :

→ **Le risque est acceptable.**

Dans la zone de projection d'éléments

Dans cette zone, les projections d'éléments pourraient impacter la voie ferrée et la RD2020, cependant l'enjeu humain reste inférieur à 100 personnes, la gravité est qualifiée d'importante. La probabilité étant évaluée à « rare » :

→ **Le risque est acceptable.**

Dans la zone de chute d'éléments, la zone de surplomb des éoliennes

L'enjeu humain reste nettement inférieur à 1 personne, la gravité est qualifiée de modérée. La probabilité étant évaluée à « improbable » :

→ **Le risque est acceptable.**

Dans la zone de projection de glace

L'enjeu humain reste nettement inférieur à 1 personne, la gravité est qualifiée de modérée. La probabilité étant évaluée à « probable » :

→ **Le risque est acceptable.**

Dans la zone de chute d'éléments, la zone de surplomb des éoliennes

L'enjeu humain reste nettement inférieur à 1 personne, la gravité est qualifiée de modérée. La probabilité étant évaluée à « Courant » :

→ **Le risque est acceptable.**

Le projet « Les Eoliennes Citoyennes 1 » a réussi à limiter les risques.

Elle a choisi de s'éloigner des habitations et les distances aux différentes infrastructures sont suffisantes pour avoir un risque acceptable au niveau des 5 accidents majeurs identifiés.

Et l'installation est conforme à la réglementation en vigueur (arrêté du 26/08/2011 modifié relatif aux ICPE) et aux normes de construction.

Enfin, dans le but de garantir un risque acceptable sur l'installation, Les Eoliennes Citoyennes 1 a mis en place des mesures de sécurité et a organisé une maintenance périodique.

Les principales mesures de maîtrise des risques mises en place pour prévenir ou limiter les conséquences de ces accidents majeurs sont donc :

- Des barrières de prévention ;
- Une maintenance préventive régulière avec des vérifications étendues ;
- Un personnel formé ;
- Des machines certifiées.

L'ensemble des scénarii étudiés est en zone de risques très faible à faible, pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes et la maîtrise des risques concernés est assurée et démontrée par l'exploitant (contrôles appropriés pour éviter tout écart dans le temps).

Compte-tenu des infrastructures environnantes telles que la voie ferrée et la RN20, et afin de contribuer à réduire encore les risques, des barrières de prévention particulières ont mises en place :

- **Choix de la classe supérieure à la classe adaptée au site et au régime de vents pour toutes les éoliennes du projet.** Ce surdimensionnement des éoliennes devrait permettre de minimiser les risques d'effondrement, de projection et de chute d'éléments (*Fonction de sécurité n°11*).
- **Choix du remplacement anticipé des batteries du système de pitch de l'éolienne n°1, tous les 2 ans (au lieu de tous les 5 ans).** Même si l'éolienne teste les batteries lors de chaque démarrage (et qu'un défaut empêche le redémarrage), cette proposition permet de réduire la probabilité d'une défaillance du système de batterie de la mise en sécurité de l'éolienne dans le cas d'une défaillance du réseau électrique, ce qui permettra de réduire encore le risque de perte de contrôle de l'éolienne n°1 qui a une petite marge en plus de la distance d'effondrement).
- **Choix de la mise en place de l'option : détection de givre en plus des systèmes de détection standard de l'éolienne, adossé à une obligation d'intervention pour inspection visuelle préalable à un redémarrage après un arrêt pour présence de glace sur les pâles.**
Cette solution devrait très fortement réduire le risque de projection de glace, et celui de chute de glace également, car celui-ci se fera sous le contrôle et la responsabilité d'un technicien.

Les mesures de maîtrise des risques mises en place sur l'installation du parc éolien « Les Eoliennes Citoyennes 1 » sont suffisantes pour garantir un risque acceptable pour chacun des phénomènes dangereux, voir inférieur avec les barrières de prévention supplémentaires.

X) RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

Le résumé non technique est réalisé dans un document indépendant à l'étude de dangers.

Ce document est joint au dossier.

