



PARC EOLIEN DU CHEMIN DE CHALONS

DEMANDE D'AUTORISATION UNIQUE

MAI 2019

AU9 ETUDE DE DANGERS

Société Parc Eolien Nordex XXII S.A.S.

23 rue d'Anjou
75008 PARIS

Communes de

CHEPPES-LA-PRAIRIE

SAINT-MARTIN-AUX-CHAMPS

SONGY



SOMMAIRE

I. PREAMBULE	7
I.0. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS	8
I.1. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	8
I.2. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES	9
II. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION	10
II.0. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS.....	10
II.1. LOCALISATION DU SITE.....	10
II.2. DEFINITION DE L'AIRES D'ETUDE.....	12
III. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	13
III.0. ENVIRONNEMENT HUMAIN.....	13
III.0.1. Zones urbanisées et urbanisables.....	13
III.0.2. Etablissements recevant du public (ERP).....	15
III.0.3. Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base	16
III.0.4. Autres activités.....	16
III.1. ENVIRONNEMENT NATUREL.....	16
III.1.1. Contexte climatique	16
III.1.2. Risques naturels	18
III.2. ENVIRONNEMENT MATERIEL.....	22
III.2.1. Voies de communication	22
III.2.2. Réseaux publics et privés.....	23
III.2.3. Autres ouvrages publics	24
III.3. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE.....	25
III.3.1. Equivalent personnes permanentes	25
III.3.2. Cartographie	25
IV. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	27
IV.0. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION.....	27
IV.0.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien	27
IV.0.2. Activité de l'installation.....	29
IV.0.3. Composition de l'installation.....	29
IV.1. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	30
IV.1.1. Description d'une éolienne Nordex N117/2400.....	30
IV.1.2. Principe de fonctionnement d'une éolienne Nordex N117/2400	35
IV.1.3. Synthèse du fonctionnement des éoliennes	40
IV.1.4. Sécurité de l'installation.....	42
IV.1.5. Méthodes et moyens d'intervention	44
IV.1.6. Opérations de maintenance de l'installation	46
IV.1.7. Stockage et flux de produits dangereux.....	47
IV.1.8. Gestion des déchets	47
IV.2. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION.....	47
IV.2.1. Raccordement électrique	47
IV.2.2. Autres réseaux	54
V. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION.....	55
V.0. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	55
V.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	56
V.2. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE	57
V.2.1. Principales actions préventives	57
V.2.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles.....	58

VI. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	59
VI.0. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	59
VI.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL	64
VI.2. SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	65
VI.2.1. <i>Analyse de l'évolution des accidents en France</i>	65
VI.2.2. <i>Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents</i>	66
VI.3. LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE.....	66
VII. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	67
VII.0. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	67
VII.1. RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES.....	67
VII.2. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES.....	67
VII.2.1. <i>Agression externes liées aux activités humaines</i>	67
VII.2.2. <i>Agressions externes liées aux phénomènes naturels</i>	68
VII.3. SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	68
VII.4. EFFETS DOMINOS	72
VII.5. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	72
VII.6. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	79
VIII. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	80
VIII.0. RAPPEL DES DEFINITIONS	80
VIII.0.1. <i>Cinétique</i>	80
VIII.0.2. <i>Intensité</i>	80
VIII.0.3. <i>Gravité</i>	81
VIII.0.4. <i>Probabilité</i>	82
VIII.1. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS	83
VIII.1.1. <i>Effondrement de l'éolienne</i>	83
VIII.1.2. <i>Chute de glace</i>	86
VIII.1.3. <i>Chute d'éléments de l'éolienne</i>	88
VIII.1.4. <i>Projection de pales ou de fragments de pales</i>	90
VIII.1.5. <i>Projection de glace</i>	93
VIII.2. SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	95
VIII.2.1. <i>Tableaux de synthèse des scénarios étudiés</i>	95
VIII.2.2. <i>Synthèse de l'acceptabilité des risques</i>	96
VIII.2.3. <i>Cartographie des risques</i>	97
IX. CONCLUSION.....	104
X. RESUME NON TECHNIQUE.....	105
X.0. INTRODUCTION	105
X.1. LOCALISATION DU PROJET	105
X.2. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	107
X.3. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	108
X.4. LES POTENTIELS DANGERS DE L'INSTALLATION	109
X.5. LES RETOURS D'EXPERIENCE.....	110
X.6. L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	112
X.7. L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	113
X.8. CONCLUSION	115
ANNEXE 1 – PLAN DE L'INSTALLATION	117
ANNEXE 2 – METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE.....	139
TERRAINS NON BATIS	139
VOIES DE CIRCULATION.....	139
<i>Voies de circulation automobiles</i>	139
<i>Voies ferroviaires</i>	140

<i>Voies navigables</i>	140
<i>Chemins et voies piétonnes</i>	140
LOGEMENTS.....	140
ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP).....	140
ZONES D'ACTIVITE.....	141
ANNEXE 3 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE.....	142
ANNEXE 4 – SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	152
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A LA GLACE (G01 ET G02).....	152
<i>Scénario G01</i>	152
<i>Scénario G02</i>	152
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07).....	152
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE FUITES (F01 A F02).....	153
<i>Scénario F01</i>	153
<i>Scénario F02</i>	154
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE CHUTE D'ELEMENTS (C01 A C03).....	154
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (P01 A P06).....	154
<i>Scénario P01</i>	154
<i>Scénario P02</i>	154
<i>Scénarios P03</i>	155
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'EFFONDREMENT DES EOLIENNES (E01 A E10).....	155
ANNEXE 5 – DISPOSITIFS DE SECURITE DES EOLIENNES NORDEX.....	156
FONCTION N°1 : PREVENIR LA MISE EN MOUVEMENT DE L'EOLIEUNE LORS DE LA FORMATION DE GLACE.....	158
FONCTION N°6 : PREVENIR LES EFFETS DE LA FOUDRE.....	159
FONCTION N°7 : PROTECTION ET INTERVENTION INCENDIE.....	160
ANNEXE 6 – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL.....	163
ANNEXE 7 – GLOSSAIRE.....	164
ANNEXE 8 – BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES.....	168

I. PREAMBULE

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

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

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

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

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

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

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

Fin 2011, la puissance installée en France atteignait ainsi 6 640 MW, permettant la production de 11.9 TWh (contre 9.7 TWh en 2010 et 7.9 TWh en 2009). Le taux de couverture de la consommation électrique par la production éolienne a donc atteint 2.5% sur l'année 2011.

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

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

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

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

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (loi Grenelle II) réaffirme tout d'abord la nécessité du développement de la filière éolienne pour atteindre les objectifs

nationaux fixés dans les PPI. En particulier, l'article 90 fixe l'objectif d'installer au moins 500 aérogénérateurs par an en France.

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

Ainsi, la présente étude s'inscrit dans une démarche réglementaire permettant de vérifier que les risques potentiels du parc éolien du «Chemin de Châlons » sur les communes de Songy, Saint-Martin-au-Champs et Cheppes-la-Prairie (51) sont maîtrisés, et cela en toute transparence avec le grand public.

I.0. OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par « *Parc Eolien Nordex XXII S.A.S.* » pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien du « Chemin de Châlons », 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 du Chemin de Châlons. 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 du Chemin de Châlons, 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.1. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

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

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

Ainsi, l'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions

économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par 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 terme de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection
- représentation cartographique
- résumé non technique de l'étude 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.2. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

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 A D	 6 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.			

Le parc éolien du Chemin de Châlons 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 GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

II.0. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

La société « Parc Eolien Nordex XXII S.A.S. » est à la fois le porteur de projet et le futur exploitant du parc éolien du « Chemin de Châlons ».

Les principaux renseignements administratifs la concernant sont synthétisés ci-dessous.

SOCIETE	
DENOMINATION	Parc éolien Nordex XXII S.A.S.
N° SIREN	501 732 317
CODE APE	3511 Z
REGISTRE DE COMMERCE	RCS PARIS
FORME JURIDIQUE	Société par actions simplifiée à associé unique
PRESIDENT	Anna-Katharina De TOURTIER
ADRESSE DU SIEGE	23 rue d'Anjou 75008 Paris
SIGNATAIRE DE LA DEMANDE	
PRENOM - NOM	Anna-Katharina De TOURTIER
FONCTION	Présidente
ADRESSE	23 rue d'Anjou 75008 Paris
PERSONNES EN CHARGE DE LA DEMANDE	
PRENOM - NOM	Camila Torres Galindo
FONCTION	CHEF DE PROJETS
ADRESSE	Nordex France 194 avenue du Président Wilson, 93210 La Plaine Saint-Denis, France
TELEPHONE	01 55 93 24 81

La société « Parc Eolien NORDEX XXII S.A.S. » est une filiale du Groupe NORDEX SE.

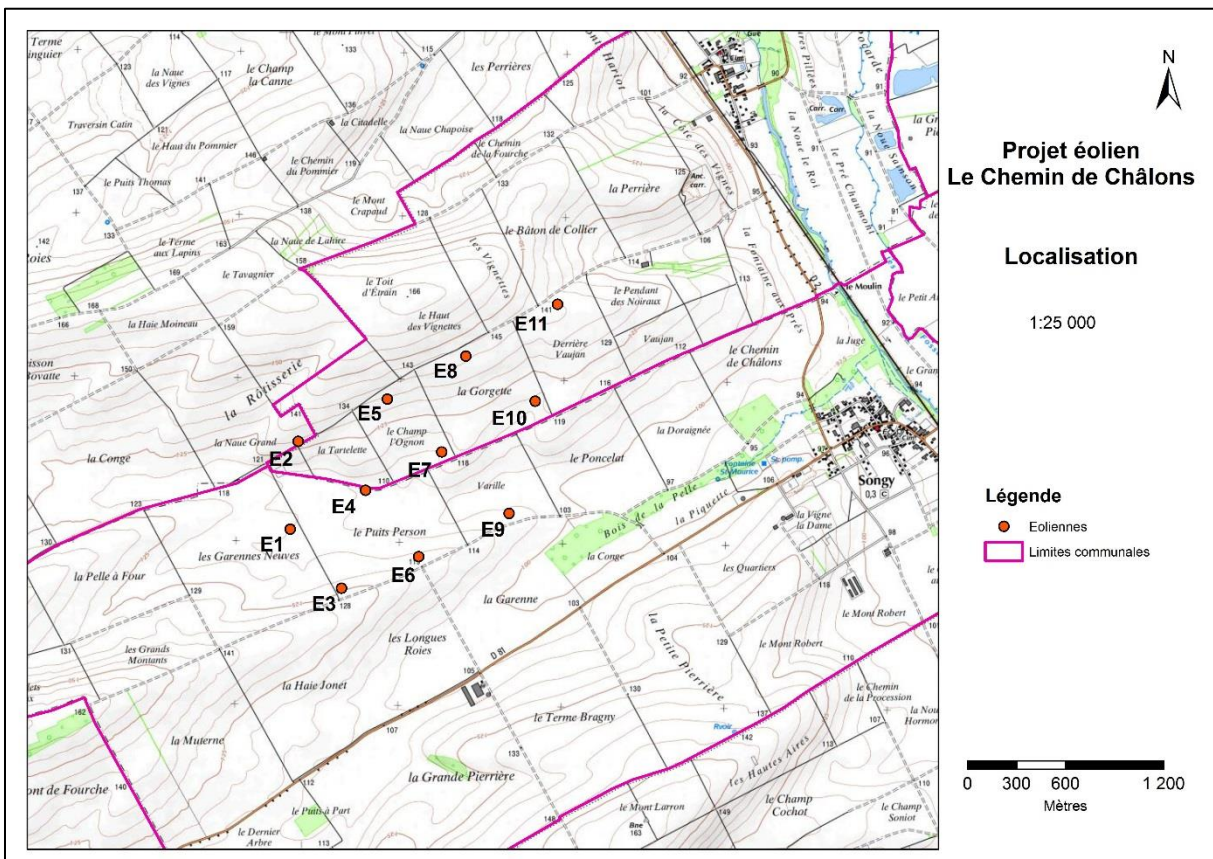
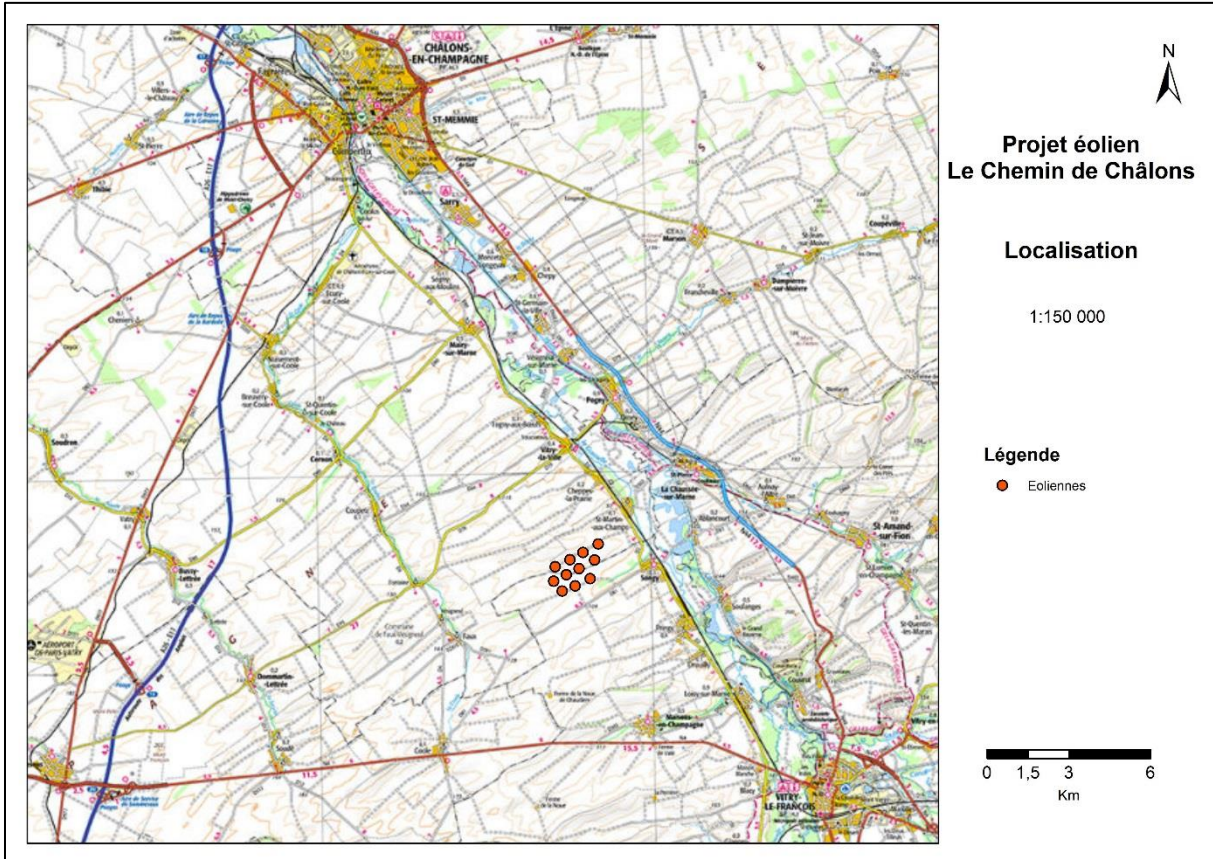
NORDEX est un constructeur d'éoliennes de grande puissance adaptées à la majorité des régions et climats à travers le monde. Aujourd'hui, il y a plus de 7740 éoliennes NORDEX en fonctionnement à travers le monde, représentant une puissance totale de plus de 17200 MW. La société emploie plus de 5000 personnes à travers le monde et réalisait en 2015 un chiffre d'affaire de 3.4 milliards d'Euros.

La présence internationale de NORDEX se traduit également par l'existence de plusieurs sites de production qui permettent de fournir les marchés du monde entier.

NORDEX SE, dont le siège social est basé à Rostock en Allemagne, est la maison mère du groupe. Le siège de la direction et du conseil d'administration est à Hambourg. Le rôle de NORDEX SE est de contrôler et de coordonner les activités de ses filiales à 100 %, notamment NORDEX Energy GmbH (construction et fourniture des éoliennes), NORDEX Energy B.V. (filiales internationales) et NORDEX Windpark Beteiligung GmbH (exploitation des parcs éoliens).

II.1. LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien du Chemin de Châlons, composé de 11 aérogénérateurs et 3 postes de livraison, est localisé sur Songy, Saint-Martin-aux-Champs et Cheppes-la-Prairie, dans le département de Marne (51), en région Champagne-Ardenne. Plus précisément, la zone d'implantation est située à l'ouest de la commune de Songy, à environ 20 km au sud-est de Châlons-en-Champagne et 10 km au nord-ouest de Vitry-le-François, entre la vallée de la Coole et la vallée de la Marne.



II.2. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

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

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

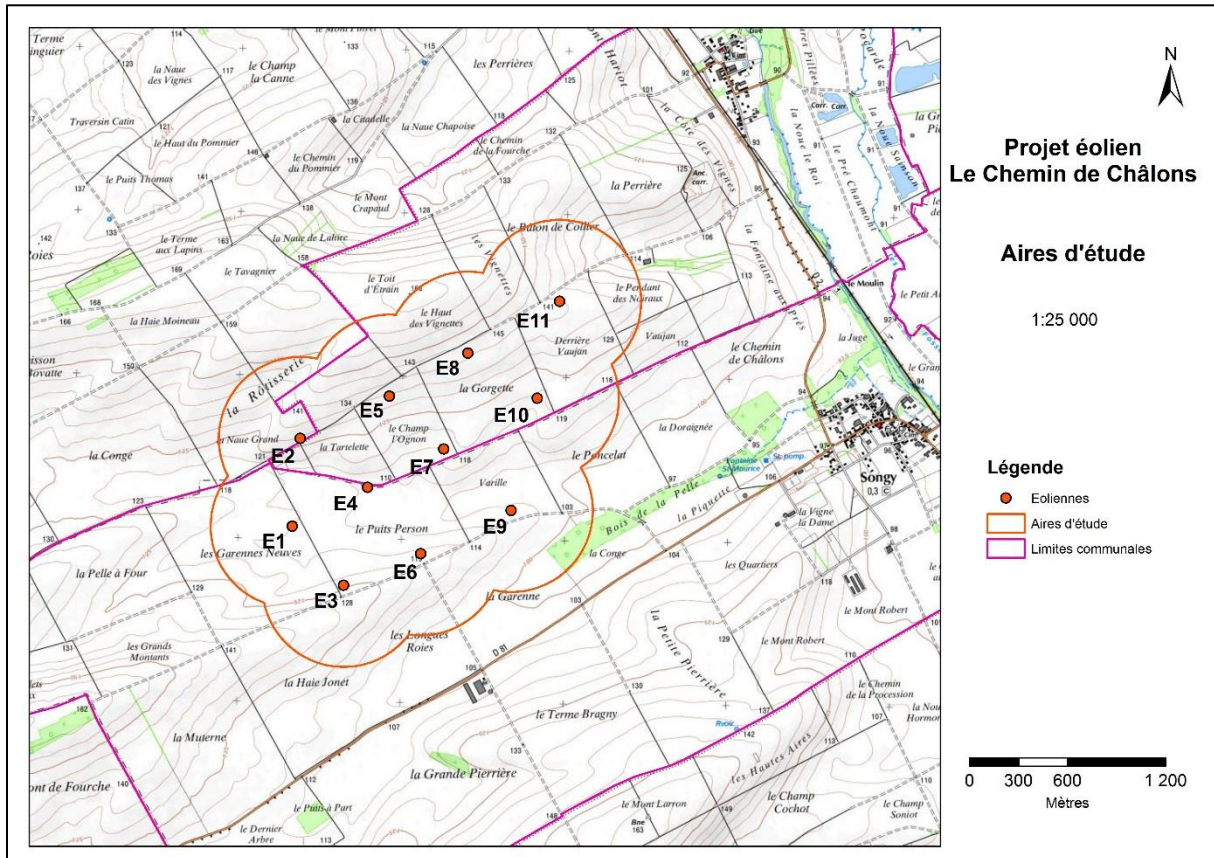
La zone d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

Le projet du parc éolien du Chemin de Châlons étant composé de 11 aérogénérateurs, 11 aires d'études ont été définies (cf. carte page suivante). Ces 11 aires d'études englobent plusieurs communes. Le tableau ci-dessous liste les communes concernées par les différentes aires d'étude :

EOLIENNE	SONGY	SAINT-MARTIN-AUX-CHAMPS	CHEPPES-LA-PRAIRIE
E1	O	O	O
E2	O	O	O
E3	O	X	X
E4	O	O	O
E5	X	O	O
E6	O	O	X
E7	O	O	X
E8	X	O	X
E9	O	O	X
E10	O	O	X
E11	X	O	X

O : Commune concernée par l'aire d'étude de l'éolienne considérée. X : Commune non concernée par l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

Au total, 3 communes sont concernées par la zone d'étude globale du projet dans le cadre de l'étude de dangers. Aussi, il sera fait référence à l'ensemble de ces communes dans la suite de la présente étude.



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.0. ENVIRONNEMENT HUMAIN

III.0.1. ZONES URBANISEES ET URBANISABLES

L'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique n°2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, prévoit que : « *l'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de [...] + 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010* ».

ZONES URBANISEES

Conformément à l'article cité précédemment, le parc éolien du Chemin de Châlons est implanté de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation et de tout immeuble habité.

Le tableau ci-dessous liste les habitations les plus proches de l'installation pour chaque commune :

COMMUNE	HAMEAU/HABITATION	DISTANCE	EOLIENNE LA PLUS PROCHE
SONGY	Sortie de village – route de Coole	1600 m	E10
SAINT-MARTIN-AUX-CHAMPS	Chemin de Vésigneul	1500 m	E11
CHEPPES-LA-PRAIRIE	Le Mont Hariot – rue de Fontaine	2300 m	E11

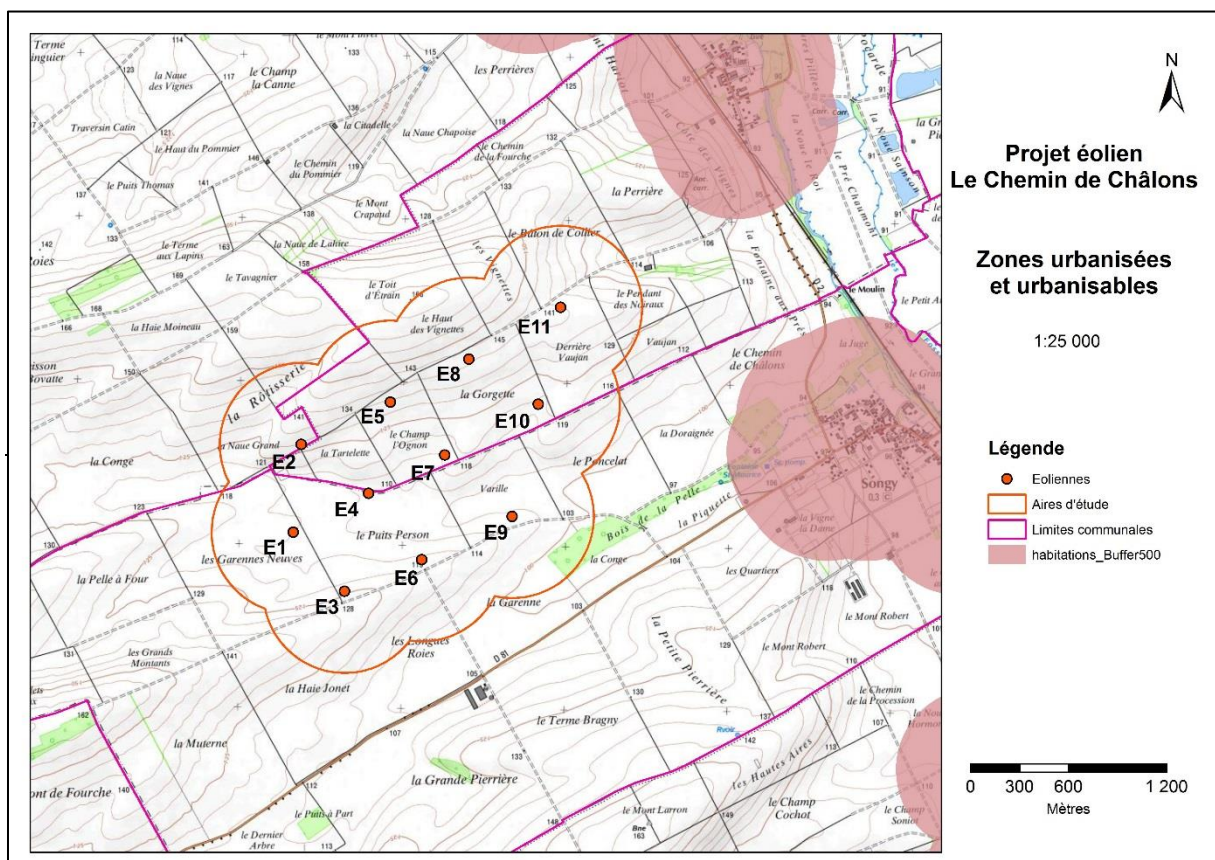
Ces distances sont toutes supérieures aux 500 mètres réglementaires, et ce quel que soit l'éolienne considérée.

De manière générale, la zone bordant le site est proprement rurale et les communes concernées par le projet éolien sont de taille très modeste (moins de 300 habitants) :

	SONGY	SAINT-MARTIN-AUX-CHAMPS	CHEPPES-LA-PRAIRIE
Nombre d'habitants en 2010	273	97	178
Densité de population	18.1	13.5	8.9

Source : INSEE – Données 2011

A titre de comparaison, la densité de population moyenne en France est de 108 hab./km².

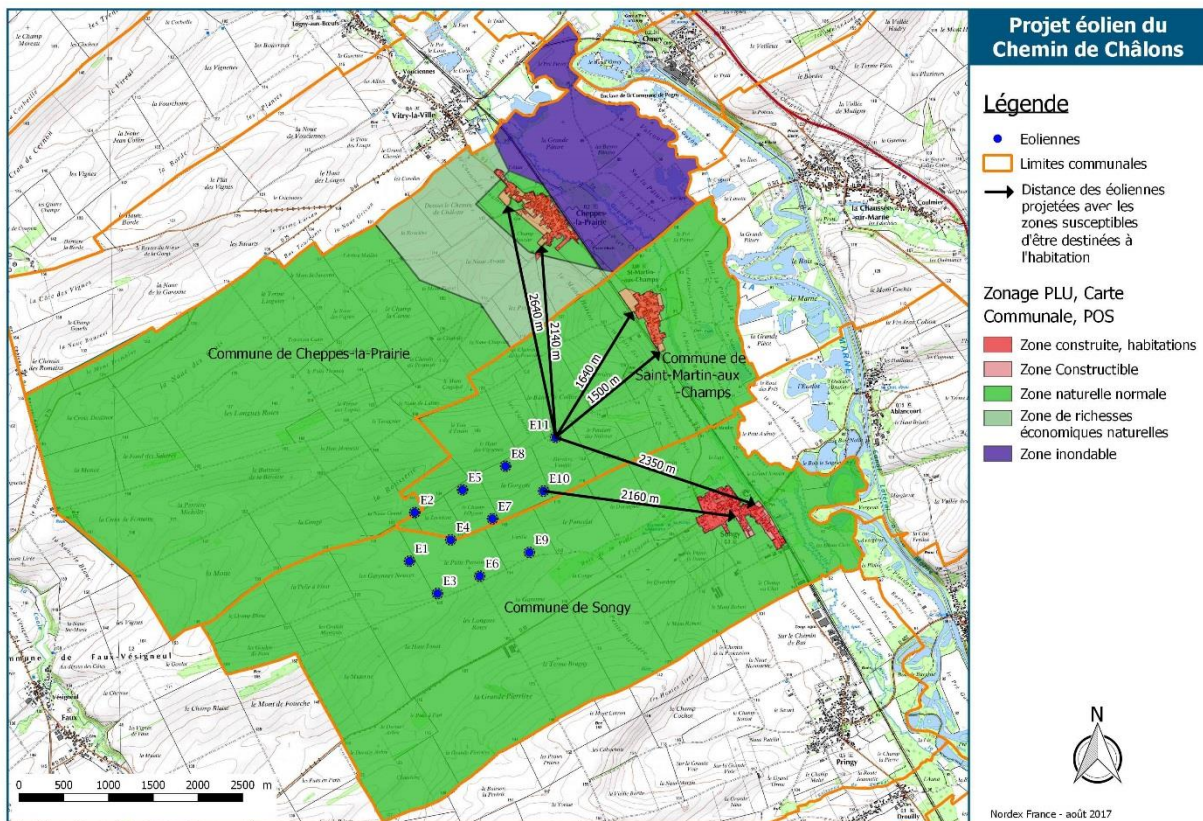


ZONES URBANISABLES

Les documents d'urbanisme de Songy et Saint-Martin-aux-Champs sont des cartes communales. Le secteur d'étude concerné se situe en zone N, zone naturelle non constructible, où les éoliennes non destinées à une autoconsommation sont autorisées. La commune de Cheppes-la-Prairie dispose d'un Plan d'Occupation des Sols modifié en 2009. Le secteur d'étude est compris dans la zone naturelle banale (NB).

Les zones constructibles sont recensées en continuité des constructions existantes à l'extérieur des aires d'études (500 m).

Compte tenu des éléments *sus cités*, la zone d'implantation du présent projet éolien est compatible avec l'implantation d'aérogénérateurs et conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011, le projet éolien est implanté de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de 500 m de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010.



III.0.2. ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Le terme Etablissement Recevant du Public (ERP), défini à l'article R. 123-2 du Code de la Construction et de l'Habitation, désigne en droit français les lieux publics ou privés accueillant des clients ou des utilisateurs autres que les employés (salariés ou fonctionnaires) qui sont, eux, protégés par les règles relatives à la santé et sécurité au travail.

La zone d'étude est actuellement utilisée comme zone agricole, ou l'activité dominante est la céréaliculture. Aucun ERP n'est recensé dans la zone d'étude.

III.0.3. INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE) ET INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE

L'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 prévoit que : « *l'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés 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 ou d'une installation classée pour l'environnement soumise à l'arrêté du 10 mai 2000 susvisé en raison de la présence de produits toxiques, explosifs, comburants et inflammables* ».

Il n'existe aucune Installation Nucléaire de Base (INB) ou Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) dans la zone d'étude.

Le tableau ci-après recense les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) localisées à proximité du projet éolien.

COMMUNES	NOM	ACTIVITE	REGIME	DISTANCE
SONGY	EARL Giraux	Volailles, gibier à plume (élevage, vente, etc.)	A	> 2000 m
	Vivescia	Silos de stockage, élimination de déchets industriels, broyage, concassage, stockage de liquide inflammable	A	> 800 m
CHEPPES-LA-PRAIRIE	Morgagni Zeimett	Broyage, concassage,...	A	> 3300 m
	Morgagni Zeimett	Exploitation de carrières	A	> 3300 m
	Société de développement du Mont de la Guenelle	Installation terrestre de production d'électricité	A	> 2800 m

A : Autorisation DC : Déclaration

Ainsi, compte tenu des informations sus citées, le parc éolien projeté sur les communes de Songy, Saint-Martin-aux-Champs et Cheppes-la-Prairie est conforme à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011.

III.0.4. AUTRES ACTIVITES

Il n'existe aucune activité industrielle dans les différentes aires d'études. De même, aucune activité de tourisme n'est recensée.

III.1. ENVIRONNEMENT NATUREL

III.1.1. CONTEXTE CLIMATIQUE

D'après Météo France, le climat de la Marne est un climat océanique de transition. La légère continentalisation se caractérise par des pluies convectives estivales et une amplitude thermique annuelle dépassant 15°C. La répartition moyenne des précipitations en cours d'année est relativement homogène.

Les données climatologiques qui suivent sont pour la plupart issues de la station de Vatry Aéro, située à environ 20 km du site.

LES TEMPERATURES

La température annuelle moyenne est comprise entre 6.3°C et 15°C. Les moyennes mensuelles tournent autour de 4.6°C les mois d'hiver et sont voisines de 18°C en été. La température moyenne annuelle est d'environ 10°C.

La saison froide (octobre à avril) présente des températures moyennes mensuelles toujours supérieures à 0°C. La température minimale observée à la station de Saint-Dizier est de -17.3°C.

La saison chaude (mai à septembre) atteint son maximum d'ensoleillement au mois de juillet. La température maximale observée à la station de Saint-Dizier est de 40.4°C.

	JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	AN.
TEMPERATURE MAXIMALE (°C)	5	6.3	11.1	15.7	18.8	22.6	24.9	24.4	20.9	15.8	9.5	5.5	15
TEMPERATURE MINIMALE (°C)	0.3	0.3	1.9	5	8.3	11.7	13.2	13.4	10	7.3	3.9	0.2	6.3
TEMPERATURE MOYENNE (°C)	2.4	2.9	6.5	10.3	13.6	17.2	19.1	18.7	15.5	11.6	6.6	2.8	10.6

Températures moyennes relevées à la station de Vatry Aéro – Météo France

LES PRECIPITATIONS

Sur une année, les précipitations dans le département de la Marne sont assez faibles et liées au relief. Les précipitations varient de 540 mm à plus de 800 mm par an. La hauteur maximale de pluie observée sur 24h à la station de Vatry Aéro ces 10 dernières années est de 59.7 mm.

Par ailleurs, le nombre annuel de jours avec pluie, c'est-à-dire le nombre de jours au cours desquels on recueille plus de 0,1 mm de précipitations, neige incluse, est de 131 jours (données de la station de Saint-Dizier).

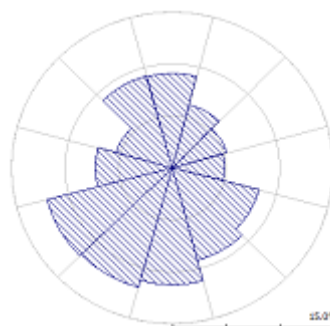
	JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	AN.
PRECIPITATIONS (MM)	46.4	51.5	50.2	49	70.7	61.9	74.7	63	38	60.8	52	75.9	694

Précipitations moyennes relevées à la station de Vatry Aéro – Météo France

LES VENTS

Le mât de mesure de vent installé par NORDEX France sur le site du projet éolien du Chemin de Châlons en octobre 2013, a permis de mesurer la fréquence et la vitesse des vents à 50 m durant au minimum 2 ans.

Les vents dominants en énergie (plus forts) sont de secteur sud-ouest. Par ailleurs, l'analyse des mesures montre que la vitesse de vent moyenne est de 6 m/s à 91 mètres de hauteur.



Rose des vents du site. Source : Nordex France

PHENOMENES METEOROLOGIQUES

Dans le département de la Marne, plusieurs phénomènes météorologiques sont recensés :

- le brouillard (visibilité < 1 km) : environ 75 jours par an contre 40 jours pour la moyenne nationale ;
- le gel (température < 0°C) : environ 66 jours par an ;
- la neige : environ 8 jours de neige par an contre 14 jours de moyenne à l'échelle nationale.

Les données ci-dessus sont issues de statistiques calculées sur les 10 dernières années à la station de Vatry Aéro.

III.1.2. RISQUES NATURELS

Les infos ci-après sont issues du site « www.prim.net », des sites dédiés à chaque thème (géotechnique, inondation,...), du Dossier Départemental des Risques Majeurs, de la Direction Départementale des Territoires (DDT) de la Marne et de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Champagne-Ardenne.

ARRETES DE CATASTROPHES NATURELLES

Les arrêtés relatifs à la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle enregistrés sur les communes concernées par les aires d'études du présent projet éolien sont les suivants :

COMMUNES	EVENEMENTS RECENSES	DEBUT DE L'EVENEMENT	FIN DE L'EVENEMENT
Saint-Martin-aux-Champs, Cheppes-la-Prairie	Inondations et coulées de boue	01/04/1983	30/04/1983
Songy, Saint-Martin-aux-Champs, Cheppes-la-Prairie	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999

RISQUE D'INONDATION ET DE REMONTEES DE NAPPES

De manière générale, les inondations sont liées à des remontées de nappe ou au ruissellement des eaux pluviales sur des terres agricoles et/ou des surfaces bâties, provoquant le débordement des cours d'eau du bassin versant concerné.