XI) ANNEXE

XI - A) ANNEXE 1 – MÉTHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DÉTERMINATION DE LA GRAVITÉ POTENTIELLE D'UN ACCIDENT À PROXIMITÉ D'UNE ÉOLIENNE

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

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (partie III.4), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

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

Terrains non bâtis

Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...)) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.

Voies de circulation

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

Voies de circulation automobiles

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

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

Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic

	Linéaire de route compris dans la zone d'effet (en m)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
2000	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8
3000	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
4000	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16
5000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
7500	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
10000	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
20000	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
30000	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
40000	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
50000	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
60000	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
70000	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
80000	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320
90000	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360
100000	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400

Voies ferroviaires

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

Voies navigables

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

Chemins et voies piétonnes

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

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

Logements

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

Etablissements recevant du public (ERP)

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

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

- Compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ;
- Compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste.

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

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

Zones d'activité

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

XI - B) ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

Le tableau ci-dessous recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et juillet 2020.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information
Effondrement	nov-00	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête à la suite de la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours à la suite de la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère
Rupture de pale	01/01/2001	Sallèles- Limousis	Aude	0,75	1998	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles- Limousis	Aude	0,75	1998	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles- Limousis	Aude	0,75	1998	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)
Rupture de pale	01/01/2004	Escales- Conilhac	Aude	0,75	2003	Bris de trois pales		Site Vent de Colère
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)

Effondrement	20/03/2004	Loon Plage– Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes à la suite de l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère - Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004) Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber- Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber- Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	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)
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	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)
Rupture de pale	01/01/2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Bris de pale		Site Vent de Colère
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber- Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX à la suite des précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France)
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Acte de malveillance : explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère
Rupture de pale	mars-07	Clitourps	Manche	0,66	2005	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant

Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	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.	Article de presse (Le Télégramme)
Emballlement	mars-08	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Emballlement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA
Collision avion	avr-08	Plouguin	Finistère	2	2004	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la- Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Chute de pale et projection de morceaux de pale à la suite d'un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008
Chute de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	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	Interne exploitant

							entraînant la chute de l'ensemble.	
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Emballlement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	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.		Interne SER-FEE
Transport	10/02/2011	Non communiqué	Seine-Maritime			Lors du levage d'éléments d'éoliennes, 1 docker intérimaire est tué, écrasé entre 2 pylônes.	Non précisée	Base de données ARIA
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.		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant
Rupture de pale	04/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012)
Maintenance	06/02/2012	Lehaucourt-Gricourt	Aisne	2	2008	Lors d'une opération de maintenance dans la nacelle, un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un	Non précisée	Base de données ARIA

						gravement et l'autre légèrement.		
Rupture de pale	11/04/2012	Corbières-Maritimes	Aude	0,66	2000	Projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Foudre	Base de données ARIA
Chute de pale	18/05/2012	Chemin d'Ablis	Eure-et-Loir	2	2008	Une des trois pales de l'éolienne s'est décrochée. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Rupture du roulement qui raccordait la pale au rotor. Présence de traces de corrosion.	Base de données ARIA
Effondrement	30/05/2012	Corbières-Maritimes	Aude	0,2	1991	Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut.	Tempête	Base de données ARIA
Rupture de pale	01/11/2012	Rézentières s-Vieillespesse e	Cantal	2,5	2011	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât.	Non précisée	Base de données ARIA
Incendie	05/11/2012	Corbières-Maritimes	Aude	0,66	2000	L'incendie s'est déclaré en partie basse de l'éolienne. Les flammes ont ensuite atteint la nacelle.	Non précisée	Base de données ARIA
Chute de pale	06/03/2013	Escales- Conilhac	Aude	0,75	2003	Une des trois pales de l'éolienne s'est décrochée. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Problème de fixation de la pale.	Base de données ARIA
Incendie	17/03/2013	Fère- Champenois se-Euvy- Corroy	Marne	2,5	2011	L'incendie s'est déclaré dans la nacelle de l'éolienne. L'incendie a entraîné la chute d'une des trois pales.	Non communiquée	Base de données ARIA
Maintenance	01/07/2013	Haut- Languedoc	Hérault	1,3	2006	Un opérateur remplissant un réservoir d'azote sous pression dans une éolienne est blessé par la projection d'un équipement.	Erreur de maintenance	Base de données ARIA
Maintenance	03/08/2013	Moréac	Morbihan	0,04	2000	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique.	Erreur de maintenance	Base de données ARIA

Incendie	09/01/2014	Vent de Thiérache 02	Ardennes	2,5	2013	L'incendie s'est déclaré dans la tour de l'éolienne, au niveau des câbles de puissance puis s'est propagé le long du mât pour atteindre la nacelle qui a pris feu.	Défaillance électrique	Accident interne au groupe Quadran
Chute de pale	20/01/2014	Corbières-Maritimes	Aude	0,66	2000	Une des trois pales de l'éolienne s'est décrochée. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Problème de fixation de la pale.	Base de données ARIA
Chute de pale	14/11/2014	Sources de la Loire	Ardèche	6,15	2011	Une des trois pales de l'éolienne s'est décrochée mais certains débris sont projetés à 150 m.	Non communiquée	Base de données ARIA
Rupture de pale	05/12/2014	Fitou II	Aude	10,4	2006	Un élément de 3 m de l'extrémité d'une pale d'éolienne est projeté à 80 m du mât.	Défaillance matérielle	Base de données ARIA
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	18,4	2015	Un feu se déclare dans une éolienne	Défaillance électrique	Base de données ARIA
Incendie	06/02/2015	La Tourette	Deux-Sèvres	12	2011	Un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens	Non communiquée	Base de données ARIA
Chute d'une pale d'une éolienne	5/04/2015	ROQUETAILLADE-ET-CONILHAC	11			Chute d'une pale d'éolienne	Mauvais état des vis de fixation	Base de données ARIA
Fuite de lixiviats dans une installation de stockage des déchets	1/07/2015	GRISOLLES	2			Fuite de lixiviats dans une installation de stockage de déchets non dangereux, une déchirure est constatée au niveau de la géomembrane de la digue.	La fuite aurait été causée par un objet tombé d'une éolienne.	Base de données ARIA
Feu d'éolienne	24/08/2015	SANTILLY	28			Le feu se déclare sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur.		Base de données ARIA
Chute de pale	13/11/2015	Ménil-la- Horgne	Meuse	10,5	2007	Les trois pales et le rotor d'une éolienne sont tombés de leur mât, écrasant dans leur chute un transformateur.	Inconnu (en cours)	Article de presse (L'Est Républicain 13/11/2015)

Rupture de pôle	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude			Aéofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol.	Un point d'attache du système mécanique de commande a rompu.	Base de données ARIA
Rupture de pale	08/02/2016	Dinéault	Finistère	0,3	1999	Une pale chute au sol et une autre se déchire.	Vents violents (160 km/h)	Base de données ARIA
Chute d'une pale d'éolienne	07/03/2016	CALANHEL	22			Rupture d'une pale d'une éolienne qui chute à 5 m du mat.	Défaillance du système d'orientation de la pale, entraînant la rupture de la couronne extérieure du roulement puis la libération de la couronne intérieure solidaire de la pale.	Base de données ARIA
Fuite d'huile dans une éolienne	28/05/2016	JANVILLE-EN-BEAUCE	28			Ecoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne	Défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte vitesse.	Base de données ARIA
Feu dans une éolienne	10/08/2016	HESCAMPS	80			Le feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor.	Défaillance électrique	Base de données ARIA
Feu dans une éolienne	18/08/2016	DARGIES	60			De la fumée s'échappe de la tête de l'aérogénérateur, à 80 m de haut	Défaillance électrique	Base de données ARIA
Électrisation d'un employé dans une éolienne	14/09/2016	LES GRANDES-CHAPELLES	10			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	59			Une fissure longue de 6,5m est constatée sur une pale d'une éolienne mais pas de défaut sur la partie structurelle		Base de données ARIA
Rupture des pales d'une éolienne	12/01/2017	TUCHAN	11			Les 3 pales d'une éolienne chutent au sol pendant un épisode de vents violents	Conséquence de la casse de l'arbre lent ce qui a désaccouplé le rotor du multiplicateur et rendu inopérant le frein mécanique.	Base de données ARIA
Rupture de pale	18/01/2017	Nurlu	Somme			Une pale a chuté d'une des éoliennes.	Tempête	Base de données ARIA
Rupture de pale	27/02/2017	Trayes	Deux-Sèvres			Une partie d'une des pâles de l'éolienne s'est détachée et a été projetée jusqu'à 150m.	Défaut de fabrication selon l'expertise du fabricant.	Base de données ARIA
Rupture de pale	27/02/2017	Lavallee	Meuse	8	2011	La pointe d'une pale d'éolienne est rompue. Projection en 3	L'hypothèse d'une rafale de vent extrême est privilégiée.	Base de données ARIA