Risque majeur

D'après le DDRM 51, Songy, Saint-Martin-aux-Champs et Cheppes-la-Prairie, communes du périmètre d'étude rapproché, sont recensées comme soumises au risque « Inondation ». Les communes de Cheppes-la-Prairie et Saint-Martin-aux-Champs font l'objet d'un PPRI. Certains ouvrages étudiés sont répertoriés sur la carte des territoires à risques importants d'inondation (TRI), à savoir les éoliennes E2, E5, E7, E8, E10, E11 et les PDL 1 et 2.

Les bureau d'études mandaté sur cette problématique nous indique un niveau piézométrique des nappes compris entre 90 et 110m NGF sur la zone, d'après les données disponibles.

Ainsi, seules les éoliennes E4 et E9 sont potentiellement concernées par un risque d'inondation, avec leurs altitudes respectives de 109 et 106m NFG, encore que ces deux-là semblent plutôt être concernées par un niveau inférieur à 100m NGF. Ces données seront prises en compte dans le dimensionnement des fondations.

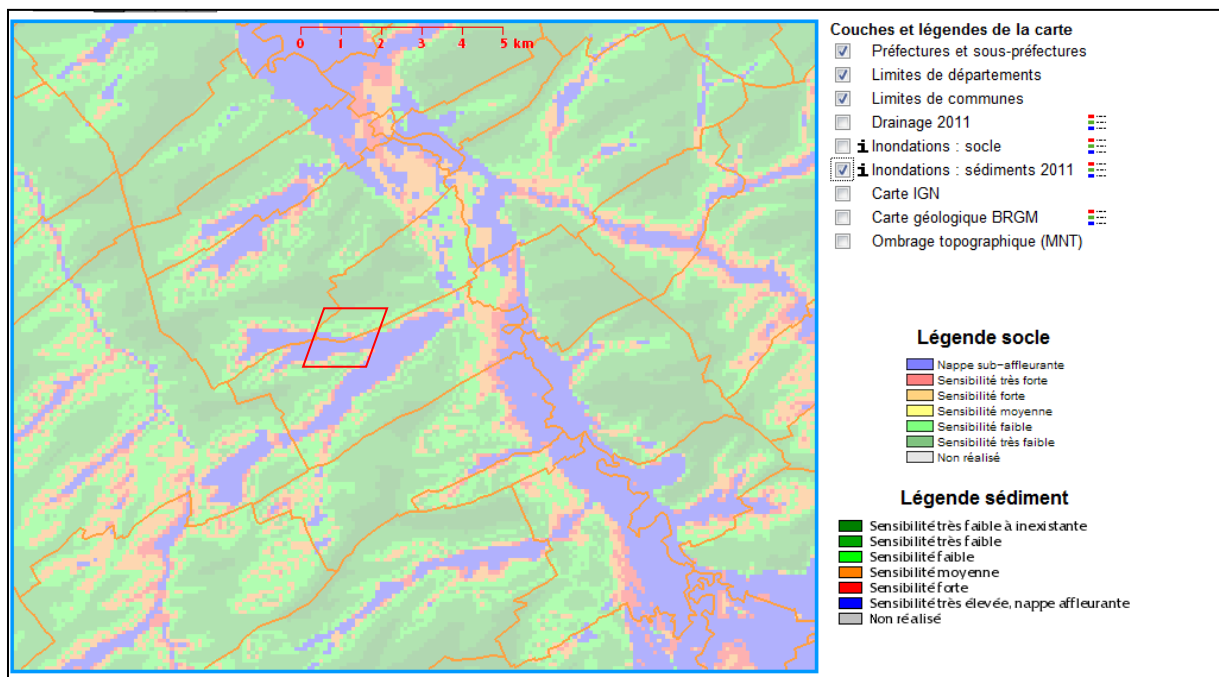
Risque de rupture de barrage

D'après le DDRM 51, Songy, saint-Martin-aux-Champs et Cheppes-la-Prairie, communes du périmètre d'étude rapproché, sont recensées comme soumises au risque « Rupture de barrage » lié au lac du Der.

Remontée de nappes

Le secteur d'étude est soumis aux remontées de nappes, la nappe est affleurante. Elle correspond à la vallée de la Guenelle. Une première étude géotechnique a permis d'identifier les éoliennes soumises au risque de remontée de nappe. Ce risque sera pris en compte dans le dimensionnement des fondations : des études géotechniques et hydrogéologiques poussées seront réalisées après l'obtention de l'autorisation unique. Ces études permettront notamment de calculer les coefficients de résistance et de déformabilité du sol pour dimensionner la fondation.

En conclusion générale, les éoliennes retenues avec l'implantation finale sont situées à une altitude comprise en 106 et 141m NGF, le secteur d'étude étant en surplomb d'un cours d'eau temporaire. Comme exprimé dans l'étude géotechnique, les risques de remontées de nappes sont de sensibilité très faible, voire inexistant.



Carte des remontées de nappe (Source : www.inondationsnappe.fr)

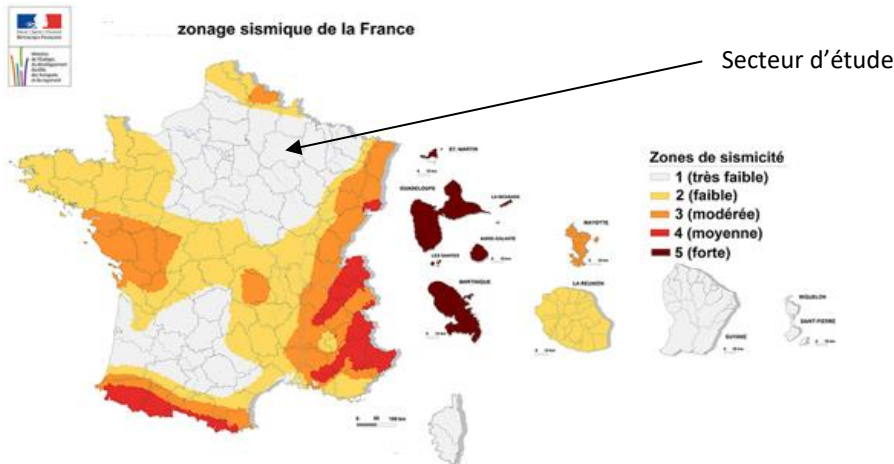
RISQUE SISMIQUE

Le zonage sismique actuellement en vigueur en France a été réglementé par le Décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique. Il divise la France en cinq zones soumises au risque sismique. Ces zones sont classées de façon croissante en fonction de leur occurrence :

- Zone de sismicité 1 : très faible ;
- Zone de sismicité 2 : faible ;
- Zone de sismicité 3 : modérée ;
- Zone de sismicité 4 : moyenne ;

- Zone de sismicité 5 : forte.

Les communes du périmètre rapproché sont localisées en zone de sismicité 1 c'est-à-dire de sismicité très faible.



Par ailleurs, jamais un séisme n'a été ressenti sur les communes de Songy, Saint-Martin-aux-Champs, ni Cheppes-la-Prairie (Source : Sisfrance).

RISQUE DE FOUDROIEMENT

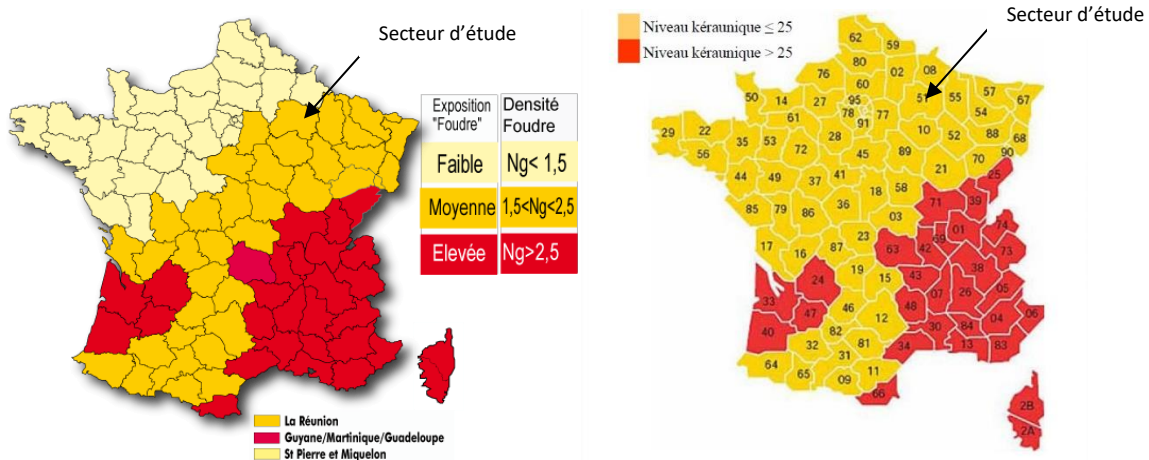
Niveau Keraunique (Nk) :

C'est le nombre de jours par an où le tonnerre a été entendu. Il permet d'évaluer la sévérité orageuse d'un département. Dans la Marne, il est de 18 jours orageux par an, inférieur à la moyenne nationale (25 jours par an).

Densité de foudroiement (Ng) :

Ce paramètre indique le nombre de coups de foudre par an et par km². Dans la Marne, la densité de foudroiement est de 1,8 coup/km²/an. La moyenne française se situe entre 1,5 et 2,5 coup/km²/an.

Le risque de foudroiement ne crée aucune sensibilité pour le projet.



Densité de foudroiement (à gauche) et niveau kéraunique (à droite)

Les départements dont la densité de foudroiement est supérieure à 2,5 Ng requièrent, selon les prescriptions de la norme NF C 15-100, l'installation obligatoire de parafoudres sur les constructions. On peut constater que le département de la Marne, où se situe le projet, n'est pas concerné par ces risques de foudroiement élevés.

ALEA RETRAIT – GONFLEMENT D'ARGILES

Le risque survient lorsque la teneur en eau des matériaux argileux est modifiée et se traduit par une variation significative du volume des sols. En période de sécheresse, les argiles se tassent verticalement et entraînent des mouvements différentiels qui peuvent affecter les constructions.

Sur le périmètre d'étude rapproché, l'aléa retrait et gonflement des argiles est qualifié de nul à faible.

La thématique des risques géotechniques est sensible pour un projet éolien. Les contraintes identifiées à ce stade devront être prises en compte lors de la conception du projet final. Une étude géotechnique, comprenant des forages dans le sol et le sous-sol, sera réalisée préalablement à la phase de travaux de construction des éoliennes afin de déterminer la présence éventuelle de cavités et le dimensionnement des fondations.

RISQUE FEUX DE FORETS

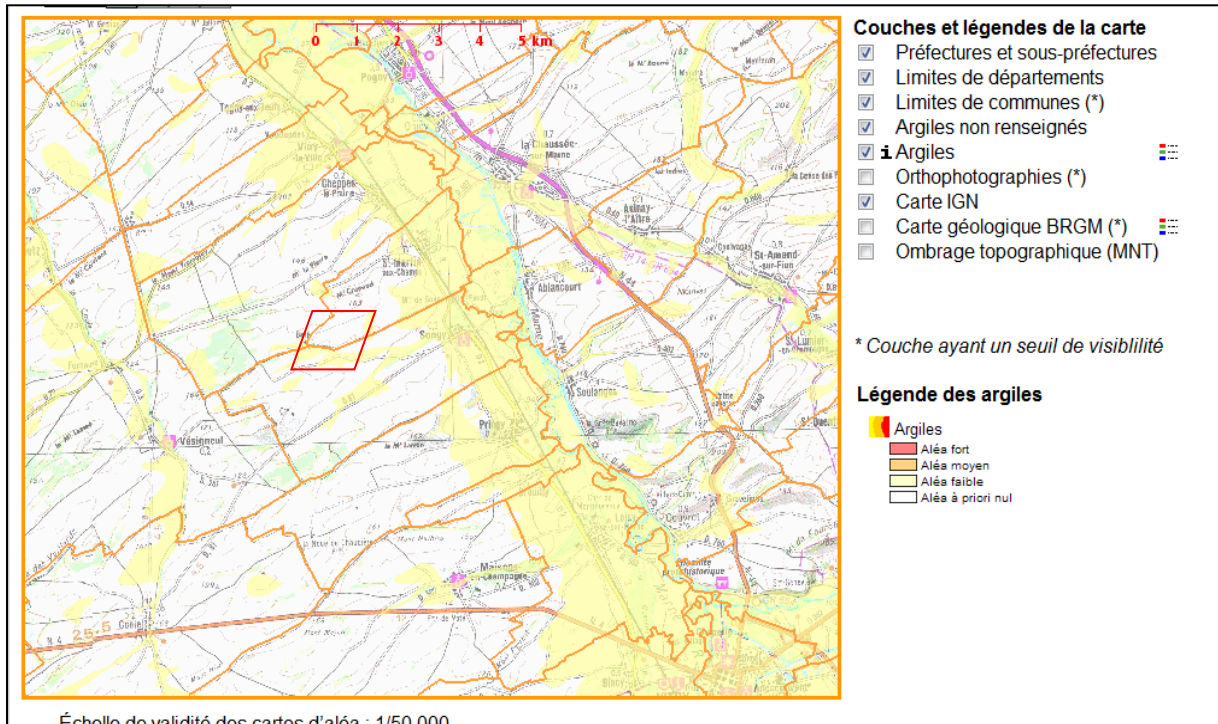
Selon le site « prim.net », aucune commune du périmètre rapproché n'est recensée comme étant soumise au risque « incendie de forêt ».

RISQUE DE MOUVEMENTS DE TERRAIN

Selon le site « prim.net », aucune commune du périmètre rapproché n'est recensée comme étant soumise au risque « Mouvement de terrain ».

RISQUE DE TEMPETES

Selon le site « prim.net », aucune commune du périmètre rapproché n'est recensée comme étant soumise au risque « Tempête ».



Carte de l'aléa retrait gonflement des argiles (Source : www.argiles.fr)

III.2. ENVIRONNEMENT MATERIEL

III.2.1. VOIES DE COMMUNICATION

TRANSPORT ROUTIER

Plusieurs grandes voies de communication sont présentes à proximité du site :

- La route départementale 81 reliant Songy à Coole qui traverse le site d'étude d'est en ouest. Elle supporte un trafic journalier inférieur à 250 véhicules.
- La route départementale 2, passant à l'est du site, reliant Châlons-en-Champagne à Les Rivières-Henrueil. Elle supporte un trafic journalier compris entre 2500 et 5000 véhicules.
- La route départementale 4 sur la commune de Faux Vésigneul à l'ouest du secteur d'étude. Elle supporte un trafic de 500 à 1000 véhicules par jour.
- Enfin la route Nationale N44 à l'est du secteur d'étude, elle fait partie des routes à grande circulation avec un trafic journalier supérieur à 10 000 Véhicules.

A noter qu'une infrastructure routière est considérée comme « structurante » si le trafic routier journalier est supérieur à 2000 véhicules. Aussi, seules la D2 et la N44 sont considérées comme structurantes. Cependant, **aucune de ces voies ne traverse la zone d'étude**. Seul un réseau de chemins communaux maille la zone d'étude.

On peut noter que la desserte routière du parc se fera par l'intermédiaire d'un réseau de routes secondaires. Toutefois en phase de construction, la route D81 ne pourra être utilisée que pour des véhicules dont le poids est inférieur à 25 Tonnes.

TRANSPORT FERROVIAIRE

Une voie ferrée est située à proximité du projet mais hors de la zone d'étude, la ligne Paris-Strasbourg.

TRANSPORT FLUVIAL

Le cours d'eau principal du périmètre éloigné est la Marne qui est navigable. Toutefois cette dernière est localisée à 2,5 km de la zone d'étude.

TRANSPORT AERIEN

Militaire :

La Zone Aérienne de Défense Nord (ZAD Nord) dans un courrier en date du 30 mai 2011, fait état des contraintes suivantes :

- **Contrainte radioélectrique** : le périmètre d'étude rapproché est traversé par deux faisceaux hertziens de Gendarmerie nationale. Ceux-ci nécessitent une zone de protection de 100 mètres de part et d'autre des faisceaux à l'intérieur de laquelle l'implantation d'aérogénérateurs est proscrite.
- **Contrainte aéronautique** : le secteur d'étude s'inscrit dans le volume de sécurité radar HMSR de la Base Aérienne 113 de Saint-Dizier.

Ce volume a pour vocation d'assurer une marge de franchissement réglementaire de 300 mètres au-dessus de tout obstacle et de permettre le guidage et la surveillance radar en toutes conditions jusqu'à l'altitude publiée.

L'altitude sommitale des aérogénérateurs, pales à la verticale, est donc limitée à 327 mètres NGF.

Civil :

La direction générale de l'aviation civile, dans un courrier en date du 18 mai 2011, n'émet aucune objection à l'implantation d'un projet éolien pour des aérogénérateurs de 150 m de hauteur sur le secteur d'étude.

Loisirs aériens :

Les aérodromes et aéro-club les plus proches du site, faisant l'objet d'un usage civil, sont :

- L'aérodrome d'Ecury-sur-Coole à 16 km au nord ;
- L'aérodrome de Vatry à environ 20 km à l'ouest du secteur d'étude ;
- L'aérodrome de Vitry-le-François Vauclerc à 18 km au sud du secteur d'étude.

Le site étant éloigné des premières activités de loisirs aériens, aucune contrainte n'est recensée pour cette thématique au regard des plateformes elles-mêmes.

III.2.2. RESEAUX PUBLICS ET PRIVES

RESEAUX D'ELECTRICITE

La zone d'étude n'accueille aucune infrastructure du Réseau de Transport d'Electricité (RTE) sur son territoire. En revanche, une ligne électrique HTA relevant du réseau ERDF est présente dans l'aire d'étude de l'éolienne E9. Une distance de recul de 150 m a été respectée par rapport à cette ligne.

RESEAUX DE GAZ

Dans un courrier réceptionné le 29 mars 2014, les services de GRT GAZ font état de la présence d'une canalisation de transport de gaz naturel haute pression au sein du périmètre rapproché du projet. Toutefois, cette canalisation ne se trouve pas sur la zone d'étude.

RESEAUX D'HYDROCARBURES ET PRODUITS CHIMIQUES

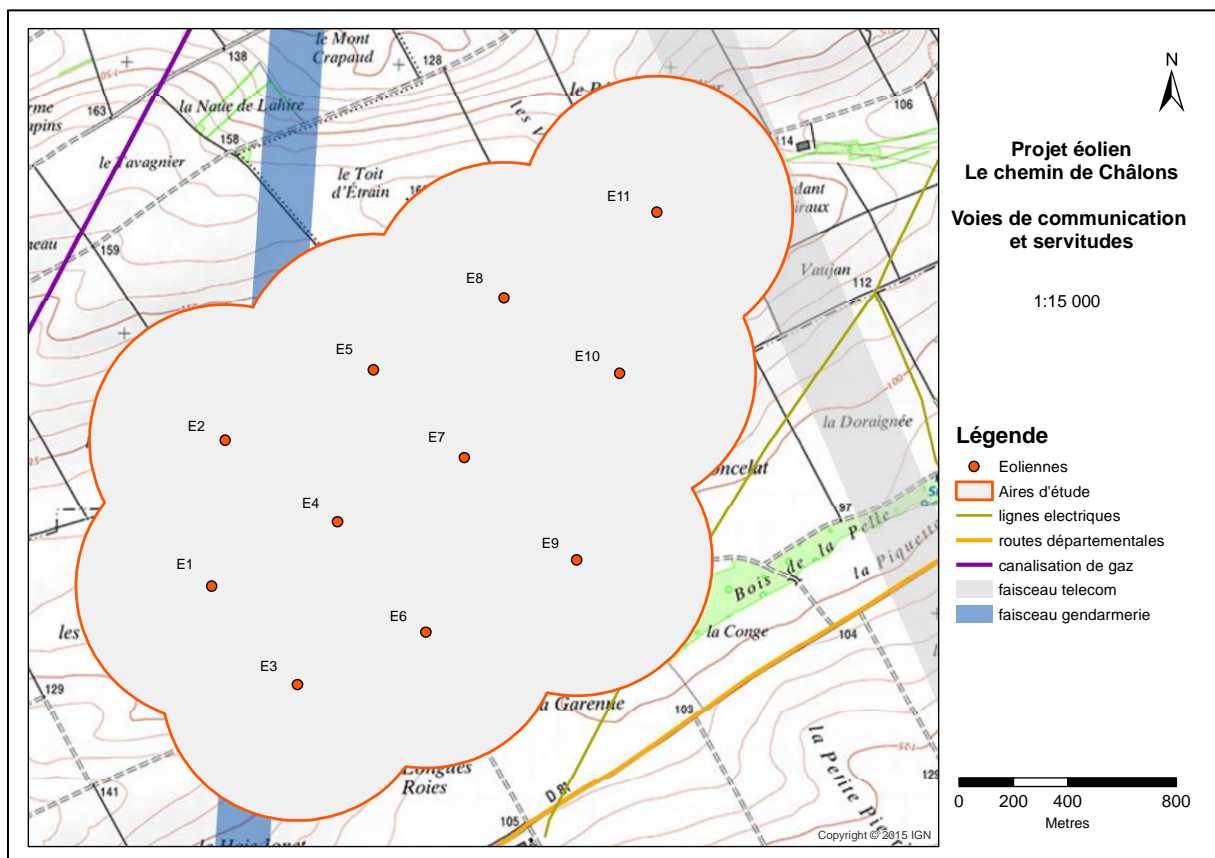
Un oléoduc est présent sur la partie nord du périmètre intermédiaire, à plus de 3 km de la zone d'étude.

RESEAUX D'EAU

La zone d'étude n'est pas concernée par ce type d'ouvrage.

III.2.3. AUTRES OUVRAGES PUBLICS

Aucun autre ouvrage public de type barrage, digue ou encore château d'eau n'est recensé dans la zone d'étude.



Carte des voies de communication et des servitudes

III.3. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE

III.3.1. EQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES

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

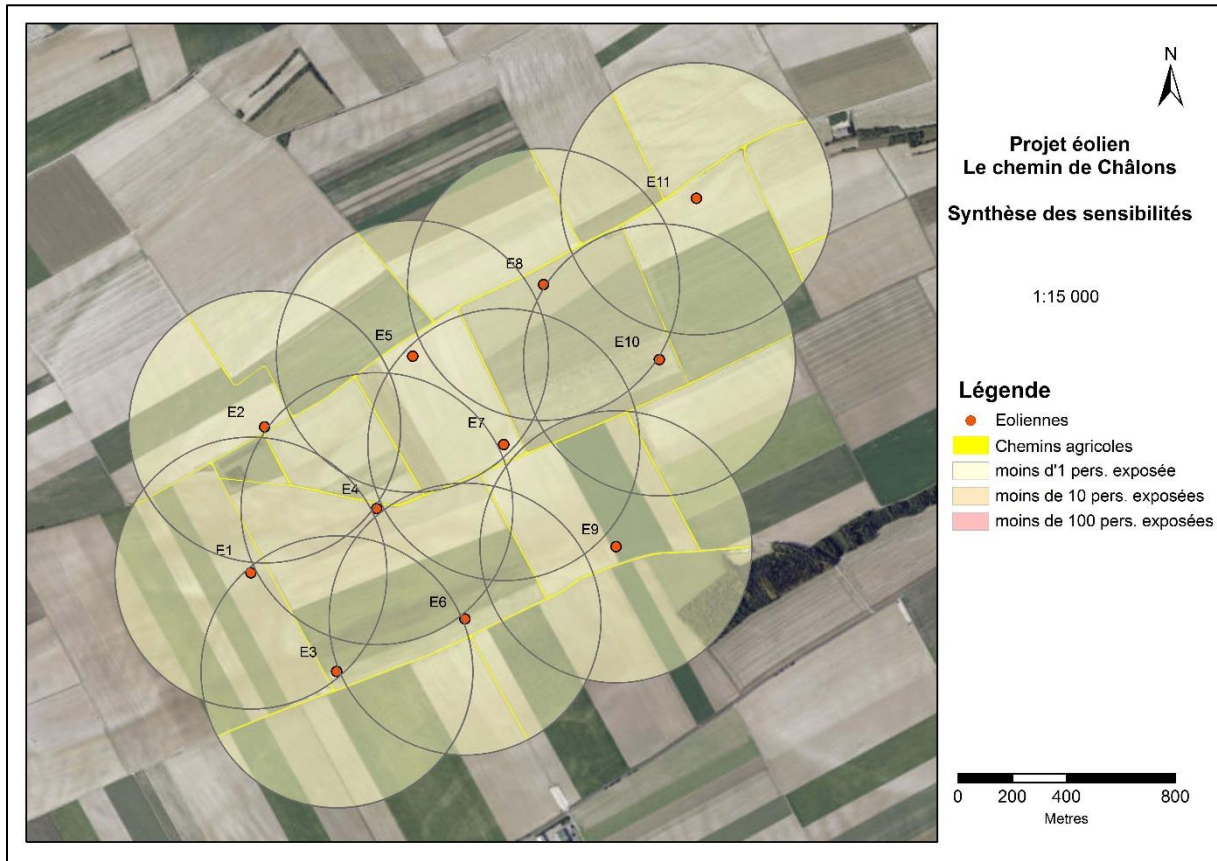
La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 2. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

SECTEUR/INFRASTRUCTURE	TYPE	EQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES	EOLIENNES CONCERNEES (AIRE D'ETUDE DE 500M)
Chemins agricoles	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/ 10 hectares	Toutes
Champs, prairies, boisements	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1 personne/ 100 hectares	Toutes

Dans le cadre du projet de parc éolien du Chemin de Châlons, les sensibilités sur les aires d'études sont relativement faibles compte tenu de l'occupation du sol (zone agricole) et de l'absence d'infrastructure de transport structurante.

III.3.2. CARTOGRAPHIE

La carte page suivante permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans les aires d'études pour chacun des 11 aérogénérateurs projetés. Cette dernière a été réalisée à partir des données du tableau précédent.



Carte de synthèse

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.

Consultation de construction et d'exploitation des ouvrages de transport et de distribution d'électricité :

En respect de l'article L 323-11 du code de l'énergie, la demande d'autorisation unique inclut également une consultation pour la construction et l'exploitation des ouvrages de transport et de distribution d'électricité.

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 parties IV.1 et IV.2 de la présente étude de dangers comportent les éléments nécessaires à justifier la conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur. Elle comporte également les éléments détaillés concernant le réseau électrique interne ou « réseau inter-éolien » avec notamment un descriptif des caractéristiques principales des ouvrages : tension, technique utilisée, linéaire de réseau à construire (longueurs de tranchées et câbles), une vue en coupe d'une tranchée, etc.

Les tracés des raccordements « inter-éolien » et le positionnement des postes de livraison sont présentés en annexe 1 de la présente étude.

IV.0. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

IV.0.1. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe IV.2.1) :

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

(1) ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN AEROGENERATEUR

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - le générateur qui transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - le multiplicateur ;
 - 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.

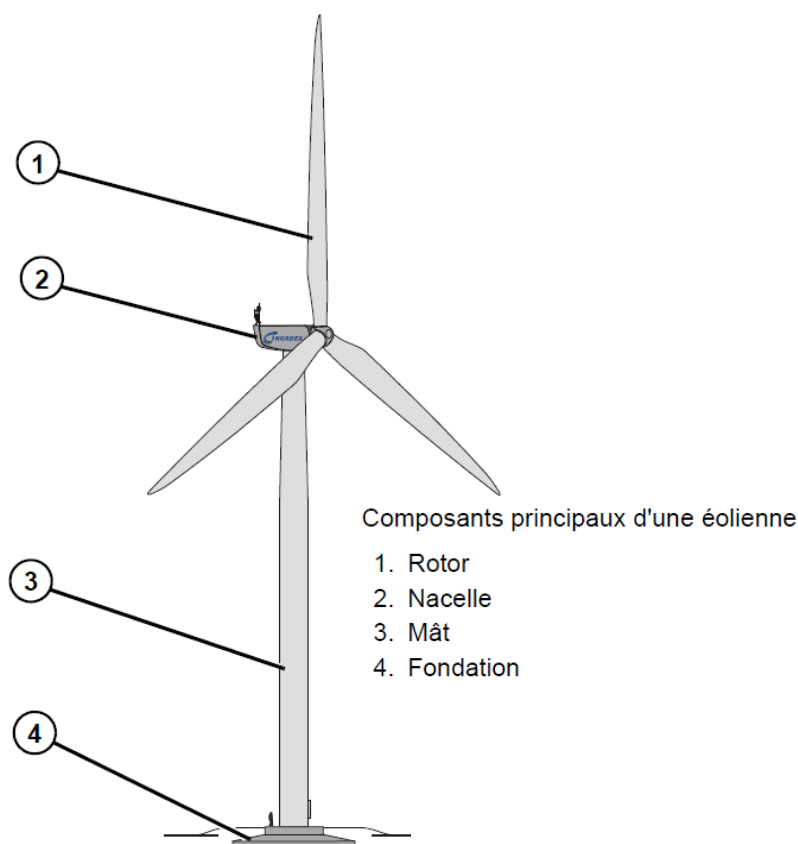


Schéma simplifié d'un aérogénérateur

(2) EMPRISE AU SOL

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

- **La surface de chantier** est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
- **La fondation de l'éolienne** est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.
- **La zone de surplomb ou de survol** correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât.

- La plateforme** correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.

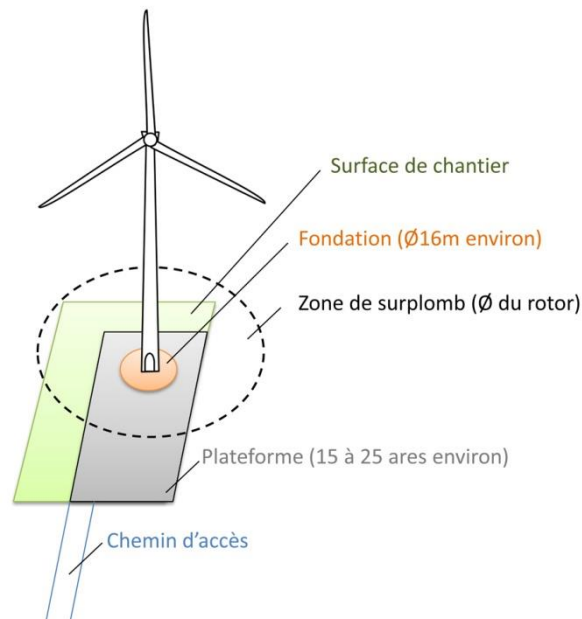


Illustration des emprises au sol d'une éolienne

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

(3) 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 leurs annexes.

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

IV.0.2. ACTIVITE DE L'INSTALLATION

L'activité principale du parc éolien du Chemin de Châlons est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) de 93 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

IV.0.3. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien du chemin de Châlons est composé de 11 aérogénérateurs et de 3 postes de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 91 mètres (soit une hauteur de mât de 93 mètres au sens de la réglementation ICPE) et un diamètre de rotor de 116,8 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 149,4 mètres.

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

INSTALLATION	COORDONNEES LAMBERT 93		ALTITUDE NGF AU SOL (M)	ALTITUDE NGF EN BOUT DE PALE (M)
	X	Y		
Éolienne 1	806 591	6 856 253	115	264,4
Éolienne 2	806 640	6 856 790	129	278,4
Éolienne 3	806 906	6 855 890	123	272,4
Éolienne 4	807 053	6 856 489	109	258,4
Éolienne 5	807 186	6 857 049	134	283,4
Éolienne 6	807 378	6 856 083	116	265,4
Éolienne 7	807 520	6 856 725	116	265,4
Éolienne 8	807 667	6 857 313	141	290,4
Éolienne 9	807 933	6 856 349	106	255,4
Éolienne 10	808 092	6 857 037	118	267,4
Éolienne 11	808 229	6 857 630	140	289,4
Poste de livraison 1	808428	6857816	125	127,63
Poste de livraison 2	808439	6857823	125	127,63
Poste de livraison 3	807478	6856039	112	114,63

Une carte détaillée de l'installation présentant l'emplacement des aérogénérateurs, du ou des poste(s) de livraison, des plateformes, des chemins d'accès et des câbles électriques enterrés figure en annexe 1 du présent document.

IV.1. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

IV.1.1. DESCRIPTION D'UNE EOLIENNE NORDEX N117/2400

La nacelle avec le rotor est logée sur le mât via un dispositif pivotant. Son orientation est adaptée automatiquement à la direction du vent par le système contrôle-commande à l'aide du système d'orientation. Le rotor est face au vent. La transformation de l'énergie éolienne en énergie électrique s'effectue grâce à une génératrice asynchrone à double alimentation. Son stator est directement relié au réseau du parc éolien, son rotor l'est via un convertisseur de fréquence à commande spéciale.

La limitation de puissance a lieu en modifiant l'angle de calage des pales. Le système à pas variable consiste en trois commandes et entraînements indépendants, un pour chaque pale.

La structure porteuse de la nacelle est composée d'un châssis machine coulé, d'un châssis générateur soudé et d'une structure porteuse métallique comme voie de roulement pour la grue de bord. La structure porteuse métallique vise également à l'accueil du revêtement de la nacelle (cabine) constitué de plastique renforcé de fibres de verre. L'espace intérieur est conçu avec suffisamment d'espace pour pouvoir effectuer tous les travaux avec le toit fermé. Il existe plusieurs écoutilles donnant accès au moyeu du rotor ou aux structures du toit. Sur le toit se trouve le système anémométrique redondant ainsi que les feux de balisage de nuit et de jour.

(1) ROTOR

L'énergie cinétique du vent est transmise par les pales au train d'entraînement via le moyeu du rotor. L'énergie éolienne est transformée en mouvement de rotation. L'éolienne N117/2400 avec son rotor d'un diamètre de 116,8 m est conçue de façon optimale pour les sites à l'intérieur des terres.

Le rotor de l'éolienne est composé d'un moyeu, sur lequel sont fixées trois pales qui peuvent fonctionner indépendamment à angle et à vitesse variables grâce à un système associant des roulements et des entraînements pour leur orientation sur l'axe longitudinal.

Le moyeu du rotor est une construction en fonte modulaire et rigide. Le corps de base du moyeu du rotor est complété d'un élément de renforcement qui accueille tous les composants d'entraînement de la pale. Le roulement d'orientation de pale et la pale sont ainsi montés directement dessus.

Les pales, réalisées en résine époxy renforcée de fibres de verre (PRV), jouent un rôle important dans le rendement de l'éolienne et dans son comportement sonore.

À l'extérieur, elles sont protégées des intempéries par un revêtement de surface. Ce revêtement à base de polyuréthane est robuste et très résistant à l'abrasion, aux facteurs chimiques et aux rayons du soleil. En outre, le profil aérodynamique des pales résiste bien aux salissures et à la glace, ce qui permet une réduction des pertes de puissance.

Chaque pale est pourvue d'une pointe en aluminium ou d'un récepteur de foudre de chaque côté de la pointe qui dévie le courant de foudre par un câble en acier vers le moyeu du rotor. Les pales sont fixées au roulement d'orientation du système Pitch à l'aide de boulons en T résistants à la foudre.

La pale a par ailleurs fait l'objet de tests de charge statiques et dynamiques au-delà des prescriptions et est régulièrement soumis à des tests complets. Les programmes de test intensifs garantissent la durabilité et résistance des pales pendant toute leur durée de vie.

Le système à pas variable comprend – pour chaque pale – un entraînement électromagnétique avec moteur triphasé, un engrenage planétaire et une unité de commande avec convertisseur de fréquence et alimentation électrique de secours. La transmission de signaux et l'alimentation en tension ont lieu par une bague collectrice intégrée dans l'arbre de rotor.

Le réglage d'angle individuel de chaque pale du rotor est commandé par microprocesseurs et assuré indépendamment, ce qui constitue un système de sécurité redondant. Les entraînements fonctionnent ainsi suivant le principe de variation de pas individuelle mais sont actionnées de manière synchronisée. En outre, chaque entraînement de pale dispose d'une alimentation de secours. Cette dernière peut, en cas de panne d'alimentation, faire tourner les pales du rotor pour qu'elles ne soient plus dans le vent. Le rotor tourne alors au ralenti.