						morceaux à 200m de l'éolienne.		
Incendie	06/06/2017	Allonnes	Eure-et-Loir			Un feu se déclare dans la nacelle d'une éolienne. Nacelle et rotor totalement calcinés.	En première hypothèse, l'incendie pourrait être causé par un défaut du condensateur du boîtier électrique.	Base de données ARIA
Rupture de pale	08/06/2017	Aussac-Vadalle	Charente			Chute au sol d'une partie d'une pale d'une éolienne.	Impact de foudre à l'origine de la rupture.	Base de données ARIA
Rupture de pale	24/06/2017	Conchy-sur-Canche	Pas-de-Calais			Une pale d'éolienne se brise et chute à la verticale. Quelques débris présents dans un rayon de 20m.		Base de données ARIA
Chute d'un aérofrein	17/07/2017	Fécamp	Seine-Maritime			Aérofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol.	Desserrage d'une vis anti-rotation.	Base de données ARIA
Fuite	24/07/2017	Mauron	56			Fuite de 5L d'huile	Rupture d'un flexible du circuit hydraulique de l'aérogénérateur.	Base de données ARIA
Rupture de pale	05/08/2017	Priez	02			Une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol.		Base de données ARIA
Chute d'un carénage	08/11/2017	Roman	27			Le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne tombe au sol.	Défaut d'assemblage des boulonnages.	Base de données ARIA
Chute d'une éolienne lors d'une tempête	01/01/2018	BOUIN	85					Base de données ARIA
Chute d'une pale d'éolienne	04/01/2018	Nixeville-Blercourt	55	2		L'extrémité d'une pale se rompt, un morceau de 20 m chute au sol. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200m.		Base de données ARIA
Chute d'une pale d'éolienne	04/01/2018	Nixeville-Blercourt	55	2		L'extrémité d'une pale se rompt, un morceau de 20 m chute au sol. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200m.		Base de données ARIA
Chute de l'aérofrein d'une pale d'éolienne	06/02/2018	CONILHAC-CORBIERES	11			Chute de l'aérofrein d'une pale d'éolienne.	À la suite d'un défaut sur l'électronique de puissance.	Base de données ARIA