L'angle de chaque pale est surveillé en continu par une mesure d'angle des pales, et les trois angles sont synchronisés entre eux. Ce principe permet d'ajuster rapidement et avec précision l'angle des pales aux conditions du vent (ce qui limite la vitesse du rotor et la force engendrée par le vent).

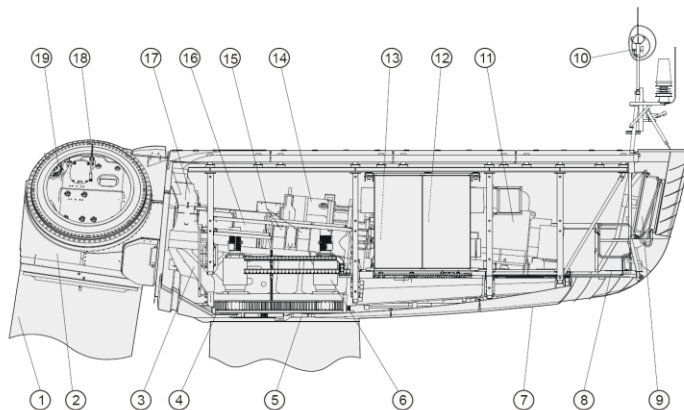
A partir de la vitesse nominale, le système à pas variable sert surtout à limiter la puissance au niveau nominal. L'inclinaison à 90° du rotor, en position dite de drapeau, interrompt la portance et crée une grande résistance de l'air provoquant ainsi le freinage du rotor (frein aérodynamique), ce sans que l'arbre d'entraînement ne subisse les effets occasionnés par un frein mécanique.

(2) NACELLE

La nacelle est le cœur de l'éolienne. Sous l'habillage aérodynamique, elle contient :

- un train d'entraînement,

- des freins,
- et un système d'orientation.



1. Pale de rotor
2. Moyeu de rotor
3. Châssis machine
4. Roulement de système d'orientation
5. Freins d'orientation
6. Entraînement de système d'orientation
7. Cabine de la nacelle
8. Écouteille pour la grue de bord
9. Échangeur thermique
10. Capteurs anémométriques
11. Génératrice
12. Coupleur
13. Frein de rotor
14. Multiplicateur
15. Appui du multiplicateur
16. Arbre de rotor
17. Palier de rotor
18. Roulement d'orientation de pale
19. Entraînement d'orientation de pale

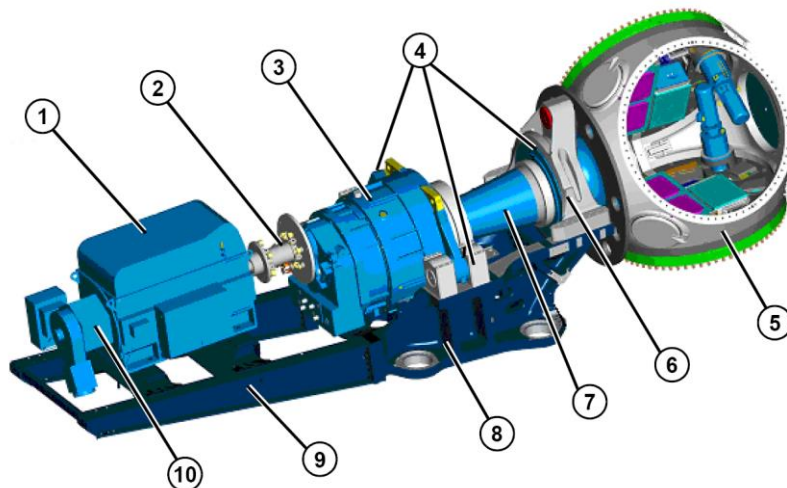
Dessin de vue d'ensemble de la nacelle (source : NORDEX)

❖ Le train d'entraînement

Il transmet le mouvement de rotation du rotor à la génératrice, la vitesse de rotation étant augmentée à la valeur nécessaire via un multiplicateur. Le train d'entraînement est constitué des composants principaux suivants :

- arbre de rotor,
- multiplicateur : l'arbre de rotor et le multiplicateur sont reliés entre eux par une frette de serrage,
- coupleur,
- génératrice.

L'illustration suivante montre le train d'entraînement y compris moyeu du rotor et châssis machine.



1. Génératrice
2. Coupleur
3. Multiplicateur
4. Suspension à trois points
5. Moyeu de rotor
6. Palier de rotor
7. Arbre de rotor
8. Châssis machine
9. Châssis générateur
10. Bague collectrice pour la transmission de puissance

Illustration d'un train d'entraînement

L'**arbre rotor** est situé dans le roulement du rotor de la nacelle. Ce dernier transmet les forces radiales et axiales du rotor au châssis machine, et contient un dispositif de blocage hydraulique du rotor. La bague collectrice pour la transmission de signal et de tension est intégrée dans l'arbre de rotor.

Le **multiplicateur** augmente la vitesse de rotation au niveau nécessaire pour la génératrice. Le système de refroidissement du multiplicateur consiste en un circuit huile / air à capacité de refroidissement graduelle. Les roulements du multiplicateur et engrenages sont constamment lubrifiés par de l'huile refroidie. L'huile du multiplicateur assure non seulement la lubrification mais aussi le refroidissement du multiplicateur. La température des roulements du multiplicateur et de l'huile est surveillée en permanence.

Le **coupleur** se trouve entre le disque de frein sur le multiplicateur et la génératrice. Il a pour fonction de compenser les décalages entre multiplicateur et génératrice. Une protection contre les surcharges (limitation prédéfinie de couple) est montée sur l'arbre de la génératrice. Elle empêche la transmission de pics de couple qui peuvent avoir lieu dans la génératrice en cas de panne de réseau. Le coupleur est isolé électriquement.

Le **générateur** est une génératrice asynchrone à double alimentation. Elle est maintenue à une température de fonctionnement optimale grâce au circuit de refroidissement véhiculant un réfrigérant.

L'énergie produite par le générateur est acheminée dans le réseau de l'exploitant par le système de connexion au réseau.

Ce concept de raccordement au réseau par le biais d'un transformateur permet d'exploiter le rotor de l'éolienne à une vitesse de rotation variable. Le rotor tourne lentement en présence de vents lents, et à grande vitesse si les vents sont forts. Cela assure un flux optimal de l'air sur les pales du rotor. La vitesse variable réduit aussi les sollicitations produites par des rafales de vent.

❖ Les freins aérodynamique et mécanique

Le **frein aérodynamique** est réalisé à l'aide de trois pales commandées indépendamment, de manière redondante, pouvant pivoter de 90° autour de leur axe longitudinal. L'orientation des pales du rotor est contrôlée par un système de sécurité. Après une coupure inopinée de la tension d'alimentation, une alimentation électrique de secours est commutée automatiquement dans le système à pas variable, qui oriente les pales perpendiculairement au sens de rotation. L'orientation des pales est le système de freinage de base. Même si un entraînement d'orientation de pale tombait en panne, l'éolienne pourrait s'arrêter en toute sécurité.

De plus, l'éolienne est équipée d'un **frein mécanique**. Ce frein soutient le frein aérodynamique dès qu'une vitesse de rotation définie n'est plus atteinte et ralentit le rotor jusqu'à l'arrêt. La puissance de freinage est régulée par divers programmes de freinage en fonction du déclencheur du freinage. Les programmes de freinage préviennent les pics de charge. Une fois l'éolienne arrêtée, le rotor peut être bloqué ou tourner au ralenti.

❖ Le système d'orientation

La direction du vent est mesurée de manière continue à hauteur de moyeu par deux appareils indépendants installés sur le dessus de la nacelle :

- une girouette qui relève la direction du vent,
- et un anémomètre à ultrason mesurant la vitesse.

Le palier d'orientation de la nacelle, muni d'une couronne, est monté directement sur la connexion supérieure de la tour. Il permet la rotation de l'éolienne grâce à des moteurs équipés de roues dentées (« moteurs d'orientation » ou moteurs de « Yaw ») qui s'engagent dans la couronne pour faire tourner la nacelle et l'orienter en fonction face au vent.

Le poids de la nacelle est absorbé par le mât, par l'intermédiaire du palier d'orientation. Le support principal est fixé directement sur le palier d'orientation.

La commande d'orientation de l'éolienne commence à fonctionner même lorsque la vitesse du vent est faible. Même à l'arrêt, en raison, par exemple, d'une trop grande vitesse du vent, l'éolienne est tournée face au vent.

Si la direction du vent relevée diffère du positionnement de la nacelle d'une valeur supérieure à la valeur limite, la nacelle est réorientée. Cette orientation a lieu via quatre entraînements en gisement qui se trouvent sur le châssis machine de la nacelle. Ils sont constitués d'un moteur électrique, d'un engrenage planétaire à plusieurs niveaux et de pignons d'entraînement. Les pignons d'entraînement s'enclenchent dans l'engrenage externe du système d'orientation.

Si la nacelle n'est pas orientée, alors les freins d'orientation sont activés. Il existe deux différents freins d'orientation, qui peuvent être commandés simultanément. Les freins actionnés hydrauliquement sont répartis sur le pourtour du système d'orientation et agissent sur un disque de frein. Les freins électriquement actionnés sont disposés sur le côté rapide de l'entraînement de système d'orientation et agissent sur l'arbre du moteur électrique. En cas de vitesses de vent inférieures à la vitesse du vent de démarrage, l'orientation automatique reste inactive, pour économiser l'énergie.

Le processus d'orientation est déterminé par le décompte des rotations du moteur d'inclinaison. Si le système de commande détecte des anomalies dans la commande d'orientation ou le vrillage des câbles, il déclenche une procédure d'arrêt.

(3) MAT ET FONDATIONS

❖ Mât tubulaire en acier

La machine Nordex N117/2400 repose sur des mâts tubulaires en acier pour différentes hauteurs de moyeu et zones de vitesse du vent. La hauteur de moyeu est définie comme la hauteur du moyeu du rotor au-dessus du sol. Le mât est un mât tubulaire cylindrique en acier, seule la section supérieure est conique. En fonction de la hauteur du moyeu, il est constitué de trois à cinq sections. La protection anticorrosion du mât tubulaire est garantie par un système de recouvrement de la surface, conformément à la norme ISO 12944. Un dispositif d'ascension (monte-charge), l'échelle d'ascension avec son système de protection antichute et les plateformes de repos et de travail à l'intérieur du mât permettent un accès à la nacelle à l'abri de la météo.

Dans le cas présent, le poste de transformation est intégré, et le transformateur ainsi que la commutation de moyenne tension sont logés dans le pied du mât. Les câbles électriques raccordés à l'éolienne et au réseau électrique local sont disposés sous la terre.

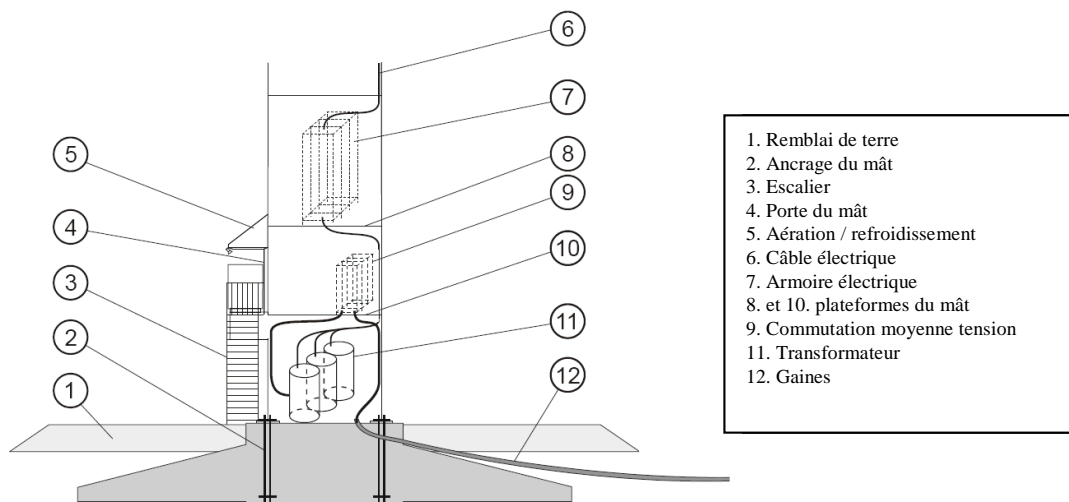


Illustration de l'organisation d'un mât d'éolienne

❖ Fondation

Concernant la stabilité des constructions, des essais de sols - réalisés après l'obtention de l'autorisation unique - permettront de dimensionner les fondations en prenant en compte les charges statiques et dynamiques, ainsi que des moments exercés sur la fondation. Le cas échéant, les dimensions de la fondation devront être augmentées ou les ouvrages être posés sur pieux en cas d'absence d'une couche suffisamment résistante à faible profondeur.

Des études géotechniques permettront notamment de calculer les coefficients de résistance et de déformabilité du sol pour dimensionner la fondation.

L'emprise des fondations sur les terrains agricoles n'est pas suffisante pour modifier significativement le régime d'alimentation ou d'écoulement de la nappe aquifère. Les campagnes géotechniques devront mentionner le niveau de la nappe de surface (et ses éventuelles variations en fonction des précipitations) afin de se prémunir de tout risque de voir les fouilles remplies d'eau au cours de l'excavation (ce qui compromettrait leur stabilité). Si le niveau de cette nappe est atteint par les fouilles de fondation, un rabattement local par pompage pourrait être envisagé.

La construction des fondations dépend de la nature du sol du site d'implantation prévu. Pour l'ancrage du mât, une cage d'ancrage est bétonnée dans les fondations. Le mât et la cage d'ancrage sont vissés ensemble. Certaines précautions seront prises afin de limiter un maximum les risques, notamment liés à la pollution. A titre d'exemples, des systèmes de recyclage seront mis en place, tout comme une gestion spécifique des eaux, via des terrassements, des systèmes de stockage ou encore des rabattages de nappe. Pour ce qui concerne les éoliennes

situées en zone inondable, il s'agira de prévoir les travaux sur des plateformes surélevées ceinturées par un talus périphérique. L'assise de ces machines se fera par des fondations particulièrement profondes, permettant d'assurer un même niveau de stabilité que les éoliennes situées hors zone inondable.

(4) UNITE D'ALIMENTATION AU RESEAU

L'éolienne est équipée d'un système générateur-convertisseur à régime variable. Combiné à l'orientation électrique des pales, le train d'entraînement à régime variable garantit les meilleurs résultats en matière de contraintes mécaniques et de qualité du réseau électrique. Le système prévient en grande mesure les pics de charge et pointes de surtension. La gestion de l'éolienne permet de produire une puissance constante avec très peu de fluctuations en mode de charge partielle. En fonctionnement de charge nominale, l'éolienne peut fonctionner avec une puissance constante.

Les composants électroniques les plus importants sont situés dans l'armoire électrique dans le pied du mât. L'armoire électrique contient, séparément, le convertisseur de fréquence, l'ordinateur de gestion d'exploitation, l'écran de contrôle d'ordinateur, l'interrupteur principal, les fusibles ainsi que des connexions pour la communication et les câbles de puissance.

IV.1.2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE EOLIENNE NORDEX N117/2400

Les données telles que la direction et la vitesse du vent sont mesurées en continu pour adapter le mode de fonctionnement de l'éolienne en conséquence.

La direction du vent est mesurée en continu par la girouette. Si la déviation entre l'axe du rotor et la direction mesurée du vent est trop grande, la position de la nacelle est corrigée par la commande d'orientation.

L'ampleur de la rotation et le temps imparti avant que la nacelle ne soit mise dans la bonne position dépendent de la vitesse du vent.

Si l'éolienne a été arrêtée manuellement ou par son système de commande, les pales sont mises progressivement en position drapeau, réduisant la surface utile des pales exposée au vent. L'éolienne continue de tourner et passe progressivement en fonctionnement au ralenti.

Quatre « périodes » de fonctionnement sont à considérer :

- dès que le vent se lève (à partir de 1.1 à 1.4 m/s), un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent. Les trois pales sont alors mises en mouvement par la seule force du vent. Elles entraînent avec elles le multiplicateur et la génératrice électrique ;
- lorsque le vent est suffisant (environ 3 m/s), l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor tourne alors à sa vitesse nominale comprise entre 7.5 et 13.2 tours par minute ;
- la génératrice délivre alors un courant électrique alternatif, dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent. Ainsi, lorsque cette dernière croît, la portance s'exerçant sur le rotor s'accroît et la puissance délivrée par la génératrice augmente ;
- quand le vent atteint une vitesse de 12,5 m/s, l'éolienne fournit sa puissance nominale. Cette dernière est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales. Un système hydraulique régule la portance en modifiant l'angle de calage des pales par pivotement sur leurs roulements (chaque pale tourne sur elle-même).

(1) DEMARRAGE DE L'EOLIENNE

Si la vitesse du vent de démarrage est atteinte, l'éolienne passe à l'état « prêt à démarrer » (angle des pales 70°, frein ouvert). Tous les systèmes sont alors testés, la nacelle est orientée en fonction de la direction du vent et les pales du rotor sont placées dans le lit du vent, l'éolienne tourne alors à faible vitesse. Si la force du vent augmente, le rotor commence à tourner plus rapidement. La procédure de démarrage automatique est lancée

lorsque la vitesse moyenne du vent mesurée pendant 3 minutes consécutives est supérieure à la vitesse de vent requise pour le démarrage. Lorsque la vitesse de rotation déterminée est atteinte, la génératrice est raccordée au réseau et l'éolienne commence à produire de l'électricité.

(2) FONCTIONNEMENT NORMAL

Dès que la phase de démarrage de l'éolienne est terminée, l'éolienne est en fonctionnement normal. Les conditions de vent sont relevées en permanence pendant ce temps. La vitesse de rotation, le débit de puissance et l'angle des pales sont constamment adaptés aux changements du régime des vents, la position de la nacelle est ajustée en fonction de la direction du vent et l'état de tous les capteurs est enregistré. La puissance électrique est contrôlée par l'excitation du générateur. Au-dessus de la vitesse nominale du vent, la vitesse de rotation est également maintenue à une valeur nominale par le réglage de l'angle des pales.

En cas de températures extérieures et de vitesses de vent élevées, le système de refroidissement se met en route.

(3) FONCTIONNEMENT EN CHARGE PARTIELLE

En cas de vitesses de vent faibles, l'éolienne fonctionne en mode de charge partielle. Les pales sont maintenues dans le lit du vent de manière optimale, ce qui leur permet de fonctionner continuellement dans la meilleure aérodynamique et avec une efficacité maximale. La vitesse de rotation du rotor passe en dessous de la vitesse nominale. La puissance générée par l'éolienne dépend maintenant de la vitesse du vent. Le régime de rotation et la puissance augmentent au fur et à mesure de l'augmentation de la vitesse du vent.

(4) FONCTIONNEMENT DE REGULATION

Lorsque la vitesse nominale du vent est atteinte, l'éolienne entre dans le fonctionnement de charge nominale. Si la vitesse du vent augmente, la commande modifie l'angle de calage des pales de manière à maintenir constante la vitesse de rotation du rotor et que l'éolienne produise sa puissance nominale.

Le changement requis de l'angle des pales est déterminé après analyse du régime de rotation et de l'accélération, puis transmis à l'entraînement d'inclinaison des pales. La puissance conserve ainsi sa valeur nominale.

(5) FONCTIONNEMENT AU RALENTI

Si la vitesse de mise en service n'est pas atteinte, l'éolienne reste en état de repos et le rotor tourne alors au ralenti (mode économique). Seul l'ordinateur de gestion d'exploitation fonctionne et saisit les données (météorologiques). Les autres systèmes ne seront activés qu'en cas de besoin et ne consomment donc pas d'énergie ; les seules exceptions étant les fonctions de sécurité, comme le système de freinage (pompe hydraulique).

Le fonctionnement au ralenti réduit les charges et permet à l'éolienne de redémarrer dès que les conditions de vent sont suffisantes.

(6) ARRET DE L'EOLIENNE

Le système de commande arrête l'éolienne en cas de dérangement, ou encore si les conditions de vent sont défavorables (vent supérieur à 20 m/s). L'éolienne peut également être arrêtée manuellement (interrupteur Marche/Arrêt) ou en actionnant le bouton d'arrêt d'urgence.

Le fonctionnement de l'éolienne est automatique. Un système de commande par programme enregistré (CPE) surveille en permanence les paramètres d'exploitation, compare les valeurs réelles aux valeurs de consignes correspondantes et transmet aux composants de l'installation les instructions de contrôle requises. Les paramètres d'exploitation sont prédéterminés par Nordex et adaptés à chaque site.

Tous les systèmes et de nombreux composants de l'éolienne sont équipés de capteurs informant le système contrôle-commande de leur état. Des valeurs de consigne sont attribuées à chaque point de mesure (paramètres d'exploitation) ; celles-ci doivent être respectées. Si une valeur mesurée s'écarte de la valeur de consigne, le système de contrôle-commande réagit en conséquence.

En cas de dépassement des paramètres de sécurité prédéterminés sur l'éolienne (par exemple en cas de dépassement de la vitesse de coupure), l'éolienne s'arrête immédiatement. Divers programmes de freinage sont

déclenchés en fonction de la procédure de freinage. Pour des motifs externes telles qu'une vitesse de vent trop élevée ou une erreur de réseau, le mouvement de l'éolienne est progressivement freiné.

❖ Arrêt automatique

En mode automatique, les éoliennes sont freinées de façon aérodynamique par la seule inclinaison des pales. Les pales du rotor inclinées réduisent les forces aérodynamiques, freinant ainsi ce dernier. Les dispositifs d'inclinaison des pales (Pitch) peuvent décrocher les pales du vent en l'espace de quelques secondes seulement en les mettant en position drapeau.

L'éolienne s'arrête également automatiquement en cas de dérangement, défaillance d'un équipement ou en présence de certains événements (vitesse de vent supérieure aux limites définies lors de la conception de la machine, déclenchement de la chaîne de sécurité, paramètres de fonctionnement hors des plages définies lors de la conception de la machine ou hors des plages spécifiées par les fabricants des équipements constitutifs de la machine, etc.). Pour chaque mode de défaillance identifié, un programme de freinage est défini. Le programme de freinage activé dépend de la criticité de la défaillance (freinage aérodynamique, soutenu par un freinage mécanique si un freinage "critique" doit être mis en œuvre). Certains dérangements entraînent une coupure rapide par les alimentations de secours des pales, d'autres pannes conduisent à un arrêt normal de l'éolienne.

La description et les temps de réaction des différents programmes freinages sont détaillés dans le tableau ci-après :

PROG. FREINAGE	DESCRIPTION	DECONNEXION CONVERTISSEUR - RESEAU ELECTRIQUE	DELAI MAXIMUM DE MISE EN ŒUVRE
BP1 Freinage léger	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'angle de calage des pales (pitch) varie de façon à ce que la vitesse de rotation de la génératrice diminue de 20 tr/min par seconde ▪ <i>Conditions d'utilisation BP1 :</i> <ul style="list-style-type: none"> ▫ Toutes les 10 s, la vitesse de la génératrice doit diminuer de 200 tr/min ▫ La vitesse de rotation de la génératrice ne doit pas excéder une valeur limite 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déconnexion du convertisseur si le signal côté génératrice passe hors de la plage de fonctionnement du convertisseur ▪ Déconnexion du convertisseur en cas de défaillance réseau 	<p>50 s pour que la vitesse de rotation de la génératrice passe de 1000 tr/min à 0 tr/min</p> <p>Le rotor tourne au ralenti</p>
BP2 Freinage critique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variation de l'angle de calage des pales à une vitesse de 8°/s pour atteindre la position drapeau (90-92°) ▪ <i>Conditions d'utilisation BP2 :</i> <ul style="list-style-type: none"> ▫ La vitesse de rotation de la génératrice ne doit pas excéder une valeur limite 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déconnexion du convertisseur si le signal côté génératrice passe hors de la plage de fonctionnement du convertisseur ▪ Déconnexion du convertisseur en cas de défaillance réseau 	<p>15 à 20 s pour mettre les pales en position drapeau</p> <p>Le rotor tourne au ralenti</p>

<p>BP3</p> <p>Freinage critique avec verrouillage du rotor</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variation de l'angle de calage des pales à une vitesse de 8°/s pour atteindre la position drapeau (90-92°) ▪ Activation du frein mécanique lorsque la vitesse de rotation de la génératrice est de 100 tr/min ou 60 s après que les pales ont atteint la position drapeau ▪ <i>Conditions d'utilisation BP3 :</i> <ul style="list-style-type: none"> ▫ <i>La vitesse de rotation de la génératrice ne doit pas excéder la valeur limite pour le déclenchement de la chaîne de sécurité (arrêt d'urgence)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déconnexion du convertisseur si le signal côté génératrice passe hors de la plage de fonctionnement du convertisseur ▪ Déconnexion du convertisseur en cas de défaillance réseau 	<p>15 à 20 s pour mettre les pales en position drapeau</p> <p>Rotor bloqué au plus tard 60 s après</p>
<p>BP4</p> <p>Arrêt d'urgence</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variation de l'angle de calage des pales à une vitesse de 8°/s pour atteindre la position drapeau (90-92°) ▪ Activation immédiate du frein mécanique pour soutenir le freinage aérodynamique 	<p>Immédiate</p>	<p>15 à 20 s pour mettre les pales en position drapeau</p> <p>Rotor bloqué au plus tard 20 s après</p>

Programmes de freinage de l'éolienne Nordex N117/2400 (Source : Nordex France)

Selon le type de dérangement, l'éolienne peut redémarrer automatiquement. Dans tous les cas, les convertisseurs sont découplés automatiquement du réseau pendant la procédure d'arrêt.

❖ Arrêt manuel de l'installation

L'éolienne peut être arrêtée à l'aide de l'interrupteur Marche/Arrêt (armoire de commande). Après un « arrêt manuel », les pales du rotor se déplacent lentement en position drapeau. Le rotor freine et l'éolienne reste en mode « Ralenti ».

Le frein d'arrêt n'est pas activé et la commande des yaw (moteurs d'orientation) reste active. L'éolienne peut donc continuer à s'adapter avec précision au vent.

❖ Arrêt d'urgence

Plusieurs boutons d'arrêt d'urgence sont situés à divers endroits de l'éolienne (armoire de commande) et permettent de l'immobiliser rapidement (au maximum 15 secondes en cas de rotation maximale) selon le programme de freinage n°4. Les interrupteurs d'arrêt d'urgence se trouvent :

- à l'avant et à l'arrière de l'armoire électrique dans le pied du mât ;
- sur le côté droit du multiplicateur ;
- sur le terminal de commande mobile de l'armoire électrique dans la nacelle ;
- sur la face avant de l'armoire électrique située dans la nacelle ;
- à l'entrée de la nacelle.

Ces boutons permettent un freinage d'urgence de l'éolienne en marche :

- la chaîne de sécurité se déclenche,
- les pales du rotor se déplacent le plus rapidement possible en position drapeau,
- le frein du rotor s'enclenche immédiatement ;

- l'interrupteur principal se met en position « OFF » (déconnecté), ce qui provoque la séparation du convertisseur ainsi que de la génératrice du réseau. L'alimentation électrique de tous les composants reste assurée.

L'éolienne ne peut être redémarrée après un arrêt d'urgence qu'avec l'intervention du personnel de service.

En règle générale et avant le démarrage de l'éolienne, le personnel de service doit absolument l'examiner et s'assurer du bon état de fonctionnement des composants.

❖ Arrêt de l'éolienne pour la coupure de réseau

Lorsqu'une coupure de l'alimentation est envisagée, l'ordre « Stop grid disconnection » est envoyé au logiciel de supervision de l'installation.

Celui-ci, contrairement à l'« arrêt manuel », permet à l'éolienne arrêtée de rester en mode ralenti après la coupure de l'alimentation. En cas d'arrêt manuel, le frein rotor s'enclenche si une panne de la tension du réseau survient, immobilisant ainsi le rotor.

(7) ABSENCE DE VENT

Si l'éolienne est en service, mais que les vitesses de vent sont insuffisantes pour son démarrage, l'éolienne passe en mode de fonctionnement au ralenti par l'inclinaison lente des pales du rotor, l'orientation automatique reste alors inactive afin d'économiser l'énergie. L'aérogénérateur reprend automatiquement son fonctionnement une fois que la vitesse de vent de démarrage est à nouveau atteinte (3 m/s).

(8) TEMPERATURE EXTREMES

Pour les températures basses, l'éolienne démarre une fois que chacun des composants a été chauffé à la température de démarrage. La durée de la période de préchauffage dépend de la situation de départ. Moins les composants se sont refroidis, plus la période de préchauffage est courte. Une procédure de démarrage en fonction de la température protège les composants lors de la mise en service de l'éolienne, jusqu'à obtention des températures optimales de fonctionnement. Tous les composants essentiels de la machine possèdent des températures de fonctionnement maximales qui sont constamment surveillées. Avant qu'une de ces limites de températures soit atteinte, l'éolienne réduit sa puissance pour pouvoir continuer de fonctionner.

(9) TEMPETES

En cas de dépassement de la vitesse du vent de coupure, si la valeur moyenne sur 10 minutes est supérieure à 25 m/s ou si la valeur moyenne sur 3 secondes est supérieure à 32 m/s, l'éolienne s'arrête. Un arrêt en cas de tempête est ainsi garanti : l'angle de calage des pales du rotor se fixe à environ 90°. Le rotor freine et se met alors au ralenti jusqu'à ce que la vitesse du vent soit redescendue en dessous de la vitesse du vent de redémarrage. Après l'arrêt et pour des raisons de sécurité, un délai d'attente doit être respecté avant de procéder au redémarrage de l'éolienne. Ce délai d'attente n'est décompté qu'une fois que la vitesse du vent reste inférieure à 25 m/s pendant plus de 120 s.

Ainsi, les contraintes exercées sur l'éolienne en cas de gros temps sont considérablement réduites.

(10) DEVRILLAGE DES CABLES

Les câbles de puissance et de commande de l'éolienne se trouvant dans le mât sont passés depuis la nacelle sur un dispositif de guidage et fixés aux parois du mât.

Les câbles ont suffisamment de liberté de mouvement pour permettre à la nacelle de tourner plusieurs fois dans la même direction autour de son axe, ce qui entraîne toutefois progressivement une torsion des câbles.

Une protection existe contre la torsion des câbles menant de la nacelle au mât. En mode automatique, le système contrôle-commande surveille constamment la position de la nacelle par rapport au mât. Si une certaine valeur limite de détorsion des câbles est dépassée (environ 2 tours), l'éolienne est arrêtée et la nacelle retourne dans sa position initiale. Le dévissage des câbles prend environ une demi-heure. Cet automatisme est en plus assuré par un commutateur de fin de course supplémentaire. L'éolienne redémarre automatiquement une fois les câbles dévissés.

Si le maximal admis est dépassé (2,75 tours), l'alimentation des entraînements d'orientation est coupée et un message d'erreur est émis.

IV.1.3. SYNTHÈSE DU FONCTIONNEMENT DES ÉOLIENNES

ÉOLIENNE NORDEX N117-R91 / 2400		
Conditions climatiques	Température ambiante de survie	-20 °C à +50 °C
	Puissance nominale	-10 °C à +40 °C
	Arrêter	-10 °C, redémarrage à -8 °C
	Certificat	Classe 3 selon IEC 61400-1
Conception technique	Puissance nominale	2400 kW
	Régulation de puissance	Variation active de pale individuelle
	Diamètre du rotor	116,8 m
	Hauteur du moyeu	91 m
	Concept de l'installation	Boîte de vitesse, vitesse de rotation variable
	Plage de vitesse de rotation du rotor	7,5 à 13,2 tours par min
Rotor <i>Capte l'énergie mécanique du vent et la transmette à la génératrice</i>	Type	Orientation active des pales face au vent
	Sens de rotation	Sens horaire
	Nombre de pales	3
	Surface balayée	10 715 m ²
	Contrôle de vitesse	Variable via microprocesseur
	Contrôle de survitesse	Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale
	Matériau des pales	Plastique renforcé à la fibre de verre (GFK), protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 - 400-24 (Juin 2010)
Nacelle <i>Supporte le rotor et abrite le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i>	Arbre de rotor <i>Transmet le mouvement de rotation des pales</i>	Entraîné par les pales
	Multiplicateur <i>Augmente le nombre de rotation de l'arbre</i>	Engrenage planétaire à plusieurs étages + étage à roue dentée droite ou entraînement différentiel Tension nulle
	Génératrice <i>Produit l'électricité</i>	Asynchrone à double alimentation Tension de 660 V
Système de freinage	Frein principal aérodynamique	Orientation individuelle des pales par activation électromécanique avec alimentation de secours
	Frein auxiliaire mécanique	Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre rapide

EOLIENNE NORDEX N117-R91 / 2400		
Mât <i>Supporte le rotor et la nacelle</i>	Hauteur	89 m
	Type	Tubulaire en acier
	Nombre de sections	4
	Protection contre la corrosion	Revêtement multicouche résine époxy
	Fixation du pied du mât	Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation
Transformateur <i>Elève la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</i>	Caractéristiques	A l'intérieur du mât Tension de 20 kV à la sortie
Fondation <i>Ancre et stabilise le mât dans le sol</i>	Type	En béton armé, de forme octogonale
	Dimensions	Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction
Contrôle commande	Type matériel logiciel	Remote Field Controller/PLC, Nordex Control 2
	Démarrage automatique après coupure de réseau	Oui
	Démarrage automatique après vent de coupure	Oui
Périodes de fonctionnement	1,1 à 3 m/s	Un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent
	Environ 3 m/s	Le vent est suffisant pour générer de l'électricité. L'éolienne peut être couplée au réseau électrique
	> 3 m/s	La génératrice délivre un courant électrique alternatif, dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent
	12,5 à 20 m/s	L'éolienne fournit sa puissance nominale. Cette dernière est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales
Poste de livraison <i>Adapte les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public</i>	Caractéristiques	Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV

IV.1.4. SECURITE DE L'INSTALLATION

(1) REGLES DE CONCEPTION ET SYSTEME QUALITE

La société Nordex, fournissant les machines et en assurant la maintenance, est certifiée ISO 9001. Le système de management de la qualité et tous les processus de production sont conformes à la norme ISO 9001.

Les aérogénérateurs de type N117/2400 font l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et Normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes, et notamment :

- la norme IEC61400-1 / NF EN 61400-1 Juin 2006 intitulée « Exigence de conception », qui spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes. Elle a pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie prévue. Elle concerne tous les sous-systèmes des éoliennes tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien ; La norme IEC 61400-1 spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes.
- la norme IEC61400-22 / NF EN 61400-22 Avril 2011 intitulée « essais de conformité et certification », qui définit les règles et procédures d'un système de certification des éoliennes comprenant la certification de type et la certification des projets d'éoliennes installées sur terre ou en mer. Ce système spécifie les règles relatives aux procédures et à la gestion de mise en œuvre de l'évaluation de la conformité d'une éolienne et des parcs éoliens, avec les normes spécifiques et autres exigences techniques en matière de sécurité, de fiabilité, de performance, d'essais et d'interaction avec les réseaux électriques.
- la norme CEI/TS 61400-23:2001 Avril 2001 intitulée « essais en vraie grandeur des structures des pales » relative aux essais mécaniques et essais de fatigue.

D'autres normes de sécurité sont applicables :

- la génératrice est construite suivant le standard IEC60034 et les équipements mécaniques répondent aux règles fixées par la norme ISO81400-4.
- la protection foudre de l'éolienne répond au standard IEC61400-24 et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 et IEC62305-4.
- la Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004 relative aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques.
- le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 9223.

Au cours de la construction de l'éolienne, le maître d'ouvrage mandatera un bureau de vérification pour le contrôle technique de construction.

Les performances des éoliennes sont garanties dans la mesure où les conditions d'installation sont conformes aux spécifications NORDEX.

(2) CONFORMITE AUX PRESCRIPTIONS DE L'ARRETE MINISTERIEL

L'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation ainsi qu'aux principales normes et certifications applicables à l'installation.

Cela concerne notamment :

- L'éloignement de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 et de 300 mètres d'une installation nucléaire,

- L'implantation de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens,
- La présence d'une voie d'accès carrossable entretenue permettant l'intervention des services d'incendie et de secours,
- Le respect des normes suivantes : norme NF EN 61 400-1 (version de juin 2006) ou CEI 61 400-1 (version de 2005) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne,
- L'installation conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation,
- Le respect des normes suivantes : norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010), normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009),
- L'installation conforme aux dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables,
- Le balisage de l'installation conformément aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L.6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile,
- Le maintien fermé à clé des accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison, afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements,
- L'affichage visible des prescriptions à observer par les tiers sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement,
- La réalisation d'essais d'arrêt permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs,
- L'interdiction d'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables,

La description détaillée des différents systèmes de sécurité de l'installation sera quant à elle effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques, dans la partie VII.6.

(3) GESTION A DISTANCE DU FONCTIONNEMENT DES EOLIENNES

L'exploitation des éoliennes ne fera pas l'objet d'une présence permanente sur site, mis à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement du parc éolien est entièrement automatisé et contrôlé à distance depuis le centre de commande du parc éolien à Rostock en Allemagne.

L'exploitation des éoliennes s'effectue grâce à un Automate Programmable Industriel (API) qui analyse en permanence les données en provenance des différents capteurs de l'installation et de l'environnement (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, niveau de pression du réseau hydraulique, etc.) et qui contrôle les commandes en fonction des paramètres.

Sur un moniteur de contrôle placé au niveau du poste électrique de livraison, toutes les données d'exploitation peuvent être affichées et contrôlées, et des fonctions telles que le démarrage, l'arrêt et l'orientation des pales peuvent être commandées.

De plus, les éoliennes N117/2400 sont équipées d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance depuis un PC équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS. Le logiciel de supervision (SCADA – Supervising Control And Data Acquisition) utilisé est le Nordex Control 2.

Le SCADA constitue un terminal de dialogue entre l'automate et son système d'entrée/sortie, connecté en réseau au niveau des armoires de contrôle placées dans la nacelle et dans le pied de l'éolienne.

IV.1.5. METHODES ET MOYENS D'INTERVENTION

(1) MOYENS INTERNES

A. NUMEROS D'URGENCE

Des panneaux de signalisation rappelant les consignes de sécurité ainsi que les coordonnées des secours sont placés sur les voies d'accès au site ainsi qu'à l'entrée des différents équipements (mâts des éoliennes et poste de livraison) conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011.

Le Groupe NORDEX a mis en place 2 numéros d'urgence (degré d'urgence évalué en fonction de la matrice de classification des incidents définie par le Groupe NORDEX) :

- Urgence technique sur un aérogénérateur : +49 381 6663 3727
- Toute urgence : +49 174 9249579

B. CIRCUITS D'EVACUATION EN CAS DE SINISTRE

Chaque aérogénérateur compte 2 issues :

- 1 porte en pied de tour ;
- 1 trappe dans la nacelle, qui permet l'évacuation par la nacelle à l'aide d'un dispositif de secours et d'évacuation (chaque aérogénérateur est équipé d'un tel dispositif, le nombre de dispositifs étant toutefois à adapter en fonction du nombre de personnes intervenant simultanément dans la nacelle).

Le personnel intervenant dans les aérogénérateurs est formé à l'utilisation du dispositif de secours et d'évacuation. Si des personnes non formées à l'utilisation de ce système sont amenées à intervenir dans un aérogénérateur, elles sont accompagnées et supervisées par un nombre suffisant de personnes formées.

En cas d'incident, un périmètre de sécurité est délimité dans un rayon de 500 m autour des aérogénérateurs.

C. MOYENS DE DETECTION ET/OU D'EXTINCTION INCENDIE

Conformément à l'article 24 de l'arrêté du 26 août 2011, chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, notamment :

- un système d'alarme et qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal ;
- au moins deux extincteurs situés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façon bien visible et sont facilement accessibles. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Cette disposition ne s'applique pas aux aérogénérateurs ne disposant pas d'accès à l'intérieur du mât.

De même chaque poste de livraison est équipé d'extincteurs portatifs.

Le personnel d'intervention est formé à l'utilisation des extincteurs.

D. PREMIERS SECOURS

Le fonctionnement de l'installation est assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques présentés par l'installation, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement.

Chaque aérogénérateur est équipé de 2 boîtes de premiers secours (1 en pied de tour, 1 en nacelle). Les véhicules des techniciens de maintenance sont également dotés d'une boîte de premiers secours.

En cas de choc électrique, les consignes de soins aux électrisés sont affichées dans chaque aérogénérateur et au poste de raccordement. Une perche à corps doit être utilisée lors des manœuvres sur les installations HT, conformément aux instructions données lors des formations de préparation à l'habilitation électrique.

Le personnel intervenant dans les aérogénérateurs est formé aux premiers secours.

(2) MOYENS EXTERNES

Les coordonnées des moyens de sécurité publics auxquels il peut être fait appel en cas d'accident et dont la liste est rappelée ci-dessous, sont affichées en permanence sur le site et dans les locaux, à proximité d'un poste de télécommunication :

- Pompiers : 18 / 112 ;
- Gendarmerie Nationale : 17 ;
- SAMU (Urgences médicales) : 15 ;
- CENTRE HOSPITALIER (Vitry-le-François) : 03 26 73 60 60 ;
- DREAL / Service Risques et sécurité : 03 51 41 62 00.

La caserne de pompiers la plus proche est celle de La Chaussée-sur-Marne, localisée à environ 4 km.

Dès la mise en service du parc, l'exploitant transmettra au SDIS 51 les informations suivantes :

- plan d'ensemble au 25 000^{ème} ;
- plan des installations au 1 000^{ème} ;
- coordonnées des techniciens qualifiés d'astreinte ;
- notice hygiène et sécurité de l'installation.

Des exercices d'entraînement pourront être organisés avec les services de secours afin de mieux appréhender les risques présentés par l'installation ainsi que les moyens mis en œuvre pour les éviter.

(3) TRAITEMENT DE L'ALERTE

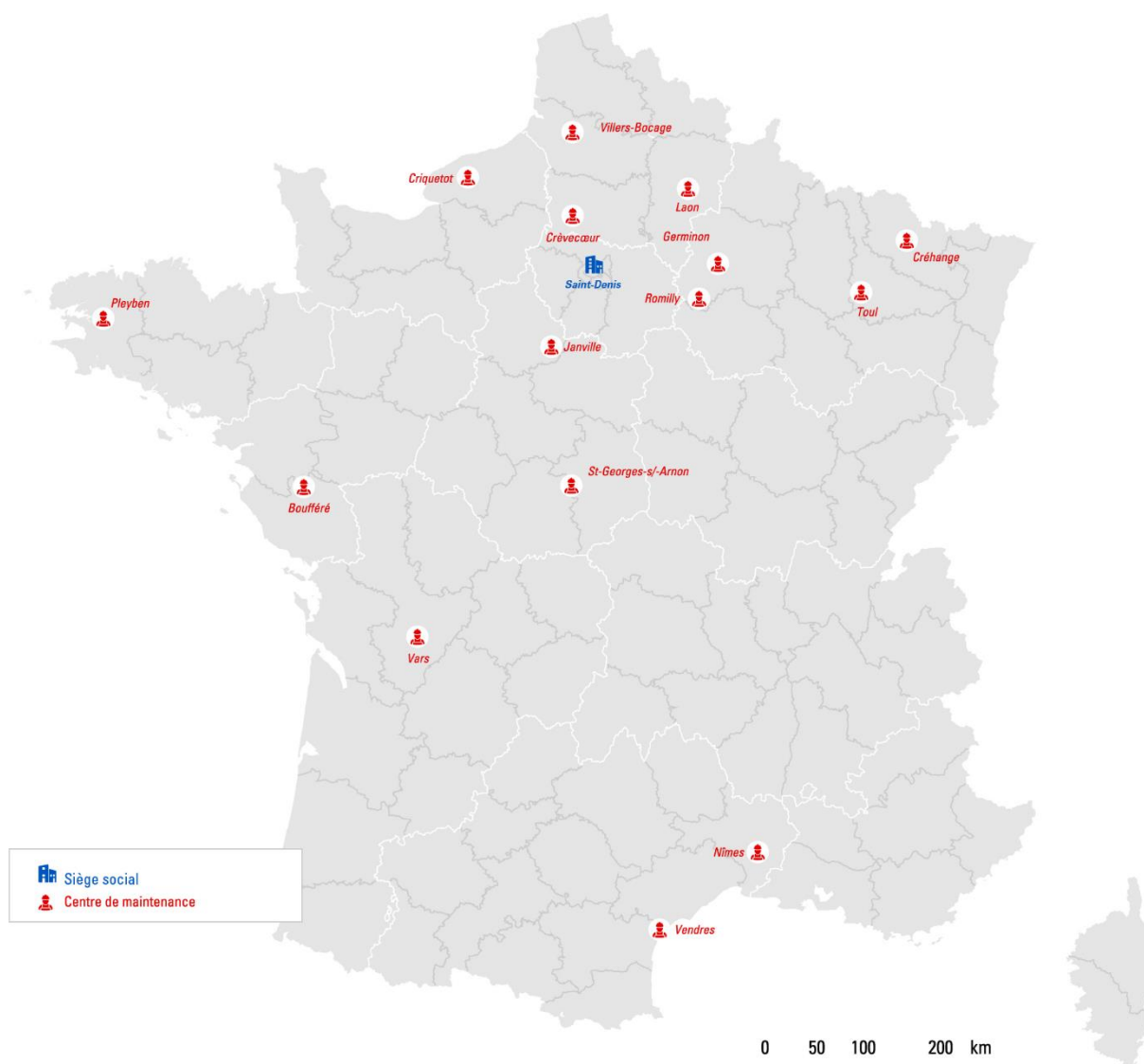
Chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter un cas de situation anormale de l'installation. Les paramètres sont retransmis au centre de surveillance NORDEX en continu via le système SCADA en place sur le parc.

Une alerte est envoyée en moins d'une minute au centre de contrôle, qui est à même de contacter les services compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'installation.

Les données d'exploitation et les messages d'état (anomalies, alertes...) sont par ailleurs conservés en copie sur le système implanté, sur le parc sur une période de 20 ans. Les systèmes embarqués des éoliennes peuvent quant à eux conserver les 10 derniers messages d'état horodatés.

(4) IMPLANTATION DES BASES DE MAINTENANCE

Afin de garantir une rapidité d'intervention et une qualité des services de maintenance, NORDEX a adopté une stratégie de proximité de ses bases de maintenance par rapport à ses parcs installés.



Implantation des centres de maintenance NORDEX et nombre d'éoliennes en gestion par centre

La base de maintenance NORDEX la plus proche du futur parc éolien du Chemin de Châlons se trouve à Germinon dans la Marne.

IV.1.6. OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Le programme préventif de maintenance s'étale sur quatre niveaux :

- type 1 : vérification après 500 à 1500 heures de fonctionnement (contrôle visuel du mât, des fixations fondation/tour, tour/nacelle, rotor...et test du système de déclenchement de la mise en sécurité de l'éolienne),
- type 2 : vérification semestrielle des équipements mécaniques et hydrauliques,
- type 3 : vérification annuelle des matériaux (soudures, corrosions), de l'électrotechnique et des éléments de raccordement électrique,
- type 4 : vérification quinquennale de forte ampleur pouvant inclure le remplacement de pièces.

Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fait l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

Pour la maintenance, une équipe de techniciens spécialisés est implantée à Germinon, distante d'environ 25 km du parc éolien. En cas de déviance sur la production ou d'avaries techniques, une équipe de maintenance interviendra sur le site.

Ainsi l'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation.

IV.1.7. STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

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

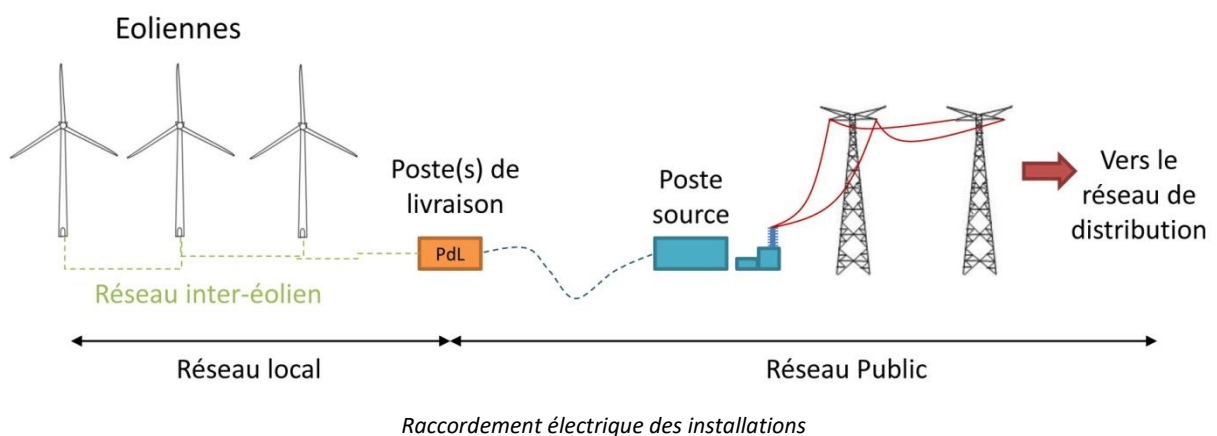
IV.1.8. GESTION DES DECHETS

En outre, conformément à l'article 20 de l'arrêté du 26 août 2011, l'exploitant éliminera ou fera éliminer les déchets produits dans des conditions propres à garantir les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement. L'exploitant s'assurera que les installations utilisées pour cette élimination sont régulièrement autorisées à cet effet. Le brûlage des déchets à l'air libre sera interdit.

Enfin, conformément à l'article 21 de l'arrêté du 26 août 2011, les déchets non dangereux (par exemple bois, papier, verre, textile, plastique, caoutchouc) et non souillés par des produits toxiques ou polluants seront récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées. Les seuls modes d'élimination qui seront autorisés pour les déchets d'emballage seront la valorisation par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir des matériaux utilisables ou de l'énergie.

IV.2. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

IV.2.1. RACCORDEMENT ELECTRIQUE



❖ Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne¹, au point de raccordement avec le réseau public. L'ensemble est réalisé en lignes de 20000 Volts, et le linéaire à créer représente environ 6600 mètres. Son tracé suit, autant que possible, les chemins d'accès existants. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm. Pour chaque câble, des gaines blindées seront utilisées pour limiter le rayonnement électromagnétique. Le réseau électrique inter-éolien est réalisé par le maître d'ouvrage. Le tracé du câblage inter-éolien figure sur la carte de l'Annexe 1 du présent dossier.

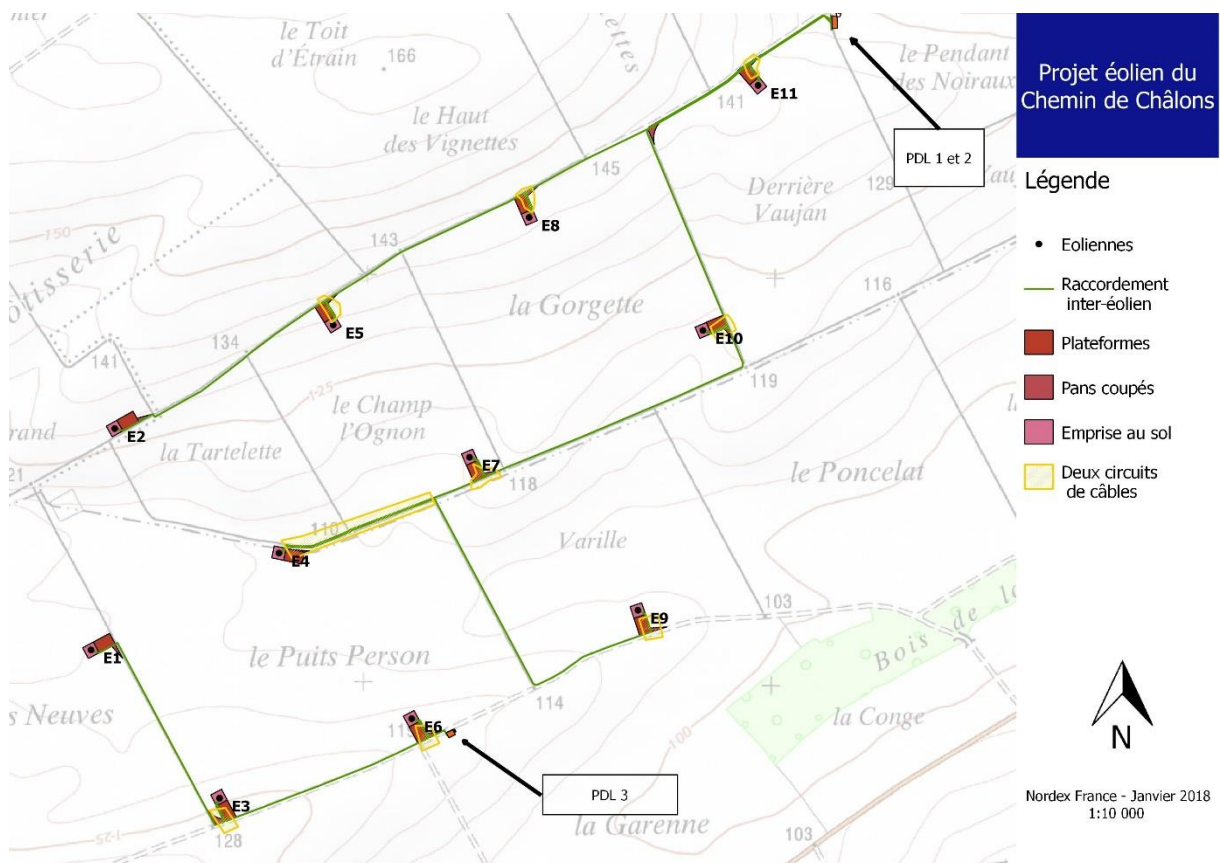
Le réseau sera constitué selon la séquence suivante :

- Poste de livraison 1 (Saint-Martin-aux-Champs et Cheppes-La-Prairie): E11-E8-E5-E2
- Poste de livraison 2 (Saint-Martin-aux-Champs et Songy): E10-E9-E7-E4
- Poste de livraison 3 (Songy): E6-E3-E1

Le choix de cette modalité minimise les distances entre les câbles de l'installation et respecte les dispositions réglementaires en vigueur.

Des schémas unifilaires sont proposés dans les pages suivantes (et en pièces jointes en format A3) sous forme de configurations géographiques, complétés par des diagrammes en ligne, afin de rendre compte de l'organisation interne du réseau et de la distance séparant chaque élément.

Les câbles sont des câbles de moyenne tension (HTA) tout terrain (NFC33-226), renforcés par protection géotextile ou fibergaine lorsqu'ils traversent les champs ou les prairies. Les tranchées seront réalisées conformément à la réglementation en vigueur, et selon les coupe-types présentées plus bas.



Cablage inter-éolien

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

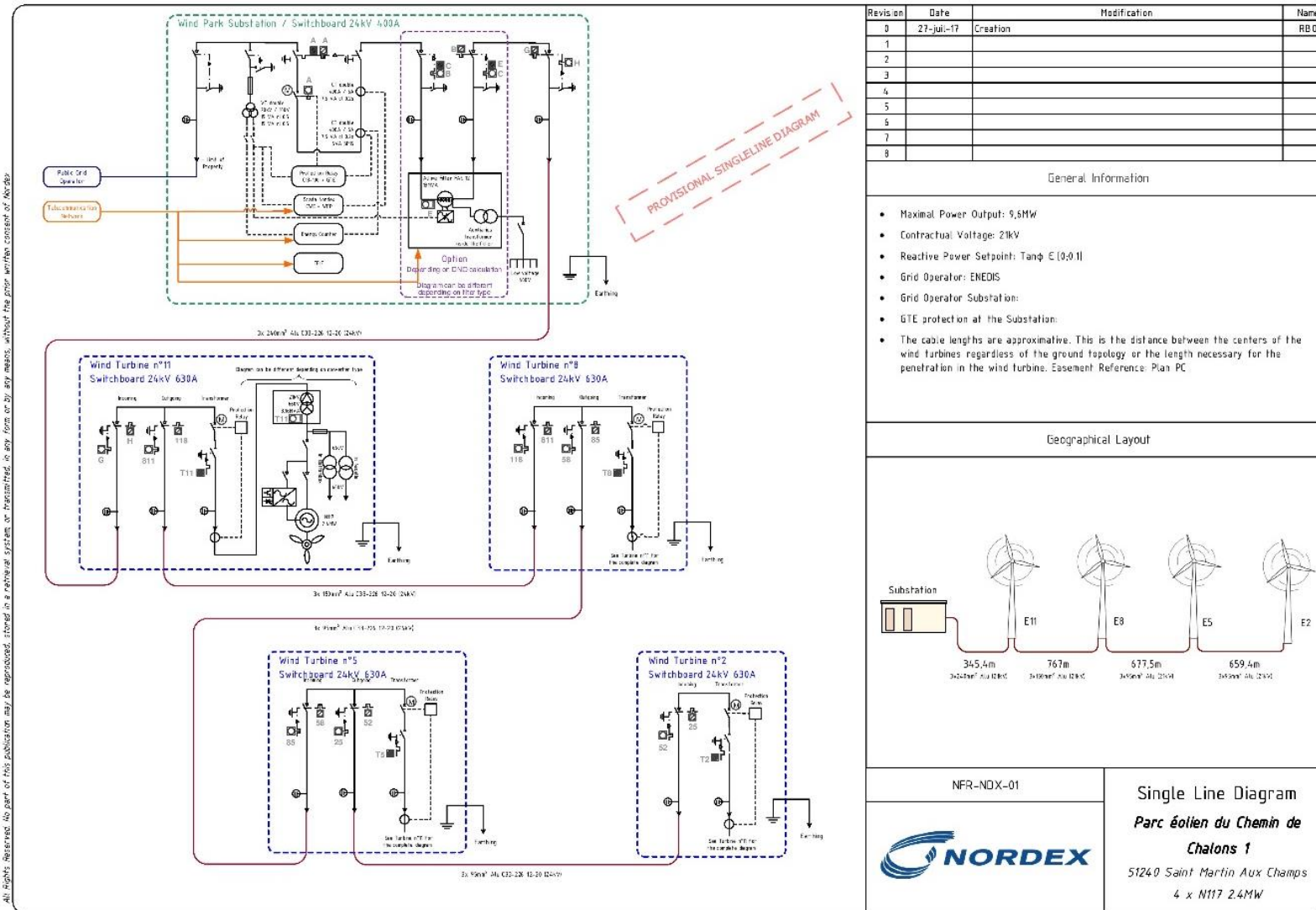


Schéma unifilaire de raccordement au PDL 1

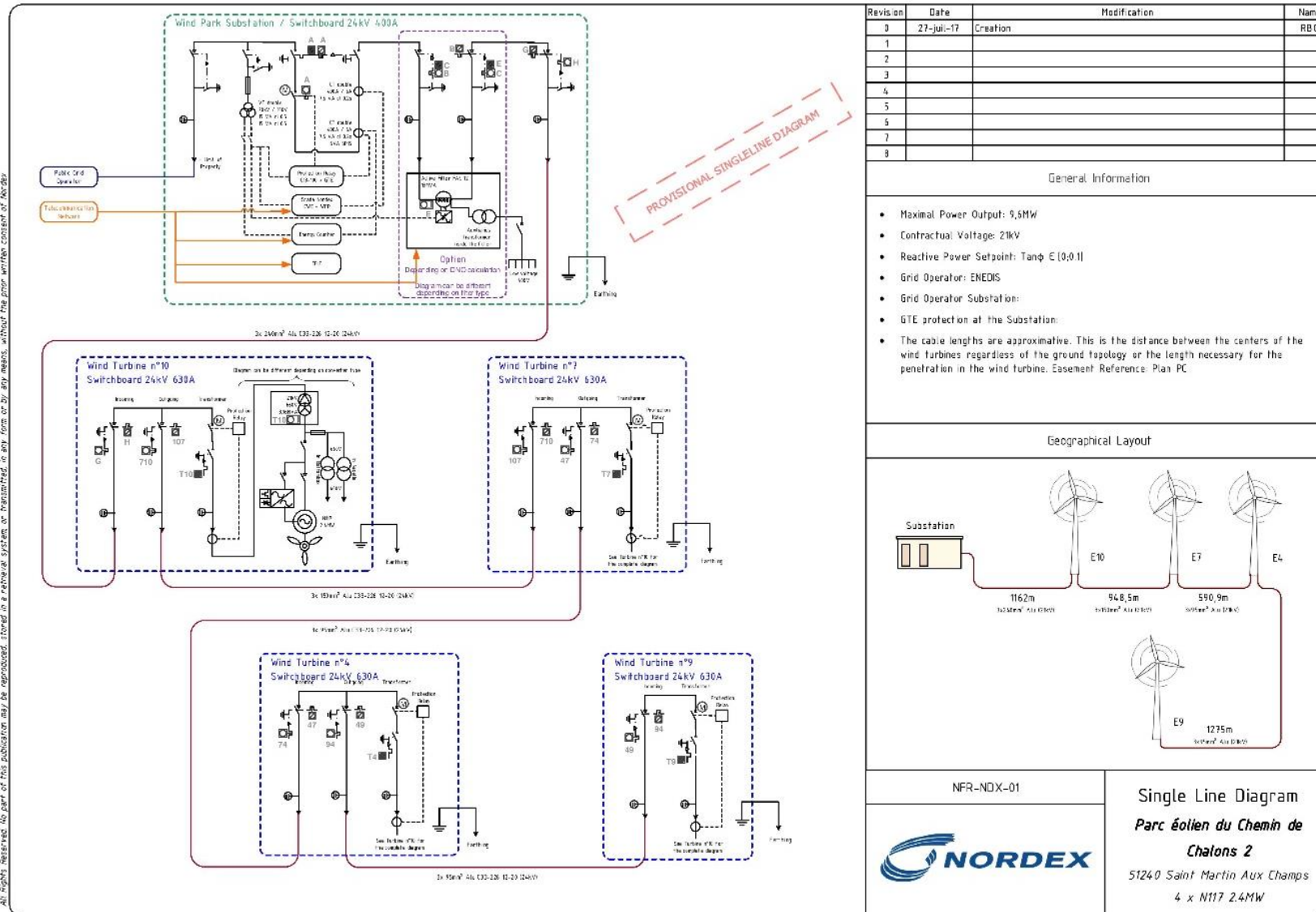


Schéma unifilaire de raccordement au PDL 2

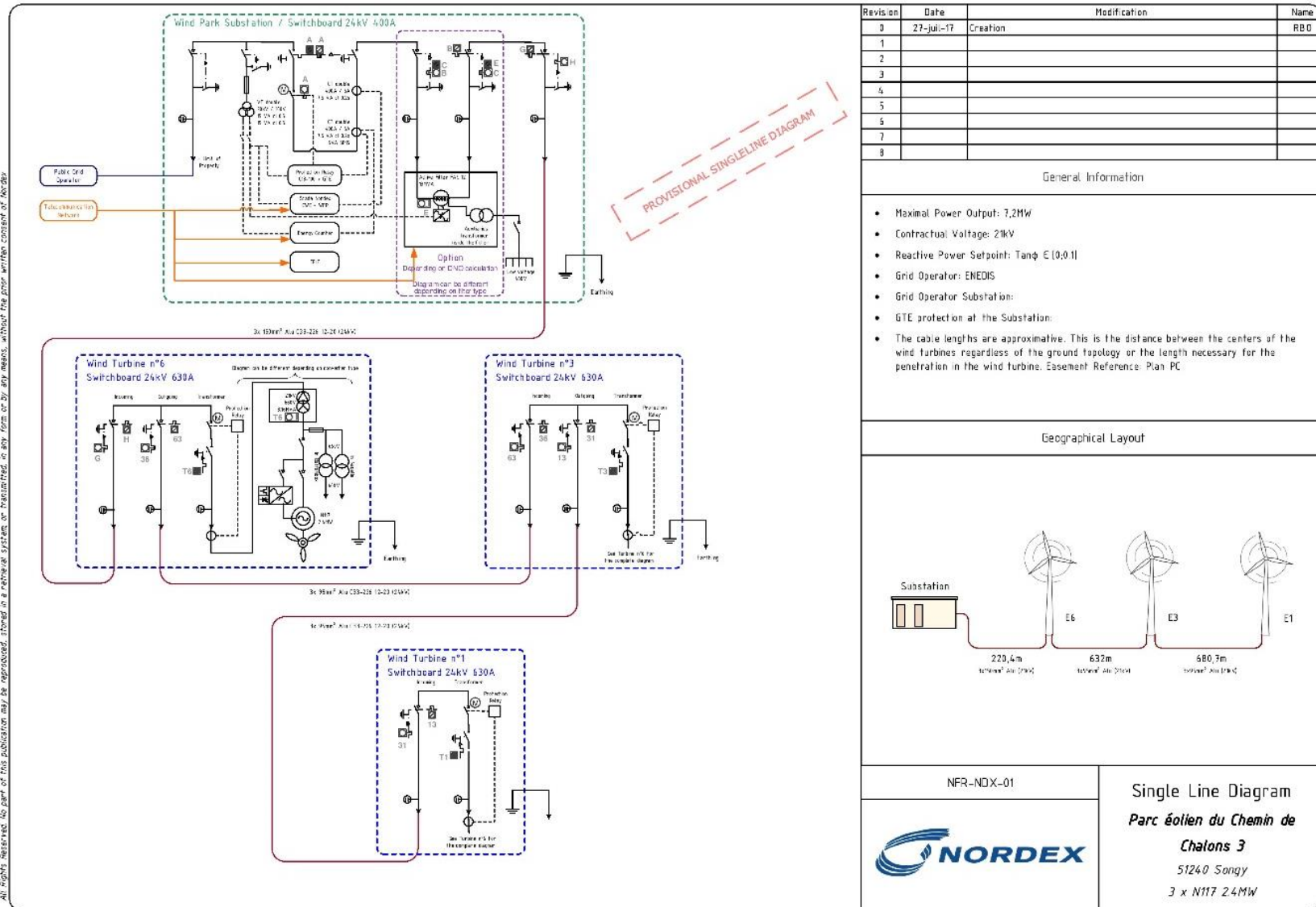
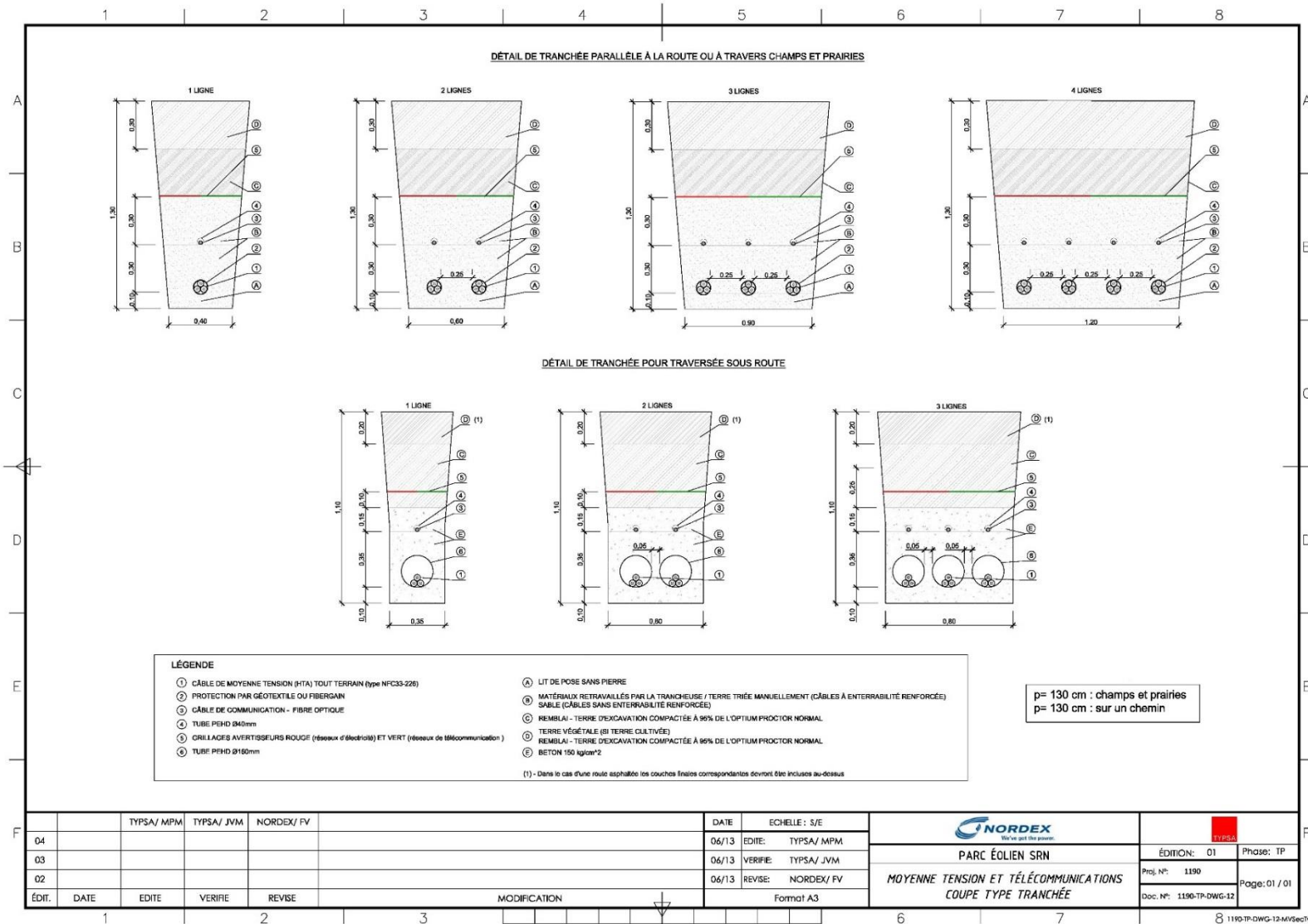


Schéma unifilaire de raccordement au PDL 3



Coupe type des tranchées



Enfouissement de lignes électriques

❖ Poste de livraison

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

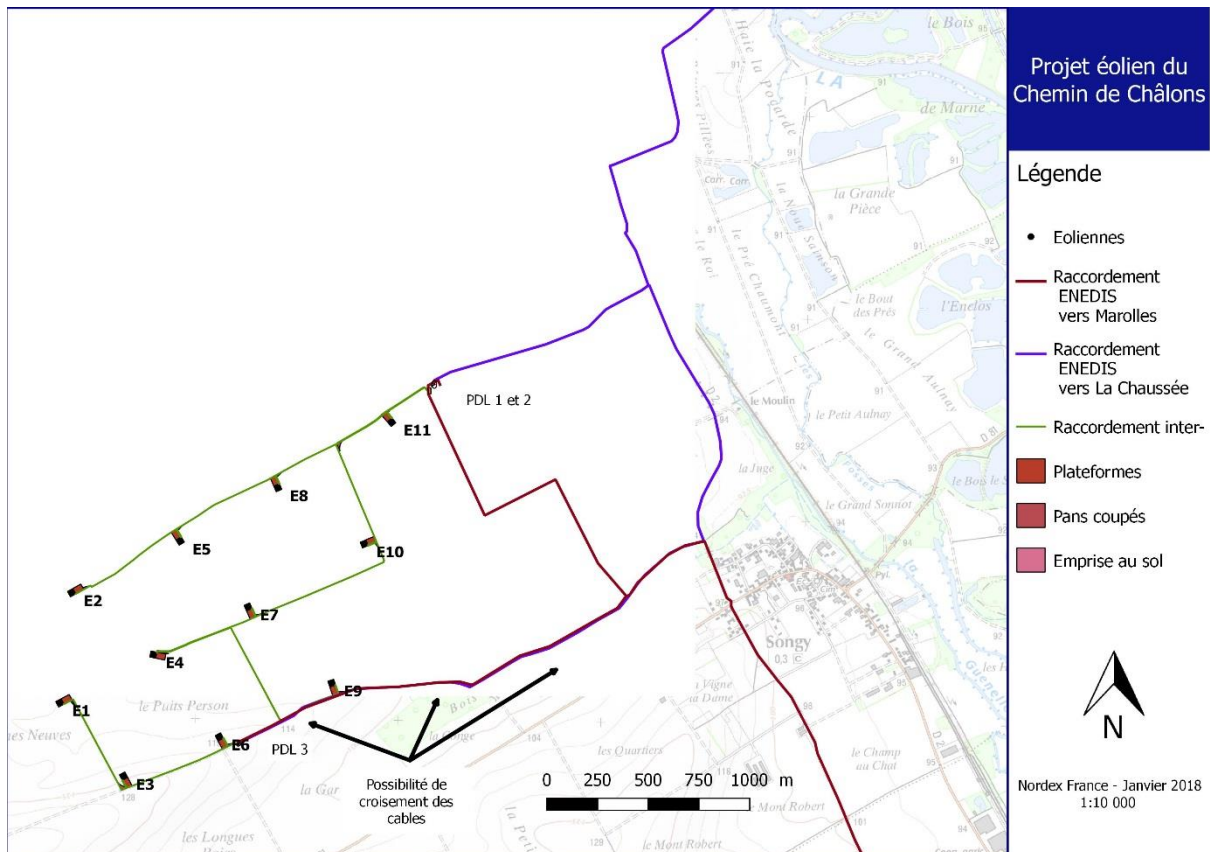
La localisation exacte des emplacements des postes de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

❖ Réseau électrique externe

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

Le raccordement inter-éolien est encadré par l'article R323-40 du Code de l'énergie, tandis que le raccordement à ENEDIS dépend de l'article R323-25 du même Code. Ces deux modalités doivent aussi être conformes avec l'arrêté interministériel du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique, ainsi qu'avec l'arrêté ministériel du 14 janvier 2013 relatif aux modalités du contrôle technique des ouvrages des réseaux publics d'électricité, des ouvrages assimilables à ces réseaux publics et des lignes directes prévus à l'article 13 du décret n°2011-1697 du 1er décembre 2011 relatif aux ouvrages des réseaux publics d'électricité et des autres réseaux d'électricité et au dispositif de surveillance et de contrôle des ondes électromagnétiques.