Chute de l'aérovein d'une pale d'éolienne	06/02/2018	CONILHAC-CORBIERES	11			Chute de l'aérovein d'une pale d'éolienne.	À la suite d'un défaut sur l'électronique de puissance.	Base de données ARIA
Défaillance mécanique d'une éolienne	08/03/2018	VILLERS-GRELOT	25					Base de données ARIA
Incendie	01/06/2018	Marsanne	26			Un feu se déclare au pied d'une éolienne et se propage jusqu'à la nacelle	Incendie d'origine criminelle	Base de données ARIA
Incendie	01/06/2018	Marsanne	26			Un feu se déclare au pied d'une éolienne et se propage jusqu'à la nacelle	Incendie d'origine criminelle	Base de données ARIA
Incendie	05/06/2018	Aumelas	34			Un feu se déclare dans une nacelle et chute d'éléments en feu provoquant l'incendie de la partie basse de l'aéogénérateur	Dysfonctionnement électrique	Base de données ARIA
Incendie	05/06/2018	Aumelas	34			Un feu se déclare dans une nacelle et chute d'élément en feu provoquant l'incendie de la partie basse de l'aéogénérateur	Dysfonctionnement électrique	Base de données ARIA
Chute des extrémités de 2 pales d'une éolienne	04/07/2018	Port-la-nouvelle	11			Les extrémités de deux pales sur une éolienne se sont disloquées, des éléments sont projetés à 150 m après s'être détachées.		Base de données ARIA
Chute des extrémités de 2 pales d'une éolienne	04/07/2018	Port-la-nouvelle	11			Les extrémités de deux pales sur une éolienne se sont disloquées, des éléments sont projetés à 150 m après s'être détachées.		Base de données ARIA
Incendie	28/09/2018	Sauveterre	81			Un feu se déclare au niveau de la nacelle, des éléments enflammés chutent et l'incendie se propage à la végétation voisine.	Incendie d'origine criminelle	Base de données ARIA
Incendie	28/09/2018	Sauveterre	81			Un feu se déclare au niveau de la nacelle, des éléments enflammés chutent et l'incendie se propage à la végétation voisine.	Incendie d'origine criminelle	Base de données ARIA

Fuite d'huile hydraulique sur une éolienne	17/10/2018	FLERS-SUR-NOYE	80			Fuite d'huile depuis la nacelle ayant entraînée la pollution des sols agricoles.	Mauvaise réalisation d'une opération de maintenance - serrage insuffisant d'un filtre hydraulique	Base de données ARIA
Effondrement d'une éolienne	06/11/2018	Guigneville	45	3		Une éolienne de 140m s'effondre	Une survitesse de rotation des pales a conduit à une surcharge des contraintes sur la structure	Base de données ARIA
Effondrement d'une éolienne	06/11/2018	Guigneville	45	3MW		Une éolienne de 140m s'effondre	Une survitesse de rotation des pales a conduit à une surcharge des contraintes sur la structure	Base de données ARIA
Chute de 3 aérofreins des pales d'éolienne	18/11/2018	CONILHAC-CORBIERES	11			Chute des aérofreins d'une éolienne.		Base de données ARIA
Chute de 3 aérofreins des pales d'éolienne	18/11/2018	CONILHAC-CORBIERES	11			Chute des aérofreins d'une éolienne.		Base de données ARIA
Chute d'une pale d'éolienne	19/11/2018	Ollezy	02			Rupture d'une pale d'une éolienne. Un morceau est projeté à 60 m dans un champ voisin, et un morceau de 18 m de long reste fixé au rotor.	Défaut de fabrication des pâles	Base de données ARIA
Chute d'une pale d'éolienne	19/11/2018	Ollezy	02			Rupture d'une pale d'une éolienne. Un morceau est projeté à 60 m dans un champ voisin, et un morceau de 18 m de long reste fixé au rotor.	Défaut de fabrication des pâles	Base de données ARIA
Incendie sur une éolienne	03/01/2019	LA LIMOUZINIERE	44			Le feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne de 78m de haut, des débris enflammés tombent au sol, puis un second incendie se déclare au pied du mat. Par la suite les huiles qui ont coulés le long du mat prennent feu.	une avarie sur la génératrice de l'éolienne semble être à l'origine de l'incendie	Base de données ARIA
Chute d'un bout de pale d'éolienne	17/01/2019	BAMBIDERSTROFF	57			Rupture d'une pale d'éolienne et chute de deux éléments, l'un projeté à 100 m	Défaut d'adhérence dû à un manque de matière entre la coque en fibre de verre et le cœur de la pale.	Base de données ARIA
Chute d'un bout de pale d'éolienne	17/01/2019	BAMBIDERSTROFF	57			Rupture d'une pale d'éolienne et chute de deux éléments, l'un projeté à 100 m	Défaut d'adhérence dû à un manque de matière entre la coque en fibre de verre et le cœur de la pale.	Base de données ARIA