Pour le projet du Chemin de Châlons, le câblage d'Enedis sera directement connecté au PDL1 et PDL2 sans croiser le câblage inter-éolien. Le seul endroit où il peut y avoir une possibilité de croisement est le trajet entre le PDL3 (câble HTA d'Enedis) et le câblage inter-éolien de l'E9 sur la voie communale dite de Vésigneul.



Croisement du câblage inter-éolien et du câblage externe

Pour ce cas particulier, deux options sont envisagées :

La première consisterait à poser les câbles inter-éoliens et les câbles HTA sur les deux côtés du chemin. A défaut, les câbles inter-éoliens et les câbles HTA d'Enedis seraient situés dans la même tranchée. Si tel est le cas, Nordex, après réception des PTFs du raccordement, étudiera une éventuelle mutualisation avec Enedis. Ces câbles respecteraient les règles mentionnées ci-dessous et celles d'Enedis (NF C13-200). Un calcul précis sera fait pour connaître les critères à respecter (distance, profondeur).

IV.2.2. AUTRES RESEAUX

Le parc éolien du Chemin de Châlons 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 DE L'INSTALLATION

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

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

V.0. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation. De même, 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 du Chemin de Châlons 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...)

La liste en est fournie dans le tableau suivant :

LIEU DE LUBRIFICATION	DESIGNATION	LUBRIFIANT	QUANTITE	CLASSE DE MATIERE DANGEREUSE
Système de refroidissement /Génératrice, /Convertisseur	Varidos FSK 45	Liquide de refroidissement	env. 70 L	Xn
Roulements de la génératrice	Klüberplex BEM 41-132	Graisse	env. 9,4 kg	-
Multiplicateurs, circuits de refroidissement inclus	Mobilgear XMP 320 Pour CCV : Optigear Synthetic / A320Optigear Synthetic X320Mobilgear SHC XMP 320	Huile minérale Huile synthétique	450L ou 550 L ou 650 L	-
Système Hydraulique	Shell Tellus S4 VX 32	Huile minérale	env. 25 L	-
Palier de rotor	Mobil SHC Graisse 460 WT	Graisse	env. 30 kg	-

Roulement d'orientation de pale /Voie de roulement	Mobil SHC Graisse 460 WT	Graisse	3 x 4,9 kg	-
Engrenage	Ceplattyn BL gleitmo 585 K pour CCV	Graisse Graisse	env. 0,5 kg	-
Engrenage (orientation de pale)	Mobil SHC 629	Huile synthétique	3 x 11 L	-
Engrenage de système d'orientation	Mobil SHC 629	Huile synthétique	3/4 x 21 L	-
Roulements de système d'orientation /Voie de roulement	Mobil SHC Graisse 460 WT	Graisse	3,8 kg	-
/ Engrenage	Ceplattyn BL gleitmo 585 K pour CCV	Graisse Graisse	env. 0,5 kg	-
Transformateur	-	-	-	-

Nota : Graisse = lubrifiant solide ; huile = lubrifiant liquide.

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

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

Les risques associés aux différents produits concernant le site du parc éolien du Chemin de Châlons sont :

L'incendie : des produits combustibles sont présents le site. Ainsi, la présence d'une charge calorifique peut alimenter un incendie en cas de départ de feu.

La toxicité : Ce risque peut survenir suite à un incendie créant certains produits de décomposition nocifs, entraînés dans les fumées de l'incendie.

La pollution : En cas de fuite sur une capacité de stockage, la migration des produits liquides dans le sol peut entraîner une pollution, également en cas d'entraînement dans les eaux d'extinction incendie.

V.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien du Chemin de Châlons 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
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute de nacelle	Energie cinétique de chute

V.2. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

V.2.1. PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

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

(1) REDUCTION DES DANGERS LIES AUX PRODUITS

Comme précédemment indiqué, les produits présents dans une éolienne sont des lubrifiants. La quantité est estimée à environ 850 L par éolienne, et les lubrifiants doivent être contrôlés et partiellement renouvelés tous les 6 mois à 5 ans selon le type.

Les quantités de produits ne peuvent être diminuées et les produits lubrifiants en eux-mêmes ne peuvent faire l'objet de substitution (considérés comme non dangereux pour l'environnement si utilisés comme recommandés et combustibles mais non inflammables).

Les produits de nettoyage de type solvant, classés comme dangereux pour l'environnement peuvent quant à eux potentiellement faire l'objet de substitution. On rappelle cependant que ces produits ne sont utilisés que de manière ponctuelle et ne sont pas présents sur le site.

On note que la nacelle fait office de bac de récupération en cas de fuite au niveau de la couronne d'orientation. Le transformateur, présent dans le pied de l'éolienne ne nécessite pas de bac de récupération car un système sec est utilisé, il ne nécessite donc l'usage d'aucun lubrifiant.

La réduction des dangers liés aux produits dépend donc essentiellement de la bonne maintenance des appareils et du respect des règles de sécurité. Une attention particulière devra également être portée au transport des lubrifiants sur le site lors des phases de renouvellement.

(2) REDUCTION DES DANGERS LIES AUX INSTALLATIONS

Dans le cadre de la définition du projet éolien du Chemin de Châlons, les contraintes techniques et sécuritaires du site d'étude ont été prises en compte. Des distances minimales d'éloignement ont été respectées dont :

- 500 m vis-à-vis des premières habitations et des zones urbanisables ;
- 300 m des établissements SEVESO ;
- 150 m des routes départementales (1 fois la hauteur de l'éolienne) ;
- 300 m des voies ferrées (2 fois la hauteur de l'éolienne) ;
- 600 m des canalisations de transport de gaz (4 fois la hauteur totale de l'éolienne) ;
- 150 m des infrastructures du Réseau de RTE et ErDF (1 fois la hauteur totale de l'éolienne).

En outre, les mesures générales de prévention limitant les risques d'accident sur le parc éolien du Chemin de Châlons sont les suivantes :

- NORDEX, fournisseur des éoliennes et assurant leur maintenance, dispose d'un système de management HSE respecté par tous ses salariés.
- Le respect des règles de conduite et la limitation de la vitesse de circulation des engins et véhicules seront imposés. Un plan de circulation sera établi pour l'accès depuis les routes les plus proches.
- Les interventions se font par du personnel possédant l'habilitation électrique et la législation du travail dans les installations en hauteur, après visite de conformité par un organisme de contrôle agréé. Les techniciens de NORDEX sont formés, entraînés et autorisés. Ils sont équipés de leurs EPI.
- Des procédures d'installation et de maintenance claires et détaillées seront disponibles pour chacun des équipements.
- Le design et l'assemblage des équipements respectent les normes en vigueur et normes constructeur.

V.2.2. UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

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

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

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

VI. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

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

VI.0. 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 du Chemin de Châlons. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012).

Plusieurs sources ont été utilisées pour effectuer le recensement des 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

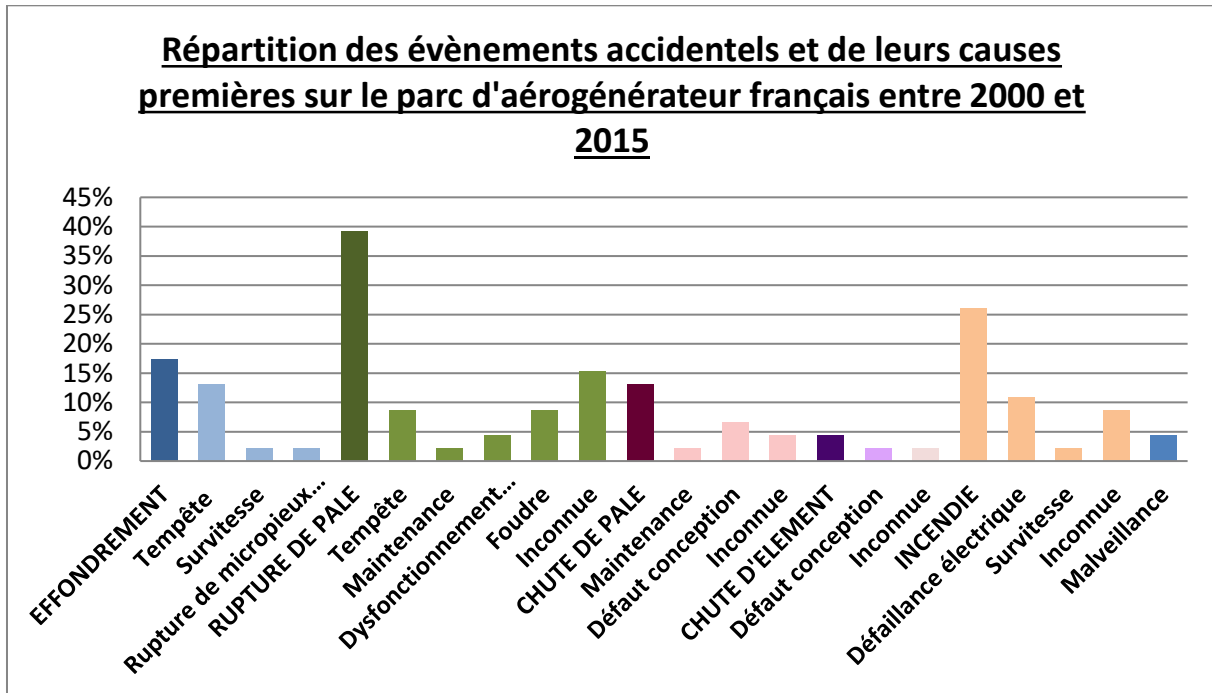
Dans le cadre de ce recensement, il n'a pas été réalisé d'enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d'incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

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 et la mise à jour réalisée pour le compte de la société Parc Eolien Nordex XXII, 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 57 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2015 (voir tableau détaillé en annexe 3).

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 présentés :

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



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

Date	Localisation	Incident
2000	Port la Nouvelle (Aude)	Le mât d'une machine de la ferme éolienne s'est plié lors d'une tempête, suite à la perte d'une pale
2001	Sallèles-Limousis (Aude)	Bris de pale dont la cause n'est pas connue.
01/02/2002	Wormhout (Nord)	Bris de pale et mât plié à la suite d'une tempête.
25/02/2002	Sallèles-Limousis (Aude)	Bris de pale sur une éolienne bipale, lors d'une tempête.
01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean (Aude)	Electrocution et brûlures d'un opérateur par contact avec une partie sous haute tension d'un transformateur.
28/12/2002	Nevian (Aude)	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage lors d'une tempête..
05/11/2003	Sallèles-Limousis (Aude)	Brise de pale sur 3 éoliennes lié à un dysfonctionnement du système de freinage.
2004	Escales-Conilhac (Aude)	Bris de trois pales.
02/01/2004	Le Portel – Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais)	Cassure du mât d'une éolienne et chute de plusieurs pales – Défaut de serrage des boulons servant à relier 2 tronçons du mât (défaillance d'entretien)
20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Une éolienne est abattue par le vent : le mât et une partie de sa fondation ont été arrachés. Cause non identifiée.
22/06/2004	Pleyber-Christ (Finistère)	Premier incident : une pale se brise par vent fort.

08/07/2004	Pleyber-Christ (Finistère)	Deuxième incident : une autre pale se brise par vent fort.
2005	Wormhout (Nord)	Bris de pale
22/12/2005	Montjoyer – Rochefort (Drôme)	Bris de trois pales et début d'incendie sur une éolienne en raison de vents forts et d'un dysfonctionnement du système de freinage.
07/10/2006	Pleyber-Christ (Finistère)	Troisième incident : une éolienne perd une pale.
18/11/2006	Roquetaillade (Aude)	Incendie de 2 éoliennes – Acte de malveillance.
03/12/2006	Bondues (Nord)	Effondrement d'une éolienne en zone industrielle, relatif à une tempête.
31/12/2006	Ally (Haute-Loire)	Chute d'une pale lors de la maintenance visant à remplacer les rotors.
02/03/2007	Clitours (Manche)	Bris de pale de 4m de long, projeté à plus de 200m.
11/10/2007	Plouvien (Finistère)	Chute d'un élément de la nacelle (la trappe de visite).
Mars 2008	Dinéault (Finistère)	Emballlement de l'éolienne (sans bris de pale associé) lors d'une tempête - dysfonctionnement
Avril 2008	Plouguin (Finistère)	Collision d'un petit avion avec une éolienne, sans gravité pour le pilote amateur, vraisemblablement à cause des mauvaises conditions météo l'obligeant à voler au-dessous de l'altitude autorisée.
19/07/2008	Erizée-la-Brûlée (Meuse)	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre et un défaut de pale.

28/08/2008	Vauvillers (Somme)	Incendie de la nacelle relatif à problème au niveau d'éléments électroniques
26/12/2008	Raival (Meuse)	Chute de pale – Cause inconnue.
26/01/2009	Clastres (Aisne)	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance suite à l'explosion d'un convertisseur.
08/06/2009	Bollène (Vaucluse)	Bout de pale éolienne ouverte liée à un coup de foudre.
21/10/2009	Froidfond – Espinassière (Vendée)	Incendie de la nacelle – cause inconnue.
30/10/2009	Freyssenet (Ardèche)	Incendie de la nacelle relatif à court-circuit faisant suite à une opération de maintenance.
20/04/2010	Toufflers (Nord)	Décès d'un technicien (crise cardiaque) au cours d'une opération de maintenance.
30/05/2010	Port la Nouvelle (Aude)	Effondrement d'une éolienne – Rotor endommagé par survitesse.
19/09/2010	Rochefort-en-Valdain (Drôme)	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles lors d'une tempête et relatif à un dysfonctionnement du système de freinage.
15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux (Loire-Atlantique)	Chute de 3m d'un technicien de maintenance. Aucune blessure grave.
31/05/2011	Mesvres (Saône-et-Loire)	Collision entre train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne. Aucun blessé.
14/12/2011	Non communiqué	Rupture de pale liée à la foudre.
03/01/2012	Non communiqué	Acte de vandalisme départ de feu au pied de tour.

05/01/2012	Widehem (Pas-de-Calais)	Bris de pale – projection à 380m.
06/02/2012	Lehaucourt (Aisne)	Opération de maintenance dans la nacelle – un arc électrique (690v) blesse deux sous-traitants (brûlure sérieuse au visage et aux mains)
18/05/2012	Fresnay l'Evêque (Eure)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne et rupture du roulement qui raccordait la pale au hub.
30/05/2012	Port la Nouvelle (Aude)	Chute d'une éolienne liée à des rafales de vent de 130km/h – Eolienne de 1991, tour en treillis (200kw).
01/11/2012	Vieillespesse (Cantal)	Projection d'un élément de la pale à 70m du mât pour une éolienne de 2,5 MW.
05/11/2012	Sigean (Aude)	Feu sur une éolienne de 660 KW entraînant une chute de pale et enflammant 80m ² de garrigue environnante.
06/03/2013	Conihac-de-la-Montagne (Aude)	Chute d'une pale liée à un problème de fixation entraînant un arrêt automatique de l'éolienne (détection d'échauffement + vitesse de rotation excessive).
17/03/2013	Euivy (Marne)	Incendie dans une nacelle conduisant à la chute d'une pale et une fuite de 450l d'huile en provenance du multiplicateur. L'origine du feu est liée à une défaillance électrique. Le feu a été maîtrisé en 1 heure.
03/08/2013	Moreac (Morbihan)	Perte de 270l d'huile hydraulique d'une nacelle élévatrice intervenant sur une éolienne – pollution du sol sur 80m ²

09/01/2014	Anthény (Ardennes)	Feu dans une nacelle au niveau de la partie moteur.	24/08/2015	Santilly (Eure-et-Loire)	Incendie d'une éolienne.
20/01/2014	Sigean (Aude)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne suite à un défaut de vibration.	Novembre 2015	Mesnil-la-Horgne (Meuse)	Chute du rotor.

Liste des incidents intervenus en France (source: aria.developpement-durable.gouv.fr, décembre 2015)

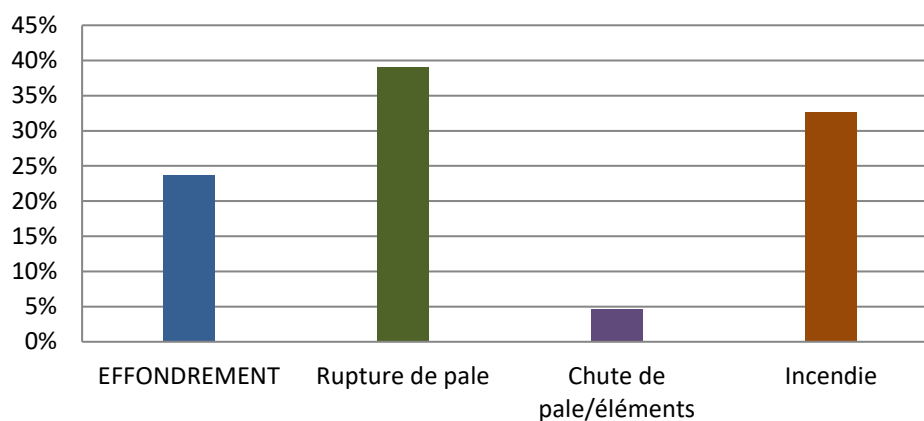
VI.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010.

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

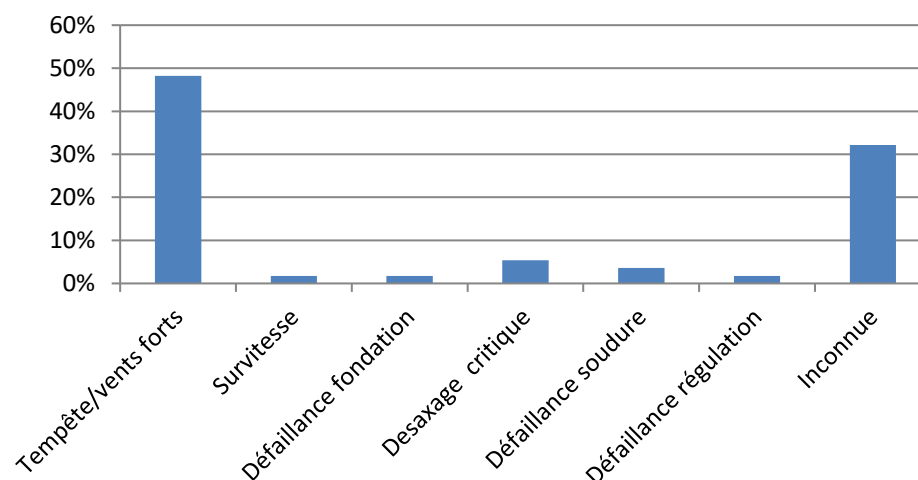
Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.

Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

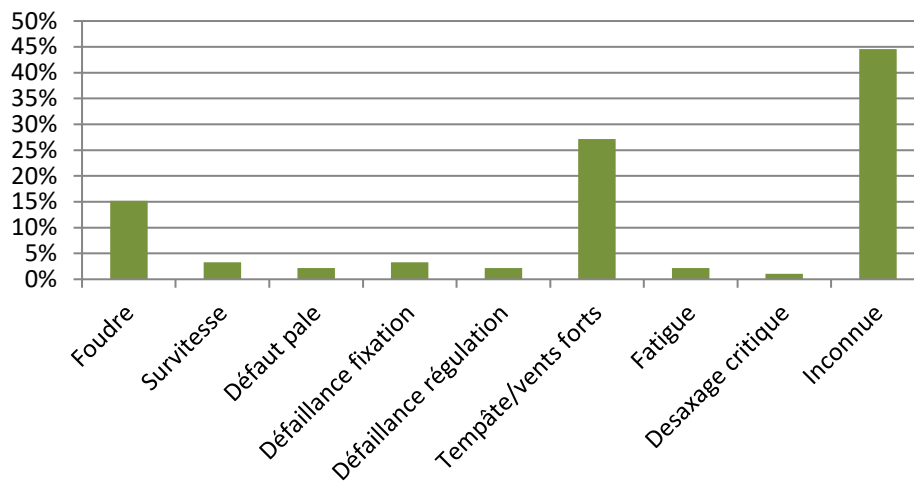


Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés).

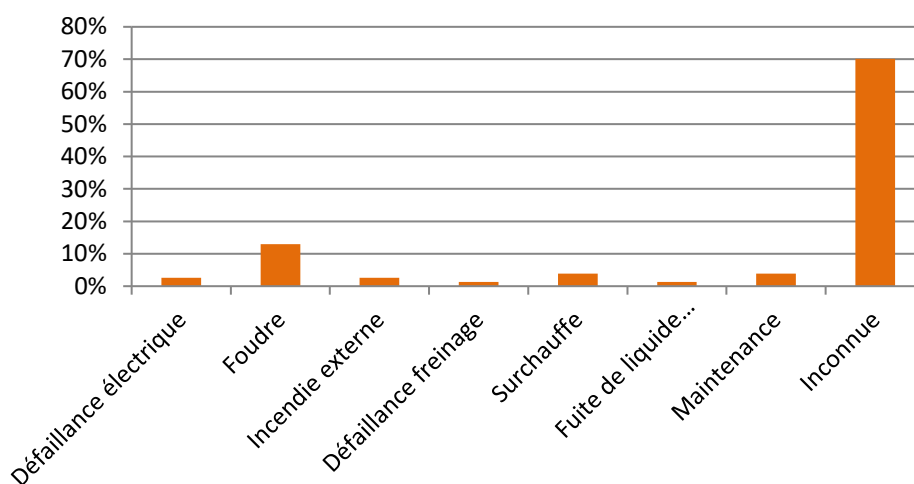
Répartition des causes premières d'effondrement



Répartition des causes premières de rupture de pale



Répartition des causes premières d'incendie



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

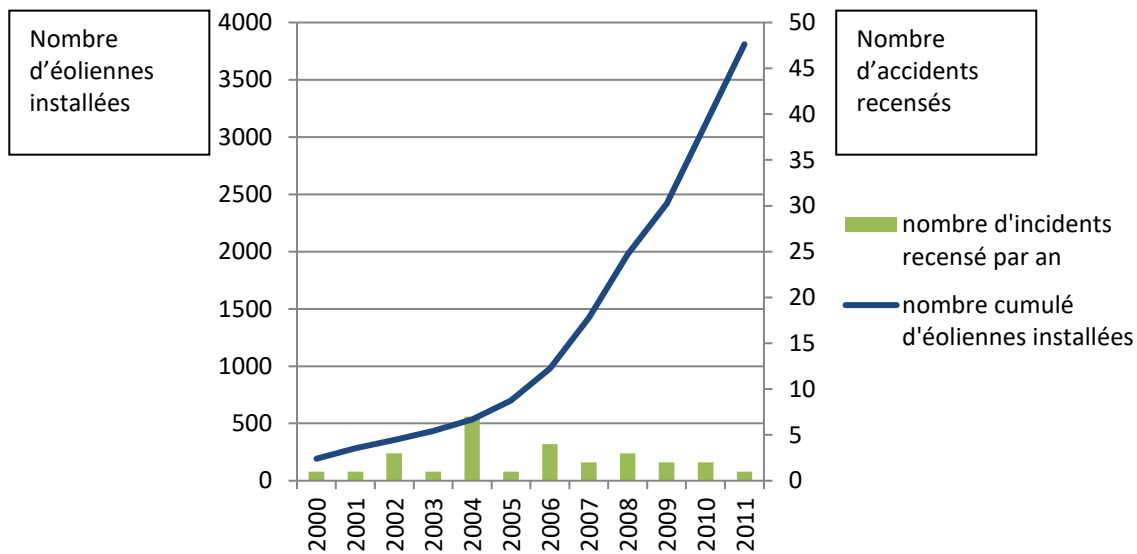
VI.2. SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

VI.2.1. ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

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

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

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



Evolution du nombre d'incidents annuels en France et 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.2.2. ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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

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

VI.3. 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 PRELIMINAIRE DES RISQUES

VII.0. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

VII.1. RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

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

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

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

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

VII.2. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

VII.2.1. AGRESSION EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

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

INFRASTRUCTURE	FONCTION	EVENEMENT REDOUTE	DANGER POTENTIEL	PERIMETRE	DISTANCE PAR RAPPORT AU MAT DES EOLIENNES
Voies de circulation structurantes	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Aucune voie de circulation structurante n'est présente dans un rayon de 200 m autour des éoliennes projetées
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Aucun aérodrome n'est présent dans un rayon de 2000 m autour des éoliennes projetées
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Aucune ligne THT n'est présente dans un rayon de 200 m autour des éoliennes projetées
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Aucune éolienne n'est présente dans un rayon de 500 m autour des éoliennes projetées

Dans le cadre du projet éolien du Chemin de Châlons, les agressions potentielles liées aux activités humaines sont nulles.

VII.2.2. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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

AGRESSION EXTERNE	INTENSITE
Vents et tempête	Le territoire n'est pas confronté aux vents violents et aux tempêtes
Foudre	1.8 Ng (moyenne nationale comprise entre 1.5 et 2.5 Ng) (Respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006))
Glissement de sols/ affaissement miniers	Aucun évènement similaire recensé sur les aires d'étude

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

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

VII.3. SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

- une description des causes et de leur séquençage (*événements initiateurs* et *événements intermédiaires*) ;
- une description des *événements redoutés centraux* qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident ;

- une description des *fonctions de sécurité* permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux ;
- une description des *phénomènes dangereux* dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident
- une évaluation préliminaire de la zone d'effets attendue de ces événements

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

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

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

N°	EVENEMENT INITIATEUR	EVENEMENT INTERMEDIAIRE	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	FONCTION DE SECURITE (INTITULE GENERIQUE)	PHENOMENE DANGEREUX	QUALIFICATION DE LA ZONE D'EFFET
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2

N°	EVENEMENT INITIATEUR	EVENEMENT INTERMEDIAIRE	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	FONCTION DE SECURITE (INTITULE GENERIQUE)	PHENOMENE DANGEREUX	QUALIFICATION DE LA ZONE D'EFFET
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Écoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Écoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
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 sur vitesse (N°4)	Impact sur cible	2

N°	EVENEMENT INITIATEUR	EVENEMENT INTERMEDIAIRE	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	FONCTION DE SECURITE (INTITULE GENERIQUE)	PHENOMENE DANGEREUX	QUALIFICATION DE LA ZONE D'EFFET
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	Projection/chute fragments et chute mât	2

N°	EVENEMENT INITIATEUR	EVENEMENT INTERMEDIAIRE	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	FONCTION DE SECURITE (INTITULE GENERIQUE)	PHENOMENE DANGEREUX	QUALIFICATION DE LA ZONE D'EFFET
				dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)		
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

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

Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en annexe 4 de la présente étude.

VII.4. 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.

VII.5. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

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

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

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LA MISE EN MOUVEMENT DE L'EOLIENNE LORS DE LA FORMATION DE GLACE	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Non. Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
Temps de réponse	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 d'une maintenance préventive annuelle.		

Plus d'informations sur les mesures de protection contre le givrage des éoliennes Nordex N117/2400 sont disponibles en Annexe 5

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR L'ATTEINTE DES PERSONNES PAR LA CHUTE DE GLACE	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA		
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR L'ECHAUFFEMENT SIGNIFICATIF DES PIECES MECANIQUES	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	A préciser si possible		
Maintenance	Maintenance préventive semestrielle de la génératrice et de son système de refroidissement, ainsi que du multiplicateur (y compris le système de refroidissement de l'huile du multiplicateur). Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LA SURVITESSE	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	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, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	15 à 60s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté) L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.		

Efficacité	100 %
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.
Maintenance	Maintenance préventive annuelle de l'éolienne avec notamment contrôle 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 SECURITE	PREVENIR LES COURTS-CIRCUITS	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LES EFFETS DE LA Foudre	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Parafoudres sur la nacelle + récepteurs de foudre sur les 2 faces des pales Mise à la terre (nacelle/mât, sections de mât, mât/fondation) Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	Mesure de terre lors des vérifications réglementaires des installations électriques		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011. Contrôle de l'état de l'installation de mise à la terre dans le mât à chaque maintenance préventive.		

Plus d'informations sur les mesures de protection contre la foudre des éoliennes Nordex N117/2400 sont disponibles en Annexe 5

FONCTION DE SECURITE	PROTECTION ET INTERVENTION INCENDIE	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine		

	Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours
Description	Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).
Indépendance	Oui
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est, quant à lui, dépendant de la zone géographique.
Efficacité	100 %
Tests	Vérification de la plausibilité des mesures de température
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.

Plus d'informations sur les mesures de protection incendie des éoliennes Nordex N117/2400 sont disponibles en Annexe 5

FONCTION DE SECURITE	PREVENTION ET RETENTION DES FUITES	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	8
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération Procédure d'urgence Kit antipollution		
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : <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. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LES DEFAUTS DE STABILITE DE L'EOLIENNE ET LES DEFAUTS D'ASSEMBLAGE (CONSTRUCTION – EXPLOITATION)	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	9
----------------------	---	-------------------------------	---

Mesures de sécurité	Surveillance des vibrations Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont équipées de capteurs de vibration, qui entraînent l'arrêt en cas de dépassement des seuils définis. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223 (peinture et revêtement anti-corrosion).
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 Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Inspection visuelle du mât et, si besoin, nettoyage lors de la maintenance préventive annuelle.

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LES ERREURS DE MAINTENANCE	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	NA		

FONCTION DE SECURITE	PREVENIR LES RISQUES DE DEGRADATION DE L'EOLIEENNE EN CAS DE VENT FORT	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	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	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.

FONCTION DE SECURITE	EMPECHER LA PERTE DE CONTROLE DE L'EOLIENNE EN CAS DE DEFAILLANCE RESEAU	N° DE LA FONCTION DE SECURITE	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 suite à une défaillance du matériel.		

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

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

VII.6. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

NOM DU SCENARIO 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 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 [9] et 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'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.</p> <p>Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.</p>

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

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

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

VIII. ETUDE DETAILLEE 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.0. RAPPEL DES DEFINITIONS

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

Cet arrêté ne prévoit de détermination de l'intensité et de la gravité que pour les effets de surpression, de rayonnement thermique et 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.0.1. CINETIQUE

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

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [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.0.2. INTENSITE

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

INTENSITE	DEGRE D'EXPOSITION
exposition très forte	Supérieur à 5 %
exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
exposition modérée	Inférieur à 1 %

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

VIII.0.3. GRAVITE

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

INTENSITE GRAVITE	ZONE D'EFFET D'UN EVENEMENT ACCIDENTEL ENGENDRANT UNE EXPOSITION TRES FORTE	ZONE D'EFFET D'UN EVENEMENT ACCIDENTEL ENGENDRANT UNE EXPOSITION FORTE	ZONE D'EFFET D'UN EVENEMENT ACCIDENTEL ENGENDRANT UNE EXPOSITION MODEREE
« Désastreux »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« Important »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« Modéré »	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

VIII.0.4. PROBABILITE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VIII.1. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

VIII.1.1. EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE

❖ 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 149,4 m dans le cas des éoliennes du parc éolien du Chemin de Châlons.

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

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien du Chemin de Châlons. R est la longueur de pale (R= 58,4 m), H la hauteur du mât (H= 93 m), L la largeur du mât (L= 4,3 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB = 2,4 m).

EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À LA HAUTEUR TOTALE DE L'EOLIENNE EN BOUT DE PALE)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = H \times L + 3 \times R \times LB / 2$ La zone d'impact est de 610 m²	$Z_e = \pi \times (H+R)^2$ La zone d'effet est de 72011 m²	$D = Z_i / Z_e$ Le degré d'exposition est de 0,85 % (<1%)	Exposition modérée

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

❖ Gravité

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

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreuse »

- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Importante »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieuse »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modérée »

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)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
E1	0,08	Modérée
E2	0,09	Modérée
E3	0,09	Modérée
E4	0,09	Modérée
E5	0,08	Modérée
E6	0,09	Modérée
E7	0,09	Modérée
E8	0,08	Modérée
E9	0,08	Modérée
E10	0,09	Modérée
E11	0,09	Modérée

La classe de gravité du phénomène « Effondrement de l'éolienne » est modérée quelle que soit l'éolienne considérée.

❖ Probabilité

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

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

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience², soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

² 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.

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

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

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

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

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

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

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

❖ Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien du Chemin de Châlons, 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	Acceptabilité
E1	Modérée	Très faible	Acceptable
E2	Modérée	Très faible	Acceptable
E3	Modérée	Très faible	Acceptable
E4	Modérée	Très faible	Acceptable
E5	Modérée	Très faible	Acceptable
E6	Modérée	Très faible	Acceptable
E7	Modérée	Très faible	Acceptable
E8	Modérée	Très faible	Acceptable
E9	Modérée	Très faible	Acceptable
E10	Modérée	Très faible	Acceptable
E11	Modérée	Très faible	Acceptable

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

VIII.1.2. CHUTE DE GLACE

❖ Considérations générales

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

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

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

❖ Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien du Chemin de Châlons, la zone d'effet a donc un rayon de 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.

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien du Chemin de Châlons. Z_i est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est la longueur de pale ($R= 58,4$ m), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG= 1$ m²).

CHUTE DE GLACE			
(DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À $D/2$ = ZONE DE SURVOL)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = SG$ 1 m²	$Z_E = \pi \times R^2$ 10715 m²	$d = Z_i / Z_E$ 0,01 % (< 1 %)	Exposition modérée

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

❖ Gravité

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

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreuse »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Importante »

- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieuse »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modérée »

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

CHUTE DE GLACE		
(DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
E1	0,01	Modérée
E2	0,02	Modérée
E3	0,01	Modérée
E4	0,02	Modérée
E5	0,01	Modérée
E6	0,01	Modérée
E7	0,01	Modérée
E8	0,01	Modérée
E9	0,01	Modérée
E10	0,01	Modérée
E11	0,01	Modérée

La classe de gravité du phénomène « Chute de glace » est modérée quelle que soit l'éolienne considérée.

❖ Probabilité

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

❖ Acceptabilité

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

CHUTE DE GLACE			
(DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL A D/2 = ZONE DE SURVOL)			
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>	<i>Acceptabilité</i>
E1	Modérée	Faible	Acceptable
E2	Modérée	Faible	Acceptable
E3	Modérée	Faible	Acceptable
E4	Modérée	Faible	Acceptable

E5	Modérée	Faible	Acceptable
E6	Modérée	Faible	Acceptable
E7	Modérée	Faible	Acceptable
E8	Modérée	Faible	Acceptable
E9	Modérée	Faible	Acceptable
E10	Modérée	Faible	Acceptable
E11	Modérée	Faible	Acceptable

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

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

VIII.1.3. CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE

❖ Zone d'effet

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

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

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien du Chemin de Châlons. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R= 58,4$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB= 2,4$ m).

CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE			
(DANS UN RAYON INFERIEUR OU EGAL A $D/2 =$ ZONE DE SURVOL)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \cdot LB / 2$ 70 m^2	$Z_E = \pi \times R^2$ 10715 m^2	$d = Z_I / Z_E$ 0,65 % (< 1 %)	Exposition modérée

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

❖ Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'élément de l'éolienne, 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 D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À D/2 = ZONE DE SURVOL)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
E1	0,01	Modérée
E2	0,02	Modérée
E3	0,01	Modérée
E4	0,02	Modérée
E5	0,01	Modérée
E6	0,01	Modérée
E7	0,01	Modérée
E8	0,01	Modérée
E9	0,01	Modérée
E10	0,01	Modérée
E11	0,01	Modérée

❖ Probabilité

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

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

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

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

❖ Acceptabilité

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

CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE (DANS UN RAYON INFÉRIEUR OU ÉGAL À $D/2$ = ZONE DE SURVOL)			
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>	<i>Acceptabilité</i>
E1	Modérée	Très faible	Acceptable
E2	Modérée	Très faible	Acceptable
E3	Modérée	Très faible	Acceptable
E4	Modérée	Très faible	Acceptable
E5	Modérée	Très faible	Acceptable
E6	Modérée	Très faible	Acceptable
E7	Modérée	Très faible	Acceptable
E8	Modérée	Très faible	Acceptable
E9	Modérée	Très faible	Acceptable
E10	Modérée	Très faible	Acceptable
E11	Modérée	Très faible	Acceptable

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

VIII.1.4. PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

❖ Zone d'effet

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

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

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

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

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien du Chemin de Châlons. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R= 58,4$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB= 2,4$ m).

PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE (ZONE DE 500 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I=R*LB/2$ 70 m^2	$Z_E= \pi \times 500^2$ 785 398 m^2	$d=Z_I/Z_E$ 0,01 % (< 1 %)	Exposition modérée

❖ Gravité

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

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreuse »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Importante »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieuse »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modérée »

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

PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE (ZONE DE 500 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,86	Modérée
E2	0,90	Modérée
E3	0,84	Modérée
E4	0,89	Modérée
E5	0,89	Modérée
E6	0,87	Modérée
E7	0,89	Modérée
E8	0,87	Modérée
E9	0,89	Modérée
E10	0,86	Modérée
E11	0,90	Modérée

❖ Probabilité

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

❖ Acceptabilité

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

PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE (ZONE DE 500 M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)			
Eolienne	Gravité	Niveau de risque	Acceptabilité
E1	Modérée	Très faible	Acceptable
E2	Modérée	Très faible	Acceptable
E3	Modérée	Très faible	Acceptable

E4	Modérée	Très faible	Acceptable
E5	Modérée	Très faible	Acceptable
E6	Modérée	Très faible	Acceptable
E7	Modérée	Très faible	Acceptable
E8	Modérée	Très faible	Acceptable
E9	Modérée	Très faible	Acceptable
E10	Modérée	Très faible	Acceptable
E11	Modérée	Très faible	Acceptable

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

VIII.1.5. PROJECTION DE GLACE

❖ Zone d'effet

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

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

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

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

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien du Chemin de Châlons. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R = 58,4$ m), H la hauteur au moyeu ($H_m = 91$ m) et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE			
(DANS UN RAYON DE $RPG = 1,5 \times (H+2R)$ AUTOUR DE L'ÉOLIENNE)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$ 1 m ²	$ZE = \pi \times (1,5 \times (H_m + 2 \times R))^2$ 305227 m ²	$d = Z_I / Z_E$ $3,3 \times 10^{-4}$ (< 1 %)	Exposition modérée

❖ Gravité

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

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

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

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

PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE		
(DANS UN RAYON DE $RPG = 1,5 \times (H+2R)$ AUTOUR DE L'EOLIENNE)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
E1	0,32	Modérée
E2	0,37	Modérée
E3	0,34	Modérée
E4	0,35	Modérée
E5	0,36	Modérée
E6	0,34	Modérée
E7	0,36	Modérée
E8	0,34	Modérée
E9	0,34	Modérée
E10	0,35	Modérée
E11	0,36	Modérée

❖ Probabilité

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

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

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

❖ Acceptabilité

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

PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE		
(DANS UN RAYON DE $RPG = 1,5 \times (H+2R)$ AUTOUR DE L'EOLIENNE)		

<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>	<i>Acceptabilité</i>
E1	Modérée	Très faible	Acceptable
E2	Modérée	Très faible	Acceptable
E3	Modérée	Très faible	Acceptable
E4	Modérée	Très faible	Acceptable
E5	Modérée	Très faible	Acceptable
E6	Modérée	Très faible	Acceptable
E7	Modérée	Très faible	Acceptable
E8	Modérée	Très faible	Acceptable
E9	Modérée	Très faible	Acceptable
E10	Modérée	Très faible	Acceptable
E11	Modérée	Très faible	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien du Chemin de Châlons, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

VIII.2. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

VIII.2.1. 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.

SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS						
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Référence
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (149,4 m)	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée	01
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (58,4 m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée	02
Chute de glace	Zone de survol (58,4 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée	03
Projection	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée	04

Projection de glace	311,7 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée	05
----------------------------	------------------------------	--------	--------------------	---	---------	----

VIII.2.2. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

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

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

GRAVITÉ DES CONSEQUENCES	CLASSE DE PROBABILITE				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
CATASTROPHIQUE	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
IMPORTANT	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
SERIEUX	Vert foncé	Vert foncé	Jaune	Jaune	Rouge
MODERE	Vert foncé	01 ; 04	02	05	03

Légende de la matrice

NIVEAU DE RISQUE	COULEUR	ACCEPTABILITE
RISQUE TRES FAIBLE	Vert foncé	acceptable
RISQUE FAIBLE	Jaune	acceptable
RISQUE IMPORTANT	Rouge	non acceptable

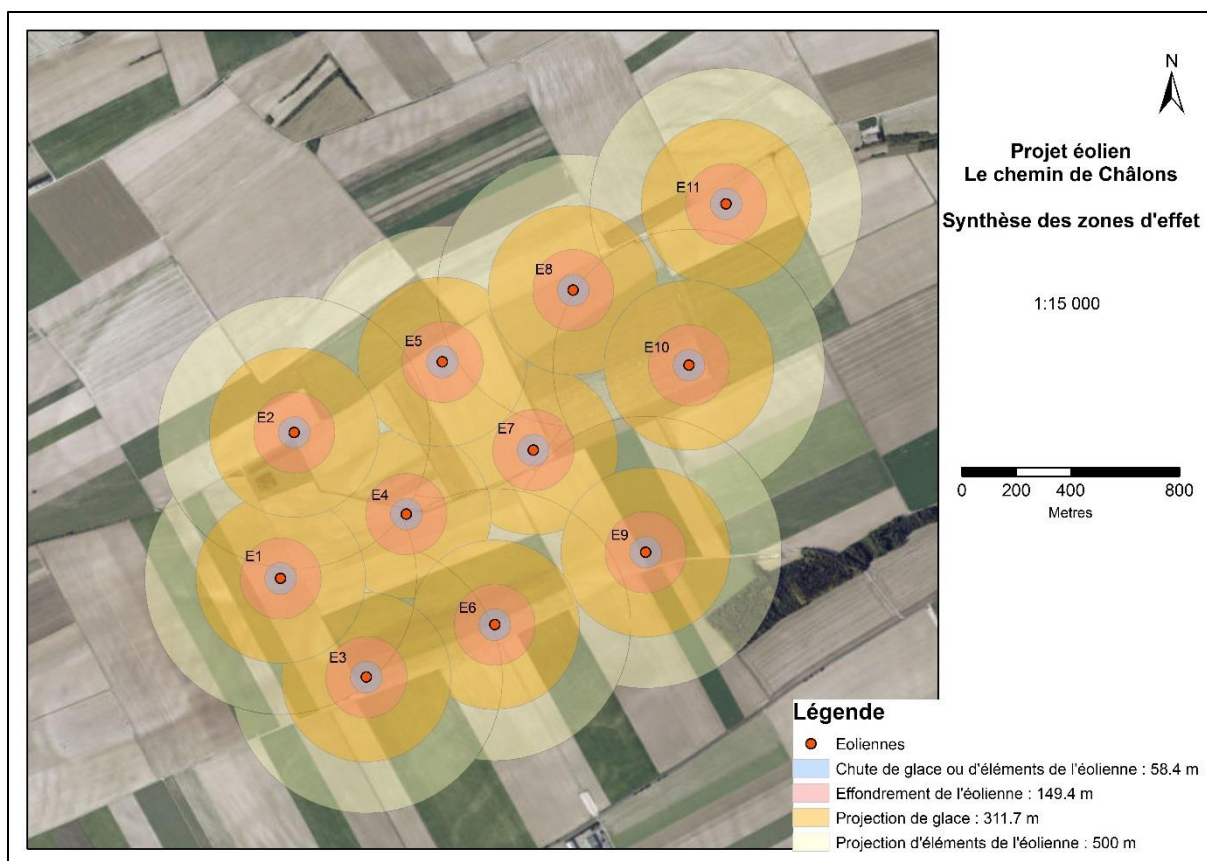
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

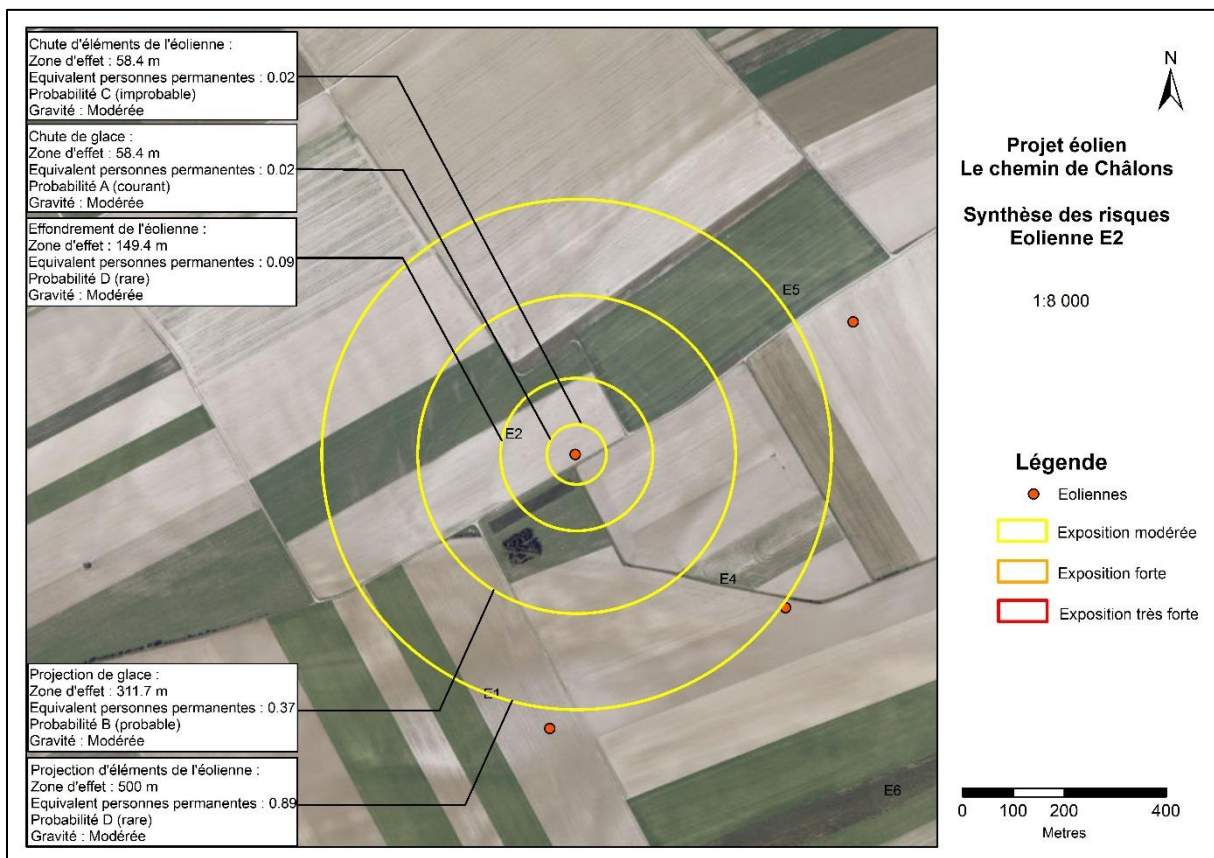
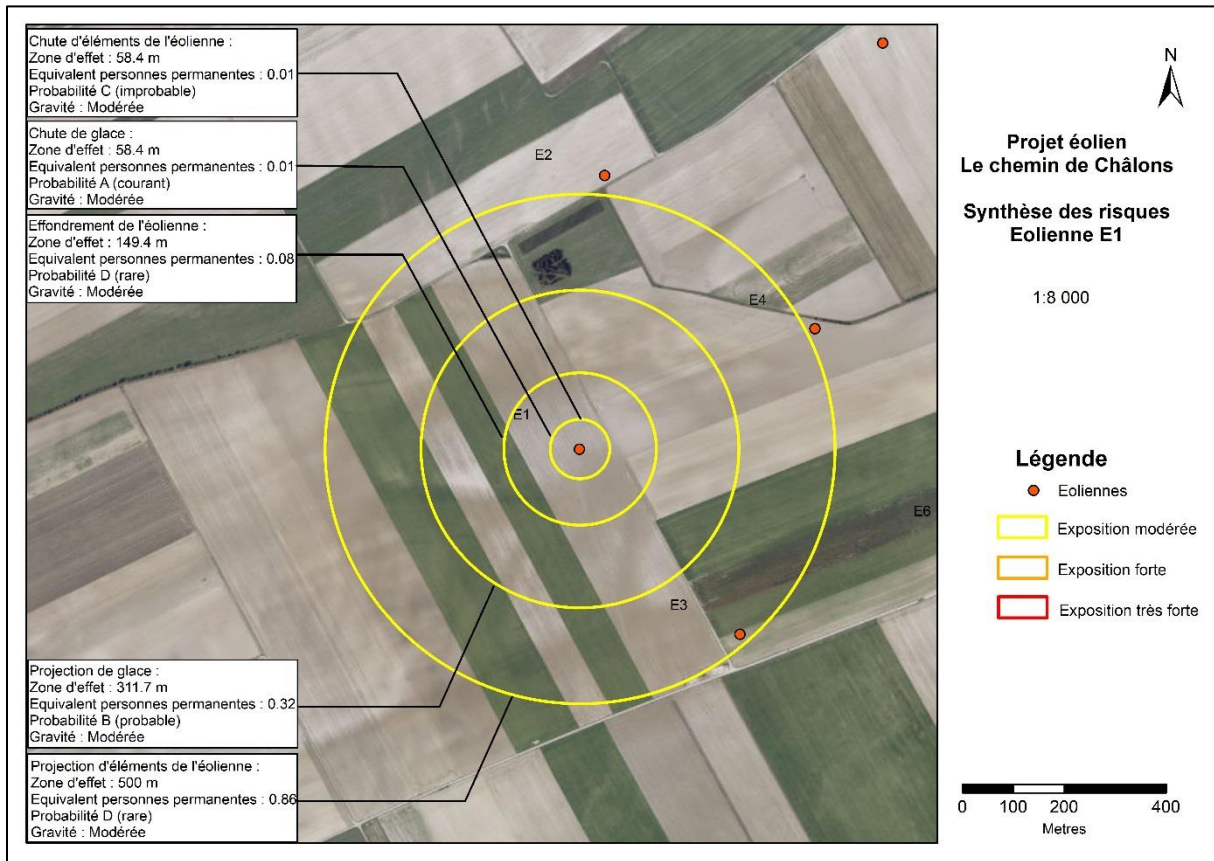
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 sont mises en place.

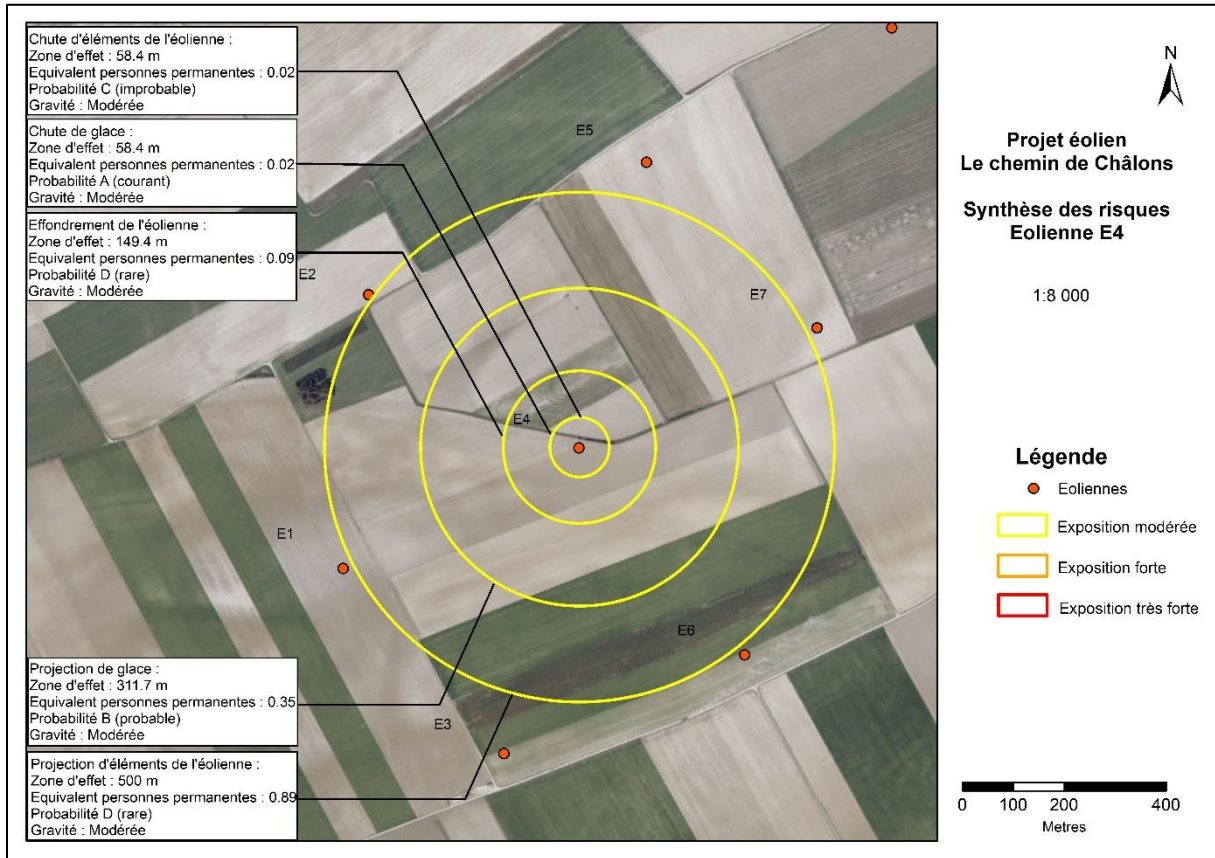
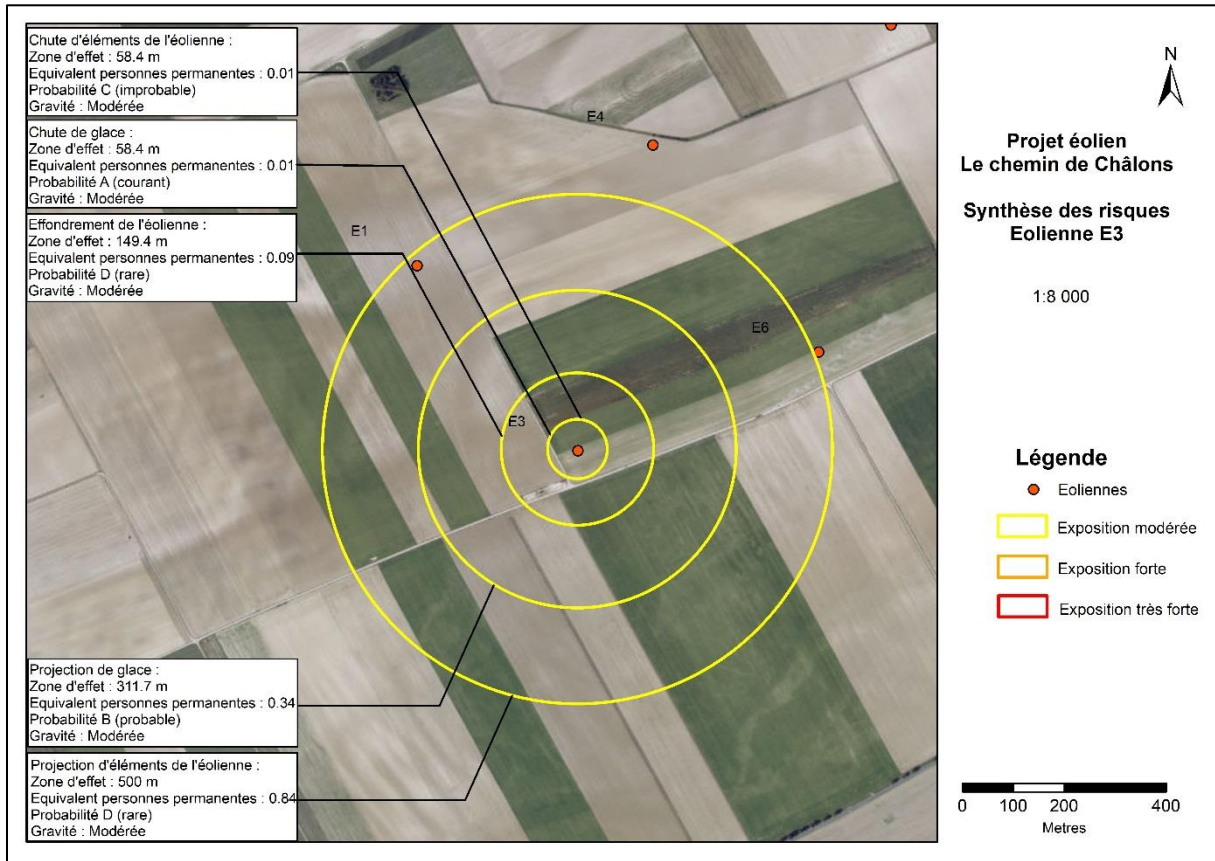
VIII.2.3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

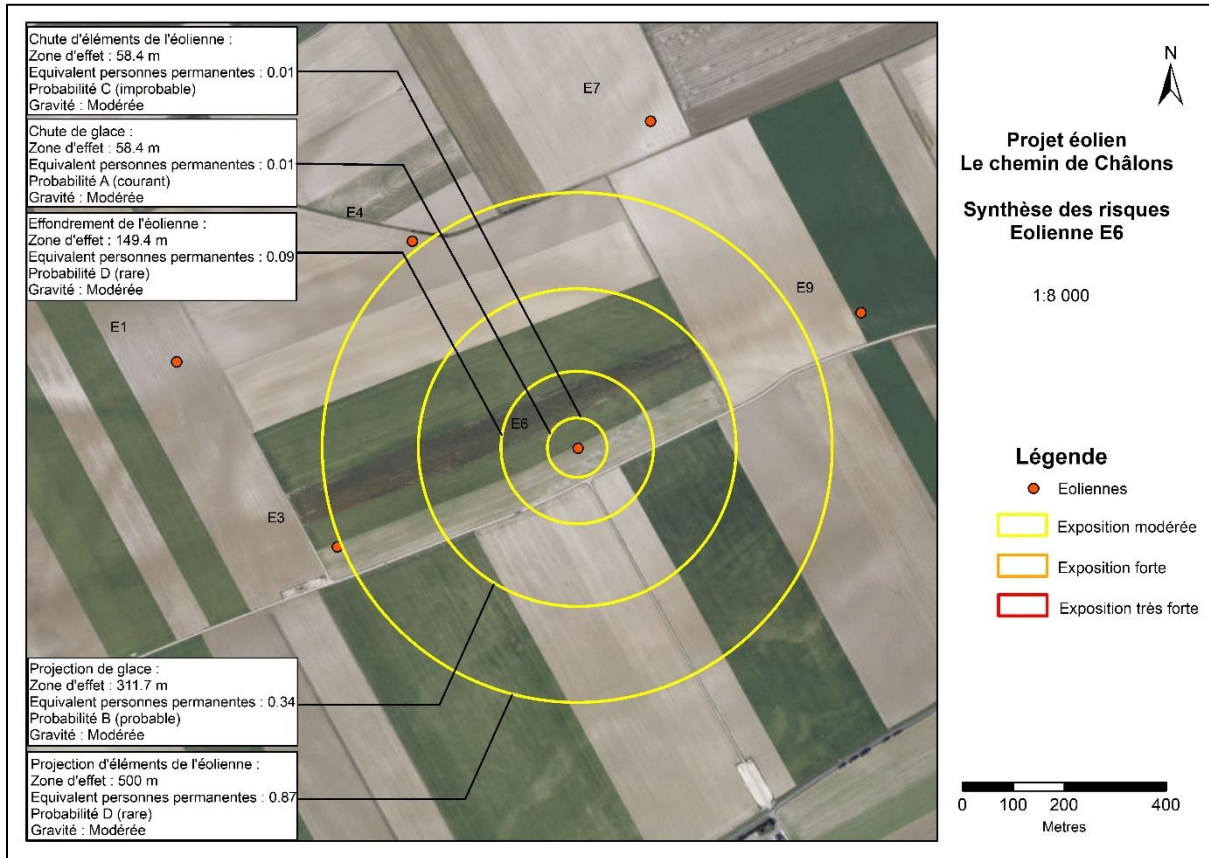
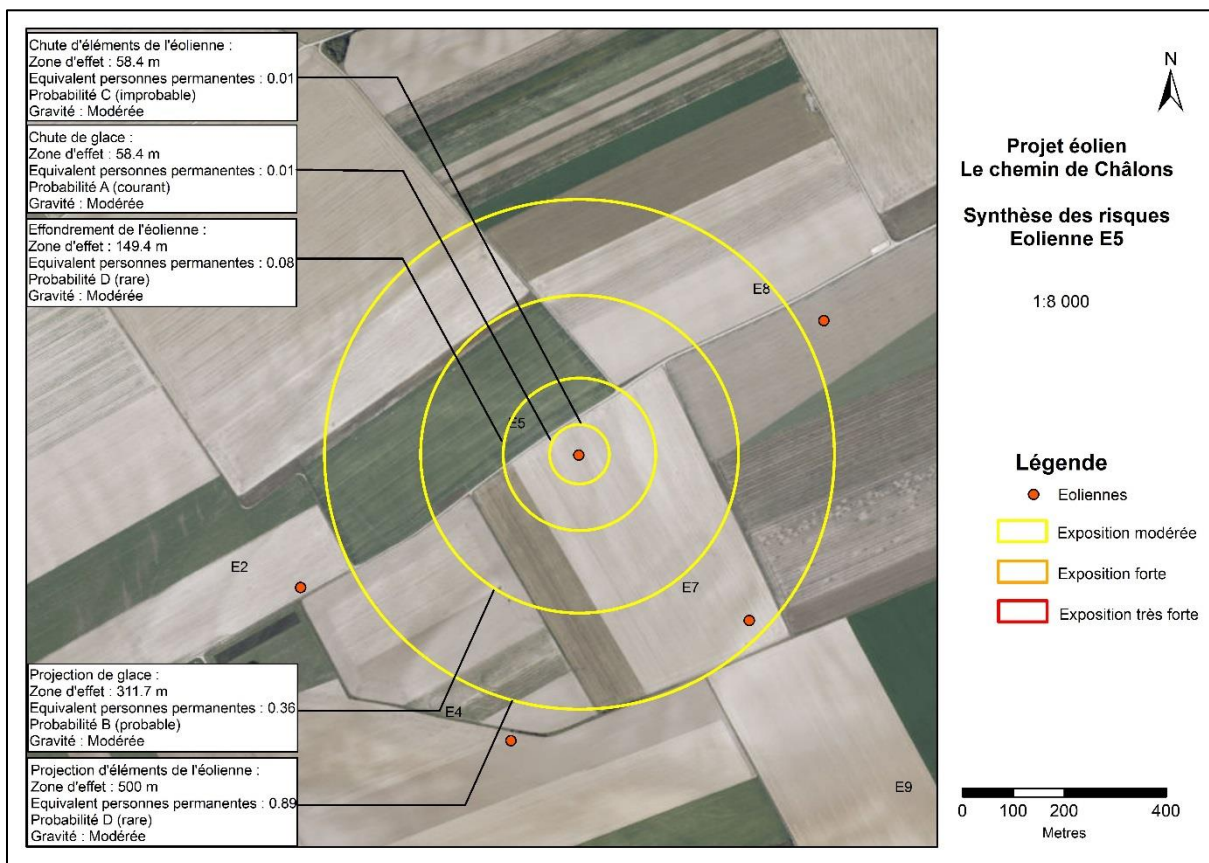
Les cartographies qui suivent synthétisent pour chaque aérogénérateur et pour chaque scénario, les éléments suivants :

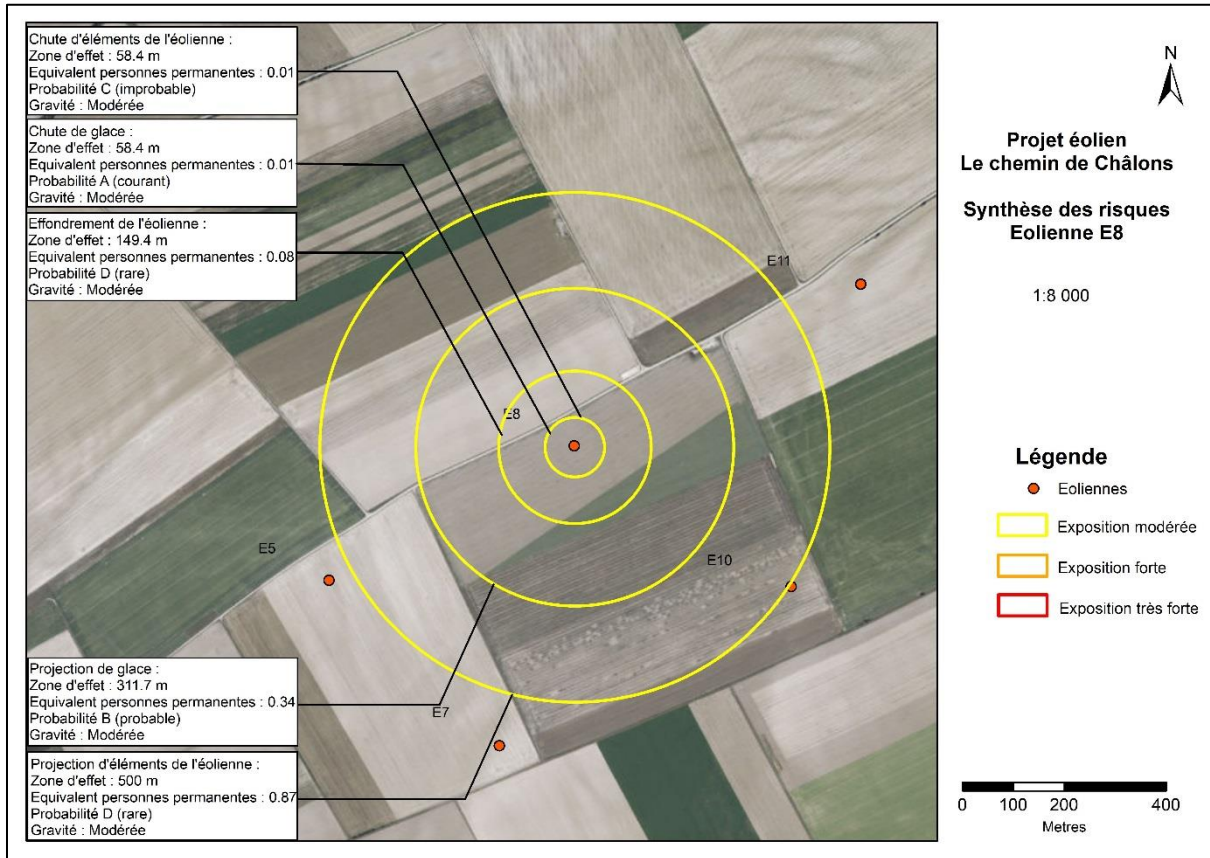
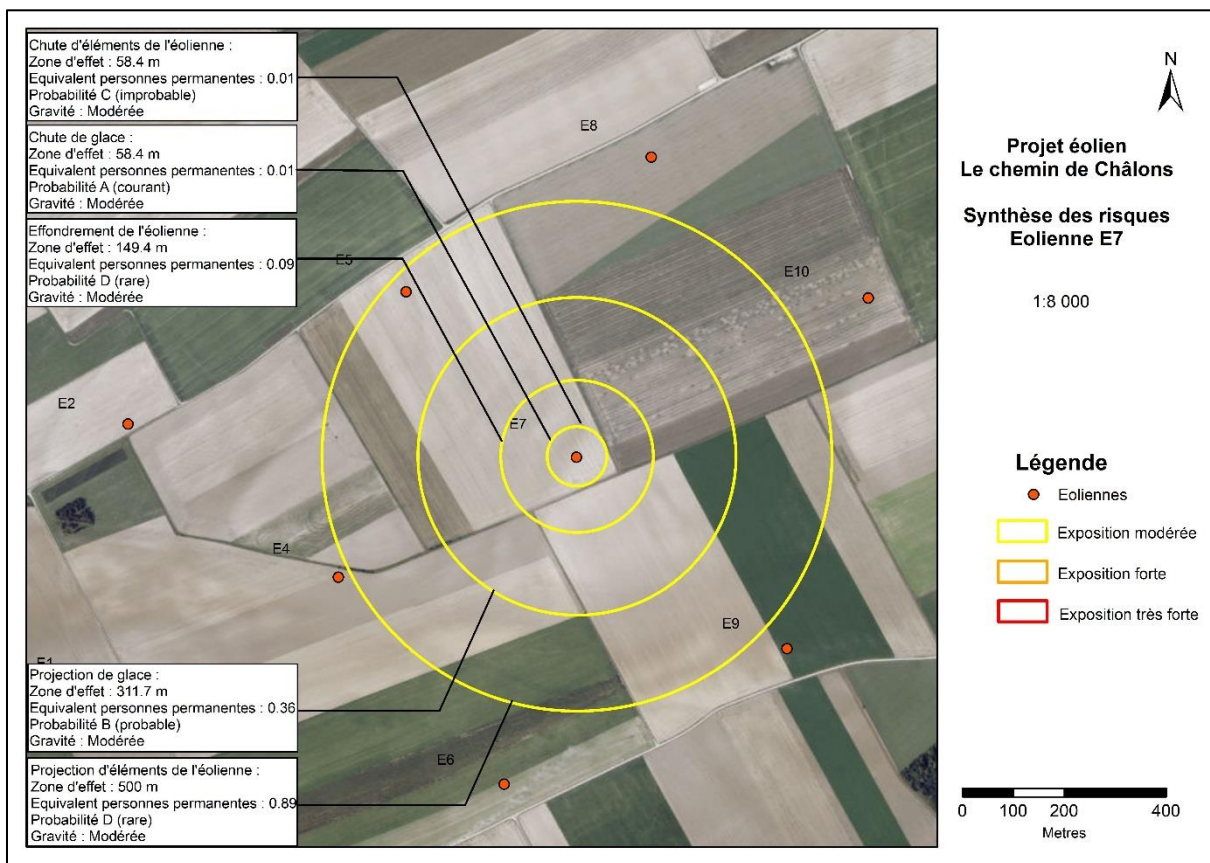
- L'intensité des différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de chaque phénomène dangereux ;
- Le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet ;
- La probabilité et la gravité des scénarios identifiées.