Incendies	20/01/2019	ROUSSAS	26			Le feu se déclare sur deux éoliennes.	Incendie d'origine criminelle	Base de données ARIA
Incendies	20/01/2019	ROUSSAS	26			Le feu se déclare sur deux éoliennes.	Incendie d'origine criminelle	Base de données ARIA
Rupture du mât d'une éolienne	23/01/2019	BOUTAVENT	60			L'éolienne entre en survitesse pendant 40 mn entraînant le délaminage d'une pale, résulte un balourd qui plie en deux le mât de l'éolienne.	Dysfonctionnement de la mise en rotation des pales sur elle-même afin d'arrêter l'éolienne.	Base de données ARIA
Rupture du mât d'une éolienne	23/01/2019	BOUTAVENT	60			L'éolienne entre en survitesse pendant 40 mn entraînant le délaminage d'une pale, résulte un balourd qui plie en deux le mât de l'éolienne.	Dysfonctionnement de la mise en rotation des pales sur elle-même afin d'arrêter l'éolienne.	Base de données ARIA
Chute d'une pale d'éolienne	30/01/2019	ROQUETAILLADE-ET-CONILHAC	11			Rupture et chute au sol d'une pale d'éolienne	Ruptures des vis du moyeu à roulement de la pale du a une corrosion engendrée par une précharge insuffisante lors du serrage.	Base de données ARIA
Chute d'une pale d'éolienne	30/01/2019	ROQUETAILLADE-ET-CONILHAC	11			Rupture et chute au sol d'une pale d'éolienne	Ruptures des vis du moyeu à roulement de la pale du a une corrosion engendrée par une précharge insuffisante lors du serrage.	Base de données ARIA
Fissurations sur des roulements de pales d'éoliennes	12/02/2019	AUTECHAUX	25			Suite à la fissuration d'une bague extérieur de roulement de pale, un contrôle sur d'autres éoliennes ont laissé apparaitre des fissures de même teneur	L'origine des fissurations serait un défaut d'alésage qui, sous contrainte, conduirait à une fissuration par fatigue de la bague	Base de données ARIA
Fuite d'huile sur une éolienne	23/03/2019	ARGENTONNAY	79			Fuite d'huile du multiplicateur dans la nacelle d'une éolienne, la majorité de l'huile est contenue dans la partie basse, le reste s'écoule jusqu'au socle béton,	La rupture d'un composant tournant du multiplicateur est à l'origine de l'incident	Base de données ARIA
Eolienne touchée par la foudre	02/04/2019	EQUANCOURT	80			La foudre touche une des 12 éoliennes d'un parc éolien lors d'un épisode orageux.		Base de données ARIA
Électrisation lors de la maintenance d'une éolienne	15/04/2019	CHAILLY-SUR-ARMANCON	21			Un sous-traitant est électrisé par un courant de 20 000 V dans une éolienne.		Base de données ARIA

Incendie	18/06/2019	QUESNOY-SUR-AIRAINES	80			Le feu se déclare sur une éolienne		Base de données ARIA
Incendie	18/06/2019	QUESNOY-SUR-AIRAINES	80			Le feu se déclare sur une éolienne		Base de données ARIA
Feu de moteur d'éolienne	25/06/2019	AMBON	56			Un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne, Des éléments structurels de l'éolienne chutent au sol.	Défaut électrique.	Base de données ARIA
Chute d'un bout de pale d'une éolienne	27/06/2019	CHARLY-SUR-MARNE	02			Un bout de pale abimée est projeté à 100m du mat	Cela résulte d'un contact inadéquat de la coque côté extrados et des bords avec l'adhésif du longeron.	Base de données ARIA
Chute d'un bout de pale d'une éolienne	27/06/2019	CHARLY-SUR-MARNE	02			Un bout de pale abimée est projeté à 100m du mat	Cela résulte d'un contact inadéquat de la coque côté extrados et des bords avec l'adhésif du longeron.	Base de données ARIA
Impact de foudre sur une pale d'éolienne	03/07/2019	SIGEAN	11			Un impact sur le milieu de la pôle et une ouverture du bout de pôle sur 2 m est constatée à la suite d'un impact de foudre.	Condition météorologique.	Base de données ARIA
Chute d'aérofreins en bout de pale d'une éolienne	04/09/2019	ESCALES	11			2 aérofreins se détachent d'une des pales de l'éolienne lors d'un arrêt brutal et sont projetés à 5m et 65 m du pied de l'éolienne		Base de données ARIA
Chute du capot de la nacelle d'une éolienne	28/11/2019	HANGEST-EN-SANTERRE	80			Le capot se situant à l'extrémité de la nacelle d'une éolienne se décroche et tombe au sol.		Base de données ARIA
Chute du capot de la nacelle d'une éolienne	28/11/2019	HANGEST-EN-SANTERRE	80			Le capot se situant à l'extrémité de la nacelle d'une éolienne se décroche et tombe au sol.		Base de données ARIA
Perte de contrôle d'une éolienne lors d'une mise en service	06/12/2019	AVELANGES	21			Mise en mouvement non contrôlée d'une éolienne lors d'une opération d'installation.	Erreur de positionnement des angles de pales et à la présence de vent.	Base de données ARIA
Chute d'une partie de la pale d'une éolienne	09/12/2019	LA FORET-DE-TE SSE	16			Chute d'un bout de pale de 7 m d'une des 12 éoliennes du parc, la pale s'est brisée en 3 morceaux principaux.		Base de données ARIA