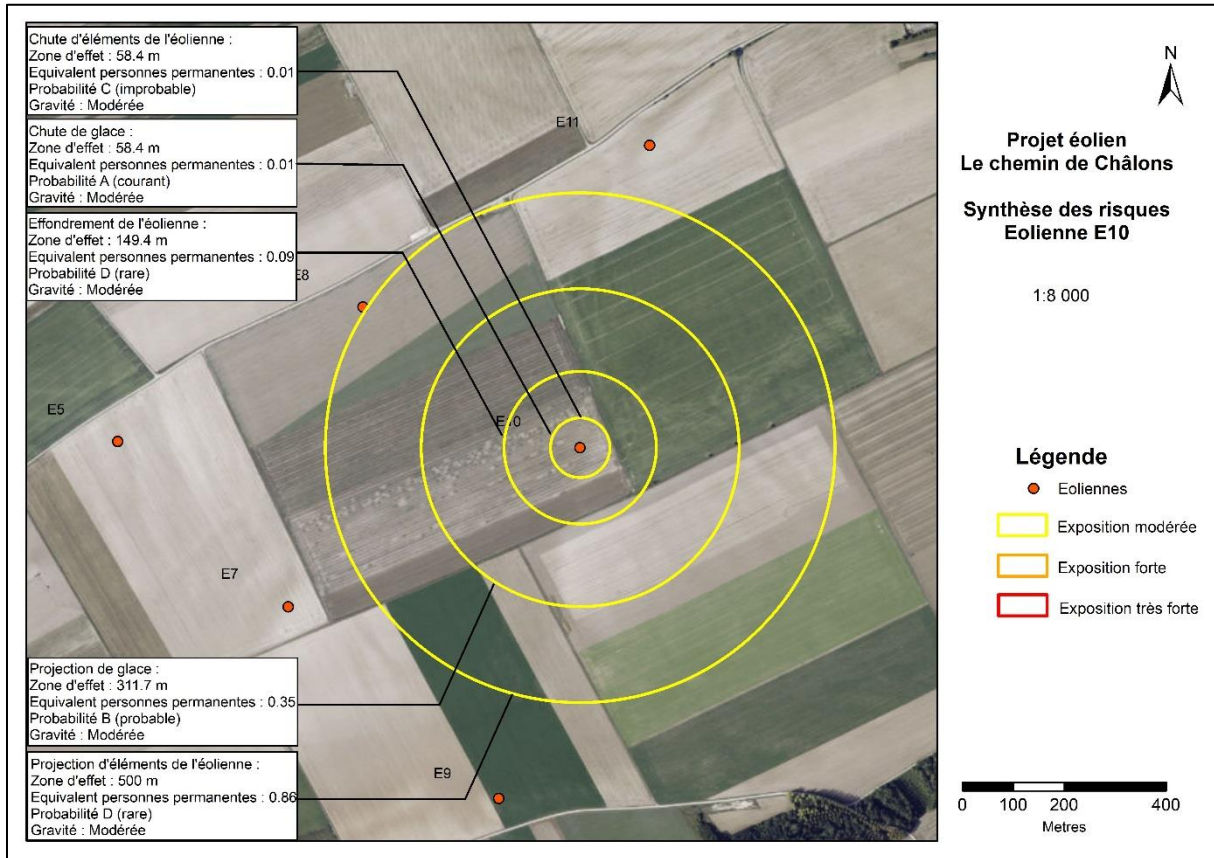
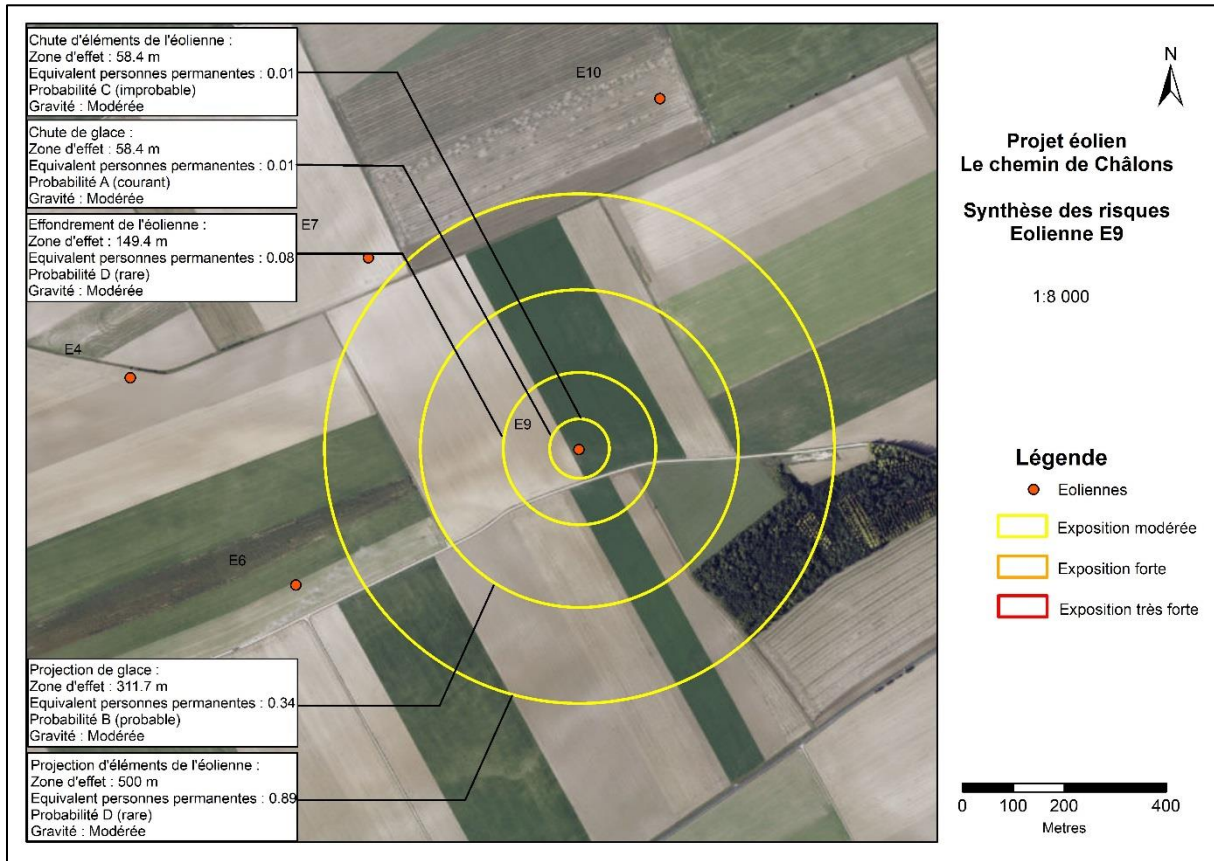


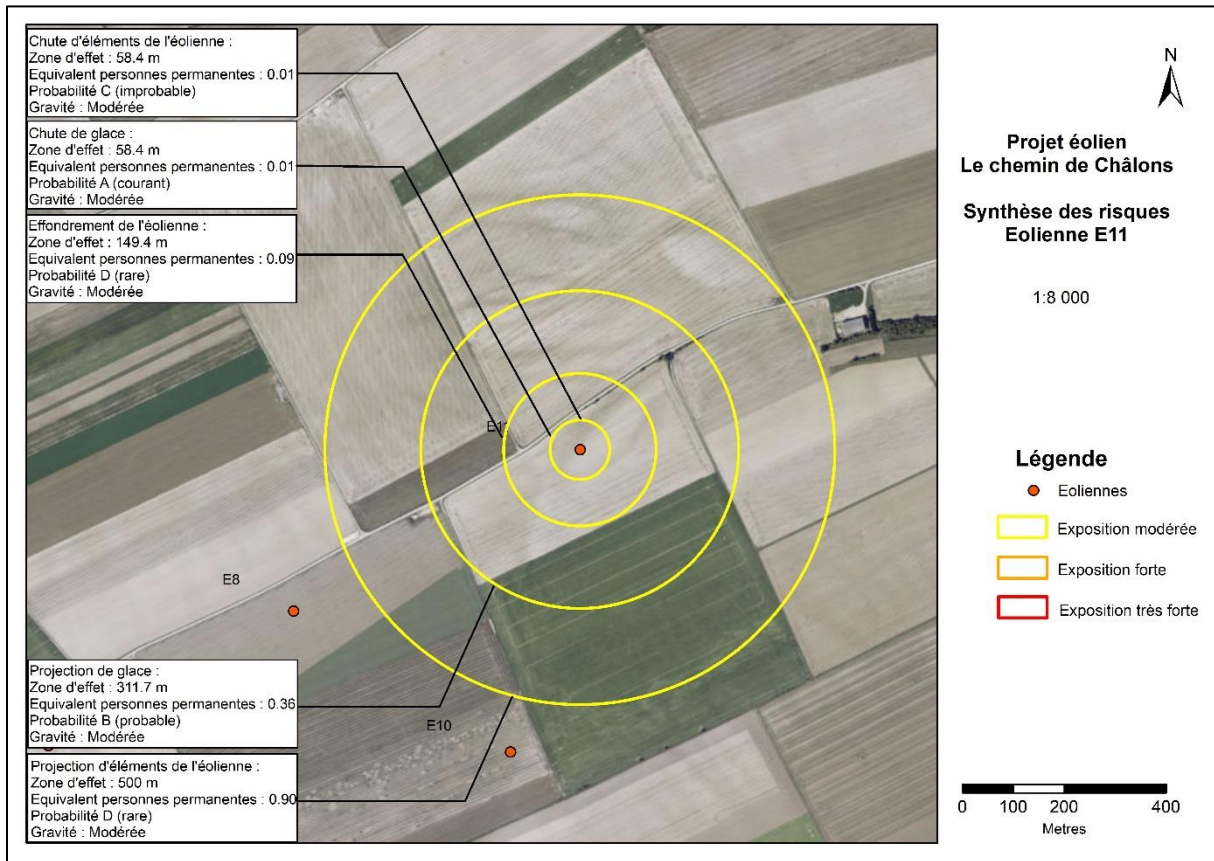












IX. CONCLUSION

Conçue dans le respect de l'environnement et de la réglementation en vigueur, l'étude de dangers du parc éolien du Chemin de Châlons s'est attachée à recenser les diverses infrastructures et activités présentes dans l'environnement des éoliennes sur le site, et à rendre compte de l'ensemble des démarches réalisées pour concevoir le projet, analyser les dangers inhérents et présenter les mesures de sécurité prises.

Les différentes activités et infrastructures, présentes dans la zone d'étude des 500 m autour des installations éoliennes, ont fait l'objet d'une attention particulière afin de déterminer le niveau de risque pour chaque installation. Ainsi, la surface agricole, les fréquentations des routes et chemins, ont été répertoriées et comptabilisées pour permettre d'affiner l'intensité et la gravité par type d'accident, développées dans l'analyse des risques.

Le recensement des potentiels de dangers et cette analyse de l'accidentologie ont permis de répertorier et classer les différents types et occurrences de phénomènes, afin de retenir 5 scénarios majeurs redoutés dans la suite de l'étude de dangers (effondrement de l'éolienne, chute d'éléments ou de glace, projection d'éléments ou de glace). L'analyse des risques a ainsi pu rendre compte pour chaque phénomène étudié le niveau de risque associé à chaque éolienne dans son environnement.

D'un point de vue global, le site de ce projet affiche un environnement principalement agricole ponctué d'infrastructures de transport. Le recensement des diverses infrastructures et activités du site démontrent bien cet aspect. Les calculs précis effectués pour chaque aérogénérateur, dans les périmètres définis pour chaque scénario retenu dans l'analyse des risques, ont permis de définir comme acceptables les risques d'accidents (faibles à très faibles). Il est important de noter que la plupart des éléments nécessaires aux calculs des zones d'impacts ont été majorés afin de ne pas sous-estimer l'intensité et la gravité des phénomènes retenus dans l'analyse des risques.

La conception du parc éolien s'appuie sur un ensemble de mesures préventives afin de prévenir tous les risques potentiels. Ces mesures s'appliquent en amont du projet en définissant des zones d'exclusion et en se confortant à toutes les exigences du constructeur, garantissant un niveau très élevé de sûreté. La phase de chantier intègre également un ensemble de procédures qui vise à réaliser les travaux conformément aux plans établis, à relever toute défaillance, à assurer la sécurité des personnes et des tiers sur le chantier.

La mise en place des mesures préventives doit complètement éviter que des accidents ne se produisent sur le parc. De plus, un protocole de maintenance apte à prévenir en amont tout défaut de fonctionnement des éoliennes est conclu. Ce contrat de maintenance est un préalable nécessaire à la création du parc qui apporte toutes les garanties de solidité exigées par l'exploitant, les investisseurs et les assureurs.

X. RESUME NON TECHNIQUE

X.0. INTRODUCTION

Le présent dossier concerne la mise en place du parc éolien du Chemin de Châlons. Ce projet concerne l'implantation de 11 éoliennes de type NORDEX N117 d'une capacité unitaire de 2 400 kW et de deux postes de livraison permettant de raccorder les éoliennes au réseau électrique EDF.

Dans le cadre de ce projet, et conformément à la réglementation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement en vigueur, une étude de dangers des installations doit être réalisée.

La présente étude de dangers a pour objectif de rendre compte de l'examen effectué par la société Parc Éolien Nordex XXII S.A.S. pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien du Chemin de Châlons 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.

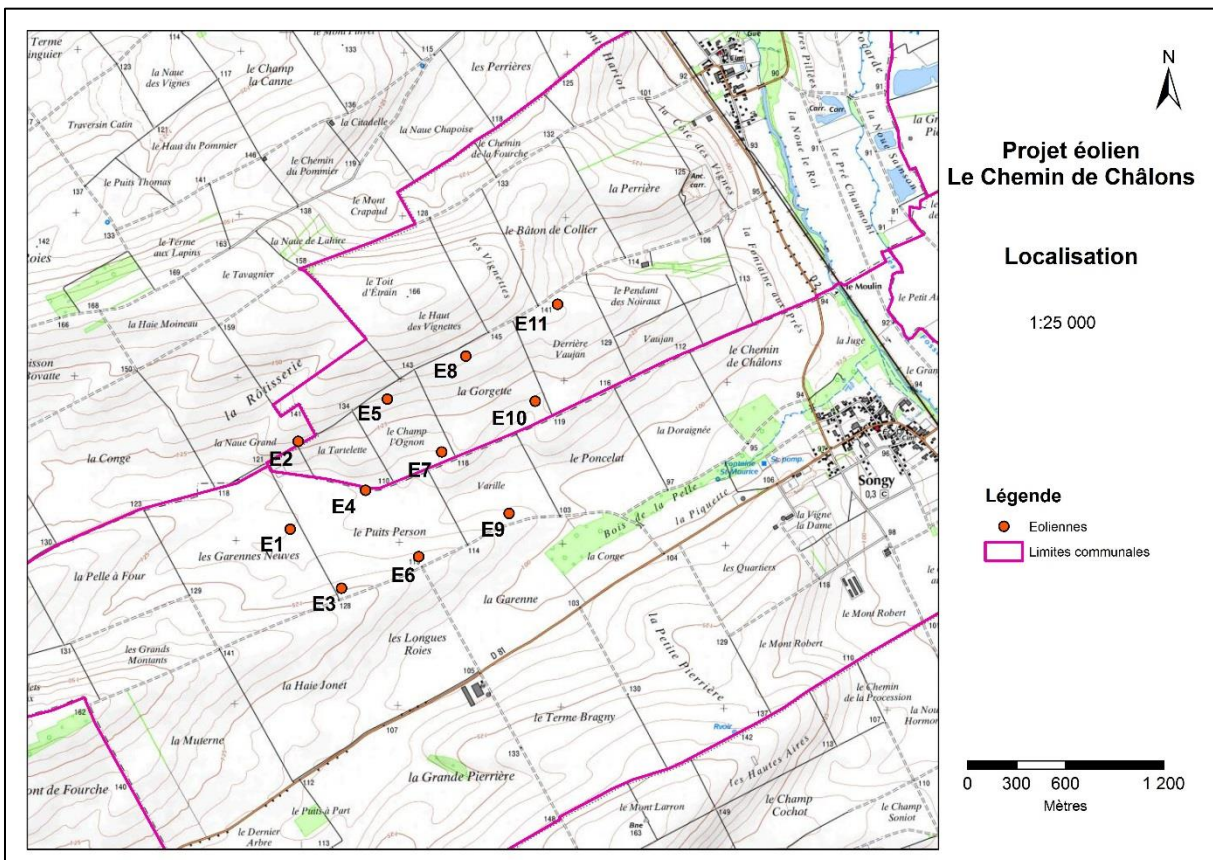
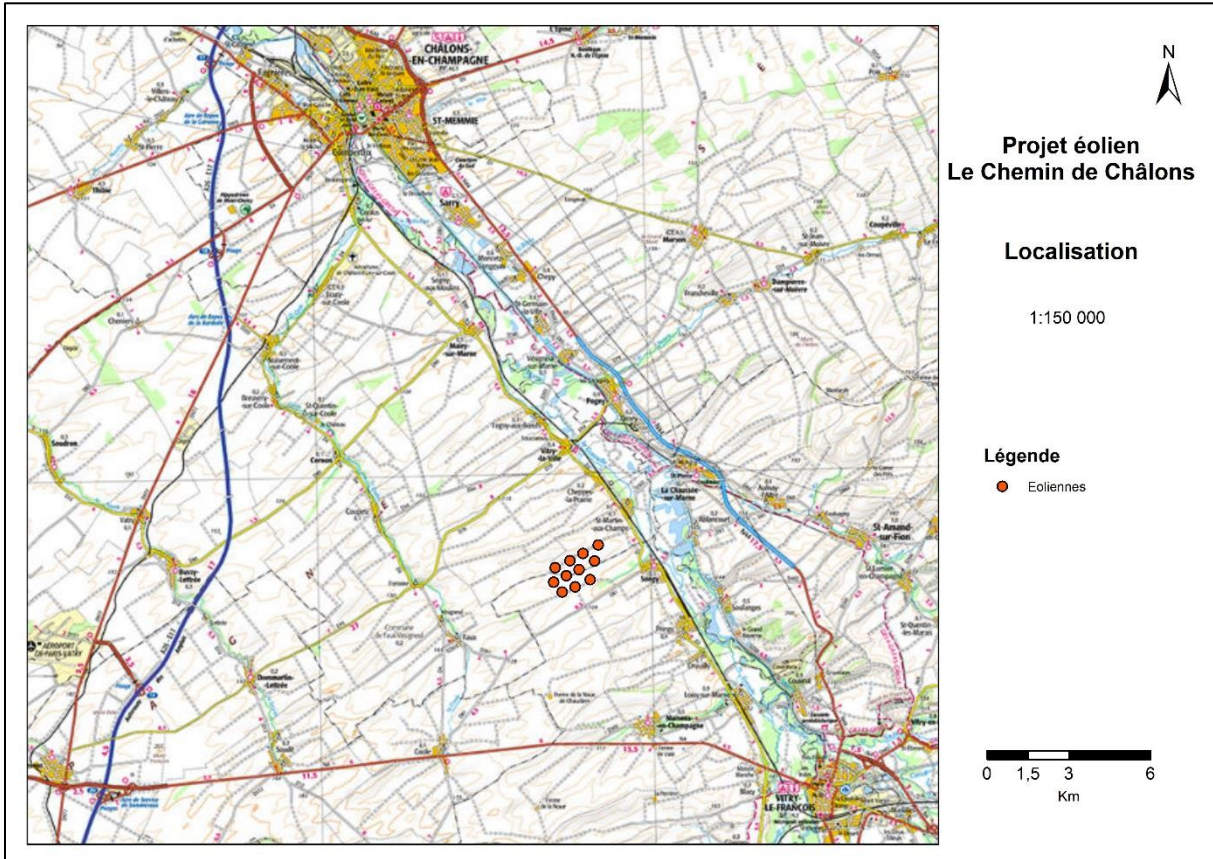
Cette étude a été réalisée en conformité avec le guide technique de l'INERIS et du SER-FEE dans sa version de Mai 2012 – « *Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens* ».

Ce résumé non technique a été conçu pour faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude de dangers.

X.1. LOCALISATION DU PROJET

Le parc éolien du Chemin de Châlons, composé de 11 aérogénérateurs et 3 postes de livraison, est localisé sur Songy, Saint-Martin-aux-Champs et Cheppes-la-Prairie, dans le département de Marne (51), en région Champagne-Ardenne. Plus précisément, la zone d'implantation est située à l'ouest de la commune de Songy, à environ 16 km au sud-est de Châlons-en-Champagne et 11 km au nord-ouest de Vitry-le-François, entre la vallée de la Coole et la vallée de la Marne.

Les cartes en page suivante localisent le projet.



Cartes de localisation du projet

X.2. 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).

La zone sur laquelle porte la présente étude de dangers est de 500 m autour de chaque éolienne.

ENVIRONNEMENT HUMAIN

Le site d'implantation projetée du parc du Chemin de Châlons est localisé dans un secteur formé principalement de grandes cultures. Aucune activité commerciale ou industrielle n'est recensée dans la zone d'étude de 500 m des futures éoliennes. Conformément à la réglementation en vigueur, les projets éoliens sont implantés de telle sorte que les éoliennes sont situées à une distance minimale de 500 m de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010. L'habitation la plus proche est située à environ 1600 m.

Aucun établissement Recevant du Public (ERP), au sens de l'article R. 123-2 du Code de la Construction et de l'Habitat, n'est recensé dans la zone d'étude.

Aucune installation Nucléaire de Base n'est installée dans la zone d'étude du projet. De même, aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) n'est recensée.

ENVIRONNEMENT NATUREL

Le département de la Marne fait la transition entre le climat océanique et le climat continental. La légère continentalisation se caractérise par des pluies convectives estivales et une amplitude thermique annuelle dépassant 15°C. La répartition moyenne des précipitations en cours d'année est relativement homogène.

Plusieurs phénomènes météorologiques sont recensés dans le département :

- le brouillard (visibilité < 1 km) : environ 75 jours par an contre 40 jours pour la moyenne nationale ;
- le gel (température < 0°C) : environ 66 jours par an contre 25 jours pour la moyenne nationale ;
- la neige : environ 8 jours de neige par an contre 14 jours de moyenne à l'échelle nationale.

Concernant les risques naturels, la zone d'étude est concernée par le risque sismique (niveau très faible – zone 1), le risque de foudroiement (risque moyen), le risque de remontée de nappe (niveau faible à nappe sub-affleurante) et l'aléa retrait – gonflement des argiles (aléa faible), le risque inondation (aléa faible). Les autres risques naturels usuellement pris en compte sont anecdotiques voire inexistantes (tempête, incendie).

ENVIRONNEMENT MATERIEL

Le réseau routier au droit de la zone d'étude est composé de chemins communaux qui desservent les parcelles agricoles. A noter qu'une infrastructure routière est considérée comme « structurante » si le trafic routier journalier est supérieur à 2 000 véhicules. Aussi, dans les aires d'études de 500 m des éoliennes, aucune infrastructure n'est considérée comme structurante.

Aucune ligne ferroviaire ou cours d'eau navigable ne sont présents dans la zone d'étude.

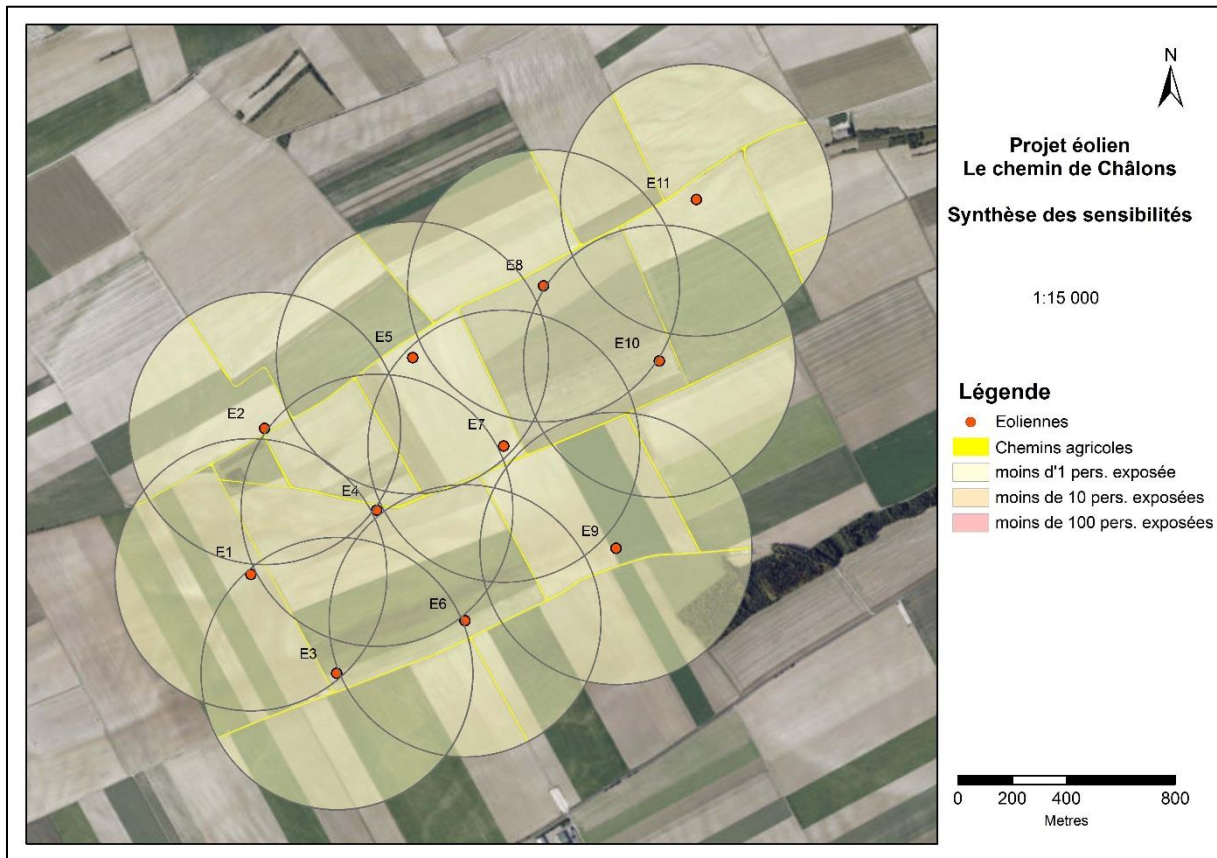
Aucune installation de type canalisations de transport (gaz combustibles, hydrocarbures liquides ou liquéfiés et produits chimiques), captage d'eau, ou réseaux d'assainissement (stations d'épuration) n'est présente dans la zone d'étude.

Une ligne électrique aérienne HTA traverse l'aire d'étude de l'éolienne E9 selon un axe nord-est/sud-ouest. Pour cette infrastructure, un recul conservateur de minimum 150 m a été appliqué par le maître d'ouvrage.

Enfin, un faisceau hertzien de la Gendarmerie traverse la zone d'étude. Un recul de 100 mètres par rapport à ce faisceau a été respecté.

SYNTHESE DES SENSIBILITES

Dans le cadre du projet de parc éolien du Chemin de Châlons, les sensibilités sur les aires d'études sont relativement faibles compte tenu de l'occupation du sol (zone agricole) et de l'absence d'infrastructure de transport structurante.



Carte de synthèse des sensibilités

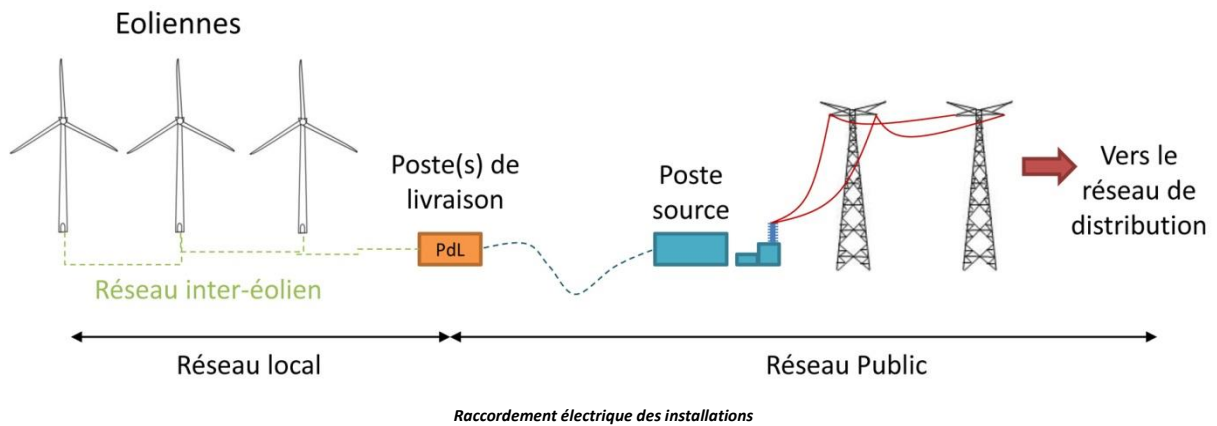
X.3. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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, au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

Le présent parc éolien sera composé de 11 éoliennes et de leurs annexes :

- 11 éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage »
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers les postes de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien »)
- 2 postes 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 aux postes 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



Les éoliennes projetées sont des NORDEX N117 d'une puissance unitaire de 2.4 MW, soit une puissance totale du parc de 26.4 MW.

Les éoliennes 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 ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - le générateur qui transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - le multiplicateur ;
 - 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.

Une carte détaillée de l'installation présentant l'emplacement des aérogénérateurs, du ou des poste(s) de livraison, des plateformes, des chemins d'accès et des câbles électriques enterrés figure en annexe 1 du présent document.

X.4. LES POTENTIELS DANGERS DE L'INSTALLATION

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

LES POTENTIELS DANGERS LIES AUX PRODUITS

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation. De même, 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 du Chemin de Châlons 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...)

LES POTENTIELS DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien du Chemin de Châlons 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).

REDUCTION DES POTENTIELS DANGERS A LA SOURCE

Dans le cadre de la définition du projet éolien du Chemin de Châlons, les contraintes techniques et sécuritaires du site d'étude ont été prises en compte. Des distances minimales d'éloignement ont été respectées dont :

- 500 m vis-à-vis des premières habitations et des zones urbanisables ;
- 300 m des établissements SEVESO ;
- 150 m des routes départementales (1 fois la hauteur de l'éolienne) ;
- 300 m des voies ferrées (2 fois la hauteur de l'éolienne) ;
- 600 m des canalisations de transport de gaz (4 fois la hauteur totale de l'éolienne) ;
- 150 m des infrastructures du Réseau de RTE et ErDF (1 fois la hauteur totale de l'éolienne).

En outre, les mesures générales de prévention limitant les risques d'accident sur le parc éolien du Chemin de Châlons sont les suivantes :

- NORDEX, fournisseur des éoliennes et assurant leur maintenance, dispose d'un système de management HSE respecté par tous ses salariés.
- Le respect des règles de conduite et la limitation de la vitesse de circulation des engins et véhicules seront imposés. Un plan de circulation sera établi pour l'accès depuis les routes les plus proches.
- Les interventions se font par du personnel possédant l'habilitation électrique et la législation du travail dans les installations en hauteur, après visite de conformité par un organisme de contrôle agréé. Les techniciens de NORDEX sont formés, entraînés et autorisés. Ils sont équipés de leurs EPI.
- Des procédures d'installation et de maintenance claires et détaillées seront disponibles pour chacun des équipements.
- Le design et l'assemblage des équipements respectent les normes en vigueur et normes constructeur.

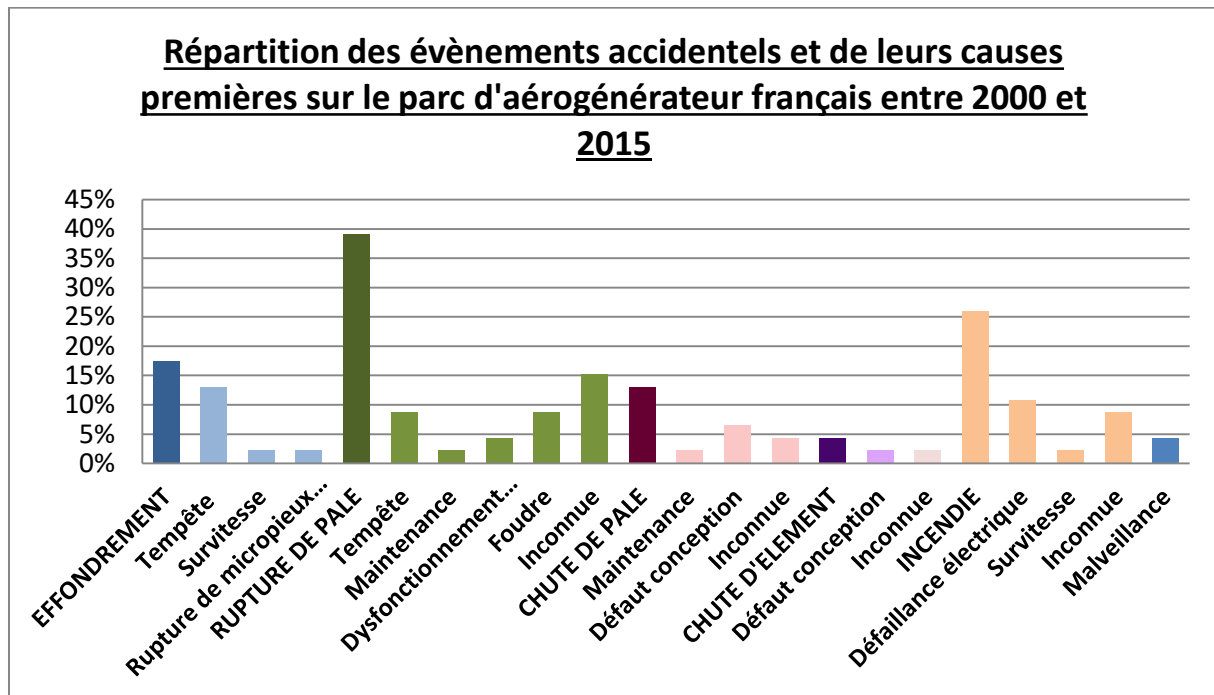
X.5. LES RETOURS D'EXPERIENCE

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

INVENTAIRE ET EVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

L'inventaire qui a été repris dans le cadre de la présente étude de dangers est celui qui a été réalisé et validé par le groupe de travail constitué de l'INERIS et des professionnels du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et sa mise à jour pour le compte de la SAS PARC EOLIEN NORDEX XXII. Plusieurs sources ont été utilisées pour ce recensement ; il s'agit à la fois de sources officielles (Ministère du Développement Durable, Conseil Général des Mines), d'articles de presse locale ou encore de base de données mises en place par des associations anti-éolien.

Dans l'état actuel, un total de 57 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2015. A noter que la base de données établie apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000.



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.

Par ailleurs à 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. 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.

LES PRINCIPAUX EVENEMENTS REDOUTES

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

X.6. L'ANALYSE PRELIMINAIRE 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.

METHODOLOGIE

L'objectif sus cité est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basée sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

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

LES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

Deux types d'agressions externes sont recensés :

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

Dans la mesure où aucune ligne THT, aucune voie de communication structurante, aucun aérodrome et aucun autre aérogénérateur que ceux du présent projet ne sont recensés à proximité immédiate des aérogénérateurs, les agressions externes potentielles liées aux activités humaines sont considérées comme négligeables dans le cadre du projet éolien du Chemin de Châlons.