Fumée blanche au niveau d'une éolienne	16/12/2019	POINVILLE	28			Un feu sans flamme se déclare sur une éolienne d'un parc éolien.	Les gaines protectrices des câbles de puissance ont brûlé sur 10 m de long et on suppose une combustion sans flamme.	Base de données ARIA
Incendie sur une éolienne	17/12/2019	AMBONVILLE	52			Un feu se déclare en partie basse d'une éolienne	Défaillance électrique.	Base de données ARIA
Rupture d'une pale d'éolienne	09/02/2020	BEAUREVOIR	02			Lors du passage de la tempête Ciara, une pale d'éolienne se brise et les débris sont projetés jusqu'à plusieurs centaines de mètres	Condition météorologique.	Base de données ARIA
Rupture d'une pale d'éolienne	09/02/2020	BEAUREVOIR	02			Lors du passage de la tempête Ciara, une pale d'éolienne se brise et les débris sont projetés jusqu'à plusieurs centaines de mètres	Condition météorologique.	Base de données ARIA
Endommagement d'une nacelle d'éolienne lors d'une tempête	09/02/2020	WANCOURT	62			Des dommages au niveau de l'aileron de la nacelle d'une éolienne sont visibles à la suite du passage de la tempête Ciara.		Base de données ARIA

XI - C) ANNEXE 3 – SCÉNARIOS GÉNÉRIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

XI - C - 1) SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A LA GLACE (G01 ET G02)

XI - C - 1 - a) SCENARIO 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.

XI - C - 1 - b) SCENARIO 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.

XI - C - 2) SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07)

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

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

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

- Découper l'installation en plusieurs parties : rotor, nacelle, mât, fondation et poste de livraison ;

- Déterminer à l'aide de mot clé les différentes causes (cause 1, cause 2) d'incendie possibles.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

XI - C - 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, ...).

XI - C - 3 - a) SCENARIO 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.

XI - C - 3 - b) SCENARIO 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.

XI - C - 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.

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

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

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

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

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

XI - C - 4 - a) SCENARIO 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.

XI - C - 4 - b) SCENARIO 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, emballlement de l'éolienne

XI - C - 4 - c) SCENARIOS 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.

XI - C - 5) 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, ...

XI - D) ANNEXE 4 – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	BORNE SUPERIEURE DE LA CLASSE DE PROBABILITE DE L'ERC (POUR LES EOLIENNES RECENTES)	DEGRE D'EXPOSITION	PROBABILITE 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.

XI - E) ANNEXE 5 – GLOSSAIRE

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

Accident : Evénement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui

entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

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

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

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

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, 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 :

- 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 ;
- 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

XI - F) ANNEXE 5 – BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES UTILISÉES

[1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (réf 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., Leteurtois J.-P. - juillet 2004

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

[18] Wind Energy in the BSR : impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005