Concernant les agresseurs externes liés à des phénomènes naturels, seul le risque de séisme et de foudre ont été identifiés sur la zone d'étude. Néanmoins, ils n'ont pas été retenus pour la suite de l'analyse car les éoliennes projetées sont conformes à la Norme IEC 61-400.

LES SCENARIOS D'ACCIDENT POTENTIELS

Pas moins de 27 scénarios regroupés en 6 thématiques ont été analysés dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques. Il s'agit de :

- 2 scénarios relatifs aux risques liés à la glace (dépôt de glace sur les pâles, le mât et la nacelle lorsque l'éolienne est arrêtée ; dépôt de glace sur les pales lorsque l'éolienne est en mouvement) ;
- 7 scénarios relatifs aux risques d'incendie (court-circuit ; échauffement des parties mécaniques et inflammation ; surtension ;...)
- 2 scénarios relatifs aux risques de fuites (fuite du système de lubrification, convertisseur, transformateur ; renversement de fluides lors des opérations de maintenance) ;
- 3 scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments de l'éolienne (défaut de fixation de la trappe ; défaillance fixation de l'anémomètre ; défaut fixation de la nacelle) ;
- 3 scénarios concernant les risques de projection (survitesses ; fatigue et corrosion, erreur de maintenance) ;
- 10 scénarios concernant les risques d'effondrement (vents forts ; fatigue ; crash d'aéronef ;...).

LES MESURES DE SECURITE MISES EN PLACE

Dans le cadre du présent projet éolien, et de manière générale, tous les parcs éoliens sont équipés de mesures de sécurité. Une liste reprenant uniquement les fonctions de sécurité est reprise ci-dessous :

- Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace ;
- Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace ;
- Prévenir l'échauffement significatif de pièces mécaniques ;
- Prévenir la survitesse ;
- Prévenir les courts-circuits ;
- Prévenir les effets de la foudre ;
- Protection et intervention incendie;
- Prévention et rétention des fuites ;
- Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction-exploitation) ;
- Prévenir les erreurs de maintenance ;
- Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort ;
- Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau.

Les mesures pour chacune des fonctions de sécurité, concernent aussi bien les risques de glace (panneautage, éloignement des habitations,...), d'incendie (capteurs de température, système de détection incendie,...), de fuites (détecteurs de niveau d'huiles, kit antipollution,...), de chute d'éléments et de projection ainsi que d'effondrement (contrôles réguliers, certification,...).

RESULTATS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Après avoir analysé les scénarios d'accidents potentiels en fonction des agressions externes potentielles et des mesures de sécurité mises en place, plusieurs scénarios ont été exclus pour la suite.

Les cinq catégories de scénarios conservées pour 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.

X.7. L'ETUDE DETAILLEE 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.

METHODOLOGIE

Dans le cadre de la présente étude de dangers, il a été utilisé la méthode ad hoc préconisée par le guide technique national relatif à l'étude de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

RESULTATS DE L'ETUDE DES RISQUES

Le tableau page suivante récapitule, pour chaque évènement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité.

Les paramètres présentés dans le tableau (cinétique, intensité, gravité et probabilité) ont été déterminés à partir du guide technique de l'étude de dangers cité précédemment.

Les éoliennes ayant le même profil de risque sont regroupées.

SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES						
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Référence
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (149,4 m)	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée	01
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (58,4 m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée	02
Chute de glace	Zone de survol (58,4 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée	03
Projection	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée	04
Projection de glace	311,7 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée	05

L'ACCEPTABILITE DES RISQUES

En croisant la probabilité et la gravité des scénarios retenus dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques, pour chacun des scénarios identifiés précédemment, il est possible de déterminer l'acceptabilité des risques potentiels générés par chacune des 11 éoliennes projetées grâce à la matrice de détermination présentée ci-dessous.

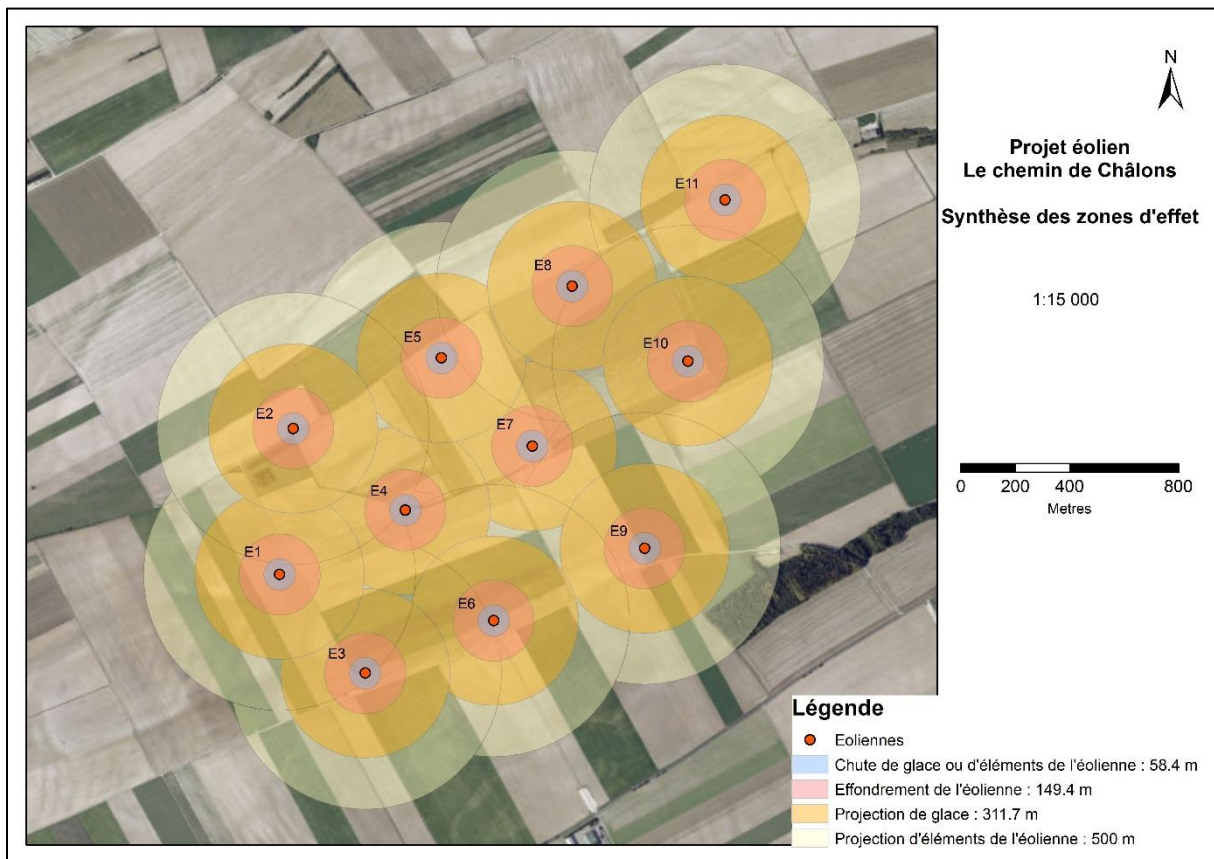
GRAVITÉ DES CONSEQUENCES	CLASSE DE PROBABILITE				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE		01 ; 04	02	05	03

Légende de la matrice

NIVEAU DE RISQUE	COULEUR	ACCEPTABILITE
RISQUE TRES FAIBLE		acceptable
RISQUE FAIBLE		acceptable
RISQUE IMPORTANT		non acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

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



Carte de synthèse des zones d'effet

X.8. CONCLUSION

Conçue dans le respect de l'environnement et de la réglementation en vigueur, l'étude de dangers du parc éolien du Chemin de Châlons s'est attachée à recenser les diverses infrastructures et activités présentes dans l'environnement des éoliennes sur le site, et à rendre compte de l'ensemble des démarches réalisées pour concevoir le projet, analyser les dangers inhérents et présenter les mesures de sécurité prises.

Les différentes activités et infrastructures, présentes dans la zone d'étude des 500 m autour des installations éoliennes, ont fait l'objet d'une attention particulière afin de déterminer le niveau de risque pour chaque

installation. Ainsi, la surface agricole, les fréquentations des routes et chemins, ont été répertoriées et comptabilisées pour permettre d'affiner l'intensité et la gravité par type d'accident, développées dans l'analyse des risques.

Le recensement des potentiels de dangers et cette analyse de l'accidentologie ont permis de répertorier et classer les différents types et occurrences de phénomènes, afin de retenir 5 scénarios majeurs redoutés dans la suite de l'étude de dangers (effondrement de l'éolienne, chute d'éléments ou de glace, projection d'éléments ou de glace). L'analyse des risques a ainsi pu rendre compte pour chaque phénomène étudié le niveau de risque associé à chaque éolienne dans son environnement.

D'un point de vue global, le site de ce projet affiche un environnement principalement agricole ponctué d'infrastructures de transport. Le recensement des diverses infrastructures et activités du site démontrent bien cet aspect. Les calculs précis effectués pour chaque aérogénérateur, dans les périmètres définis pour chaque scénario retenu dans l'analyse des risques, ont permis de définir comme acceptables les risques d'accidents (faibles à très faibles). Il est important de noter que la plupart des éléments nécessaires aux calculs des zones d'impacts ont été majorés afin de ne pas sous-estimer l'intensité et la gravité des phénomènes retenus dans l'analyse des risques.

La conception du parc éolien s'appuie sur un ensemble de mesures préventives afin de prévenir tous les risques potentiels. Ces mesures s'appliquent en amont du projet en définissant des zones d'exclusion et en se confortant à toutes les exigences du constructeur, garantissant un niveau très élevé de sûreté. La phase de chantier intègre également un ensemble de procédures qui vise à réaliser les travaux conformément aux plans établis, à relever toute défaillance, à assurer la sécurité des personnes et des tiers sur le chantier.

La mise en place des mesures préventives doit complètement éviter que des accidents ne se produisent sur le parc. De plus, un protocole de maintenance apte à prévenir en amont tout défaut de fonctionnement des éoliennes est conclu. Ce contrat de maintenance est un préalable nécessaire à la création du parc qui apporte toutes les garanties de solidité exigées par l'exploitant, les investisseurs et les assureurs.

ANNEXE 1 – PLAN DE L'INSTALLATION



PLAN DE MASSE GENERAL

legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE D'ACCÈS
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- PDL 1 pour E2, E5, E8, E11
- PDL2 pour E10, E7, E4, E9
- PDL3 pour E6, E3, E1
- TRACÉ LIGNE HTA
- LIMITE DE COMMUNE
- X CENTRE DE L'EOLIENNE



maîtrise d'ouvrage

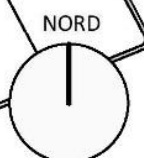
**PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS**

maîtrise d'œuvre

**VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE**

PL 01
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:10000

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.





DOSSIER D' **AUTORISATION UNIQUE**
AU 10.2

PLAN DE MASSE EOLIENNE 1

+++++
legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- PDL 3
- CENTRE DE L'EOLIENNE



+++++
maîtrise d'ouvrage

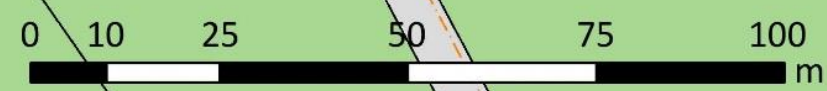
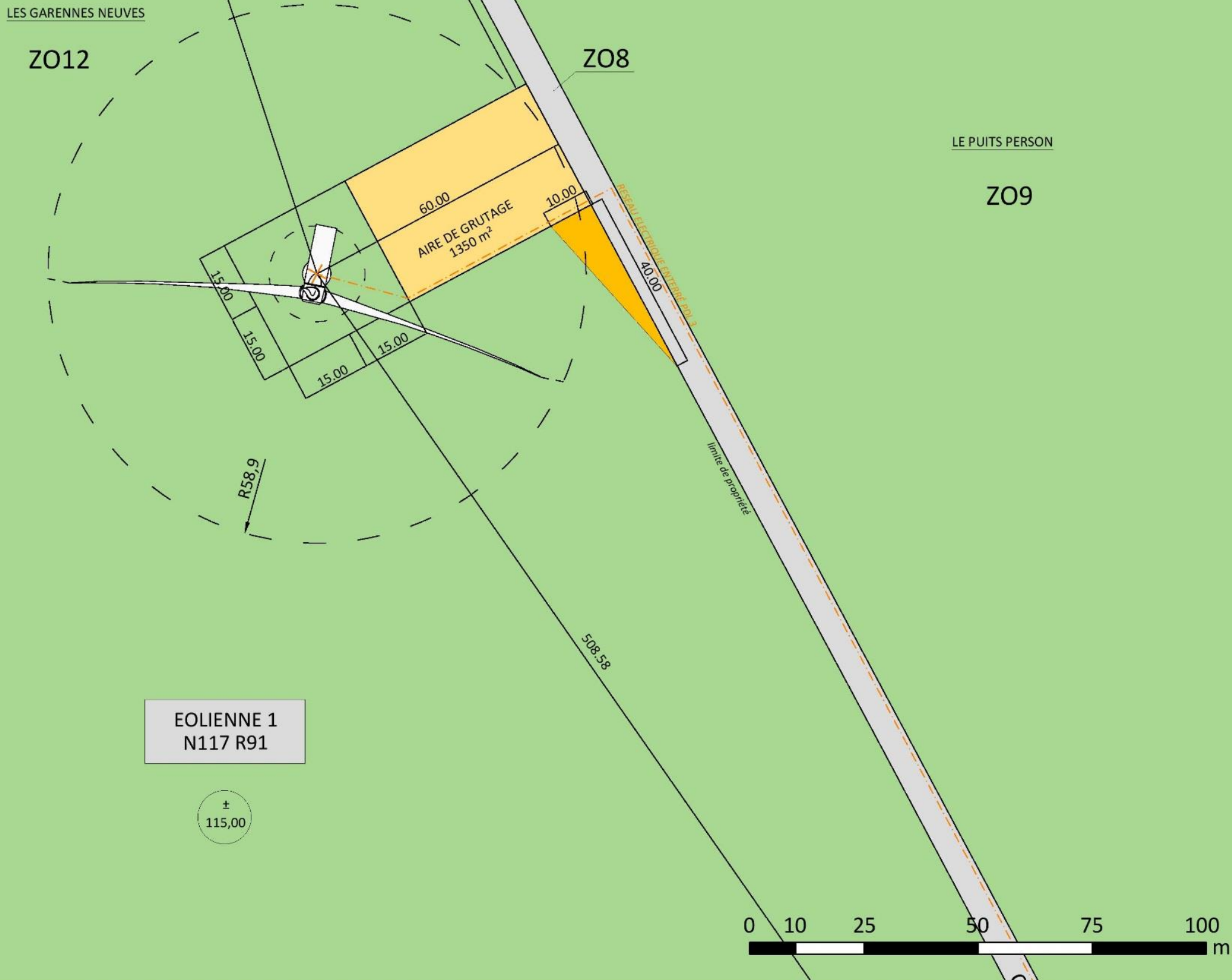
PARC EOLIEN NORDEX XXII SAS

+++++
maîtrise d'œuvre

VIOLA LUCIONI ARCHITECTE

PL 02
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:1000

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.





DOSSIER D'
AUTORISATION UNIQUE
AU 10.2

**PLAN DE MASSE
EOLIENNE 2**

+++++
legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- PDL 1
- X CENTRE DE L'EOLIENNE



+++++
maîtrise d'ouvrage

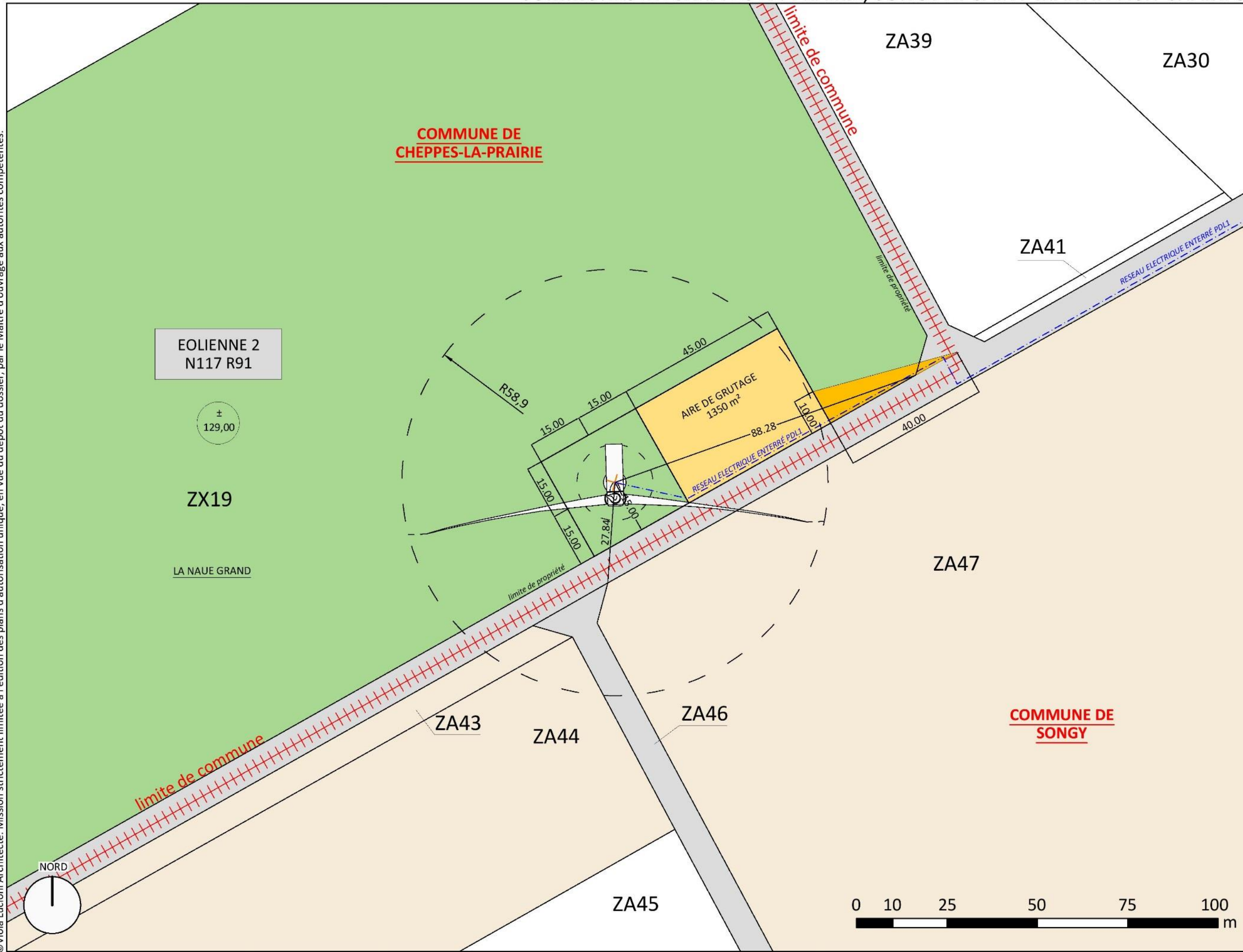
**PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS**

+++++
maîtrise d'œuvre

**VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE**

PL 03
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:1000

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.





DOSSIER D'
AUTORISATION UNIQUE
AU 10.2

**PLAN DE MASSE
EOLIENNE 3**

+++++
legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRE
- PDL 3
- CENTRE DE L'EOLIENNE



+++++
maîtrise d'ouvrage

**PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS**

+++++
maîtrise d'œuvre

**VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE**

PL 04
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:1000

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.





DOSSIER D'
AUTORISATION UNIQUE
AU 10.2

**PLAN DE MASSE
EOLIENNE 4**

legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRE
- PDL 2
- X CENTRE DE L'EOLIENNE



maîtrise d'ouvrage

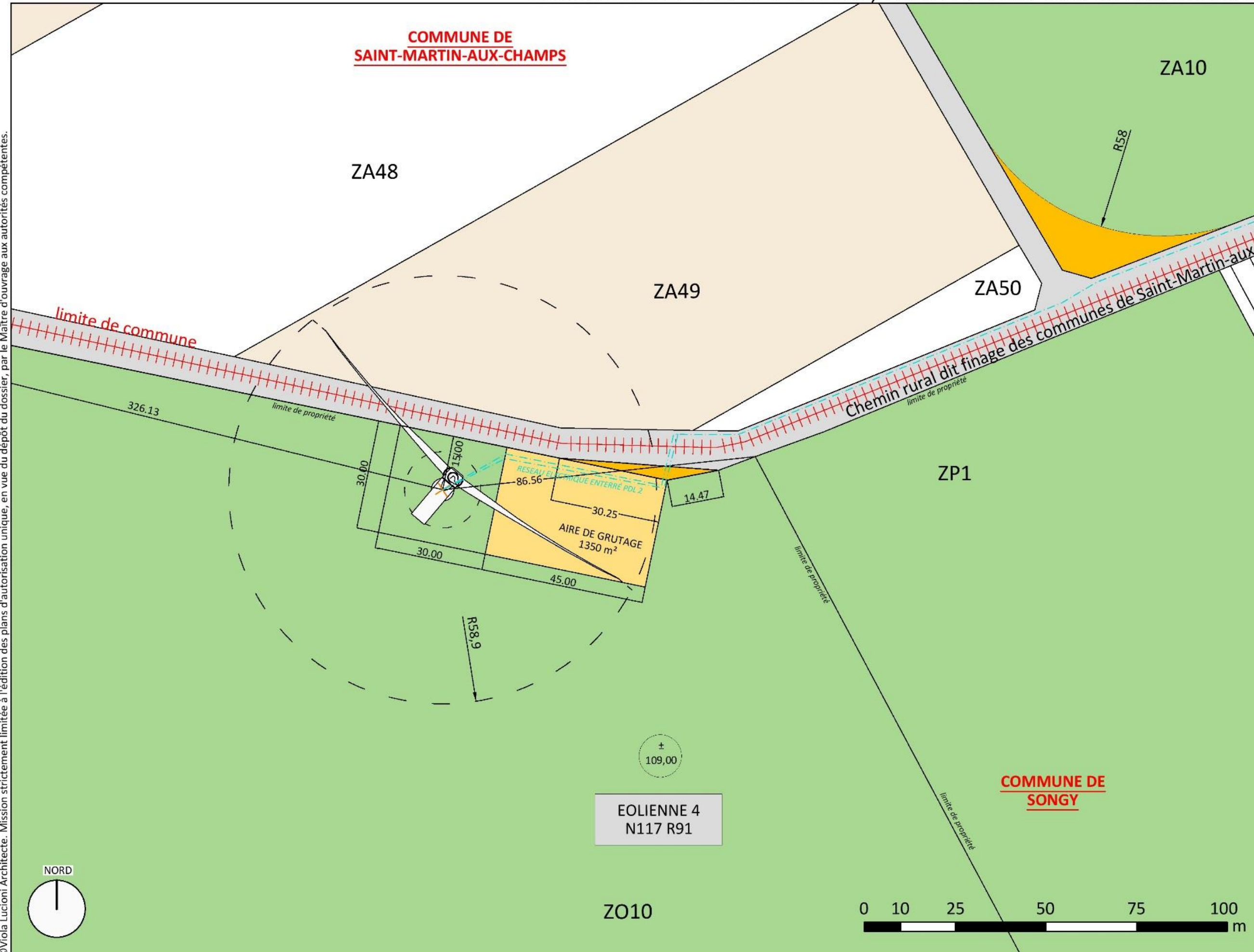
**PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS**

maîtrise d'œuvre

**VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE**

PL 05
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:1000

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.





DOSSIER D' **AUTORISATION UNIQUE**
AU 10.2

PLAN DE MASSE EOLIENNE 5

+++++++
legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- PDL 1
- CENTRE DE L'EOLIENNE



+++++++
maîtrise d'ouvrage

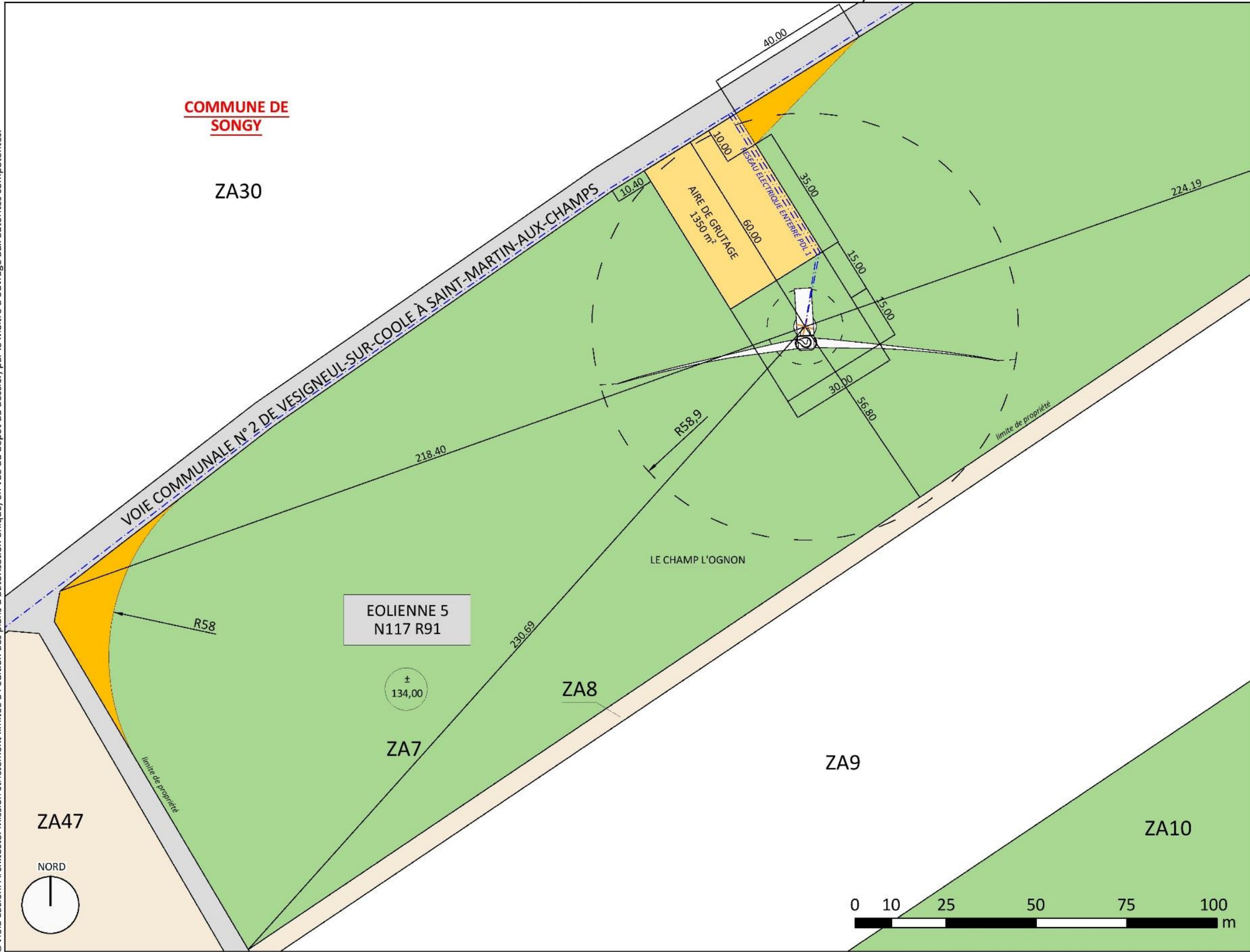
**PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS**

+++++++
maîtrise d'œuvre

**VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE**

PL 06
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:1000

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.





DOSSIER D'
AUTORISATION UNIQUE
AU 10.2

**PLAN DE MASSE
EOLIENNE 6**

legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- PDL 3
- LIMITE DE COMMUNE
- CENTRE DE L'EOLIENNE



maîtrise d'ouvrage

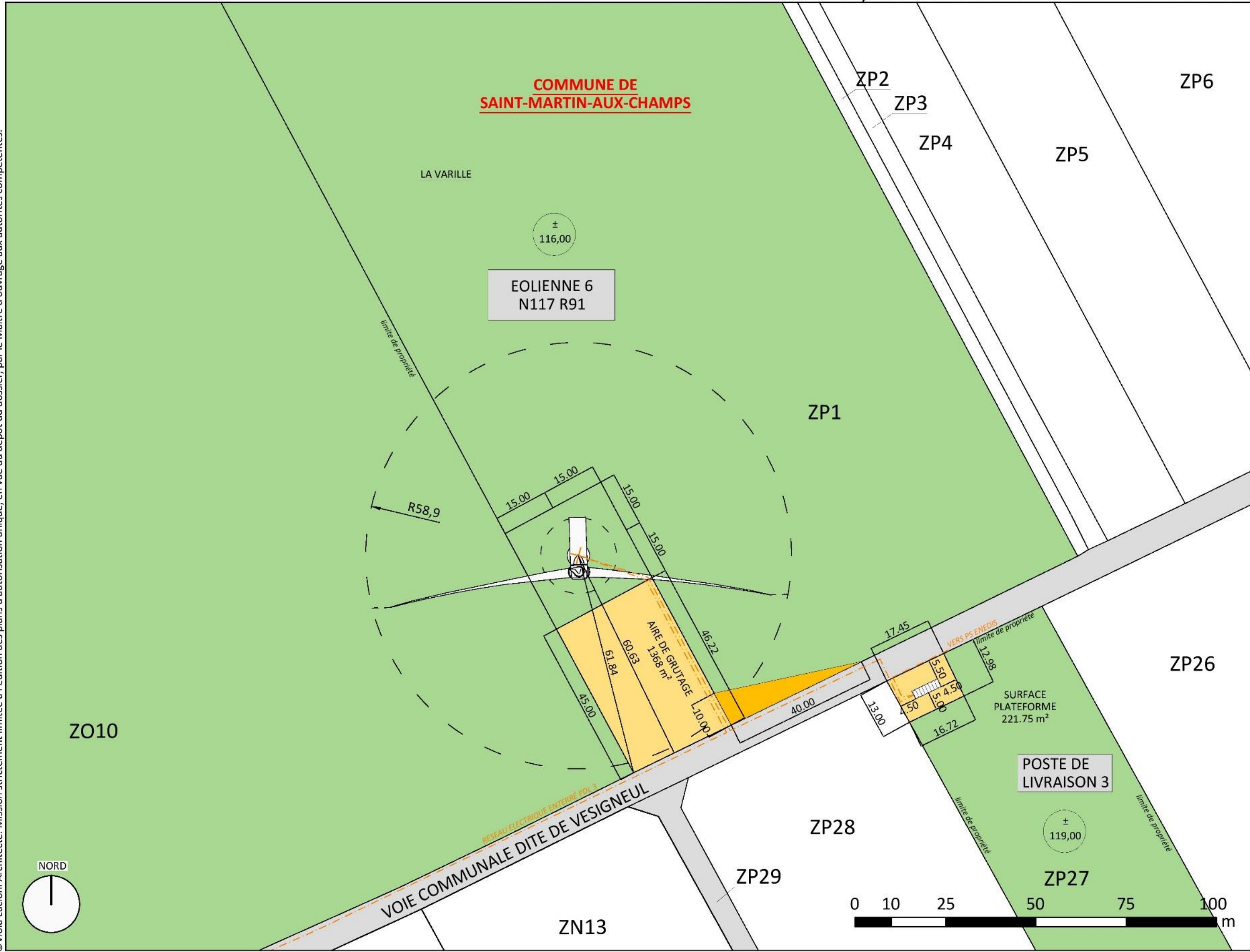
**PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS**

maîtrise d'œuvre

**VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE**

PL 07
DATE 18 | 08 | 2017
A3 // Echelle 1:1000

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.





**PLAN DE MASSE
EOLIENNE 7**

legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- - - PDL 2
- x CENTRE DE L'EOLIENNE



maîtrise d'ouvrage

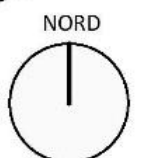
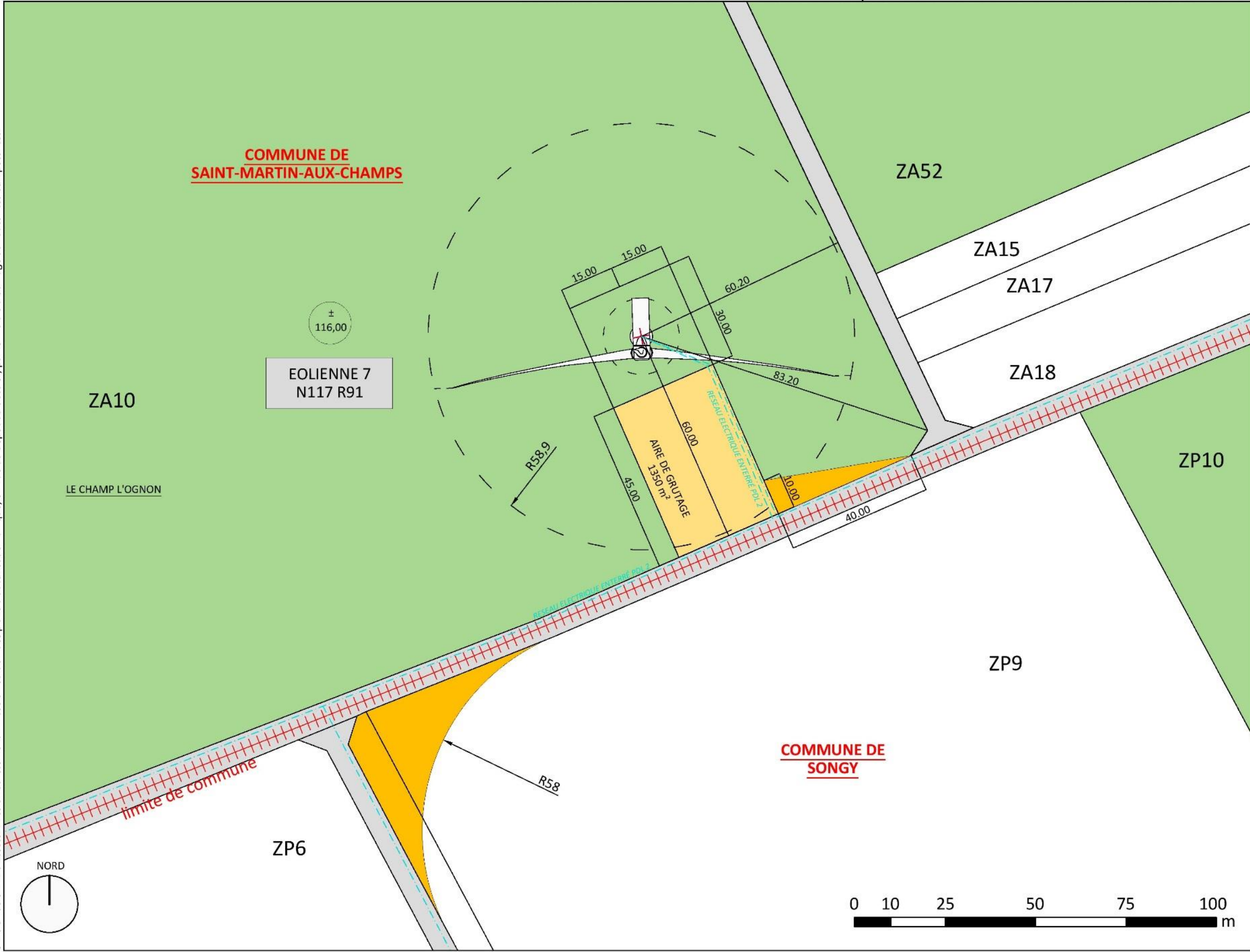
**PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS**

maîtrise d'œuvre

**VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE**

PL 08
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:1000

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.





DOSSIER D' **AUTORISATION UNIQUE**
AU 10.2

PLAN DE MASSE EOLIENNE 8

+++++
legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- PDL 1
- LIMITE DE COMMUNE
- CENTRE DE L'EOLIENNE



+++++
maitrise d'ouvrage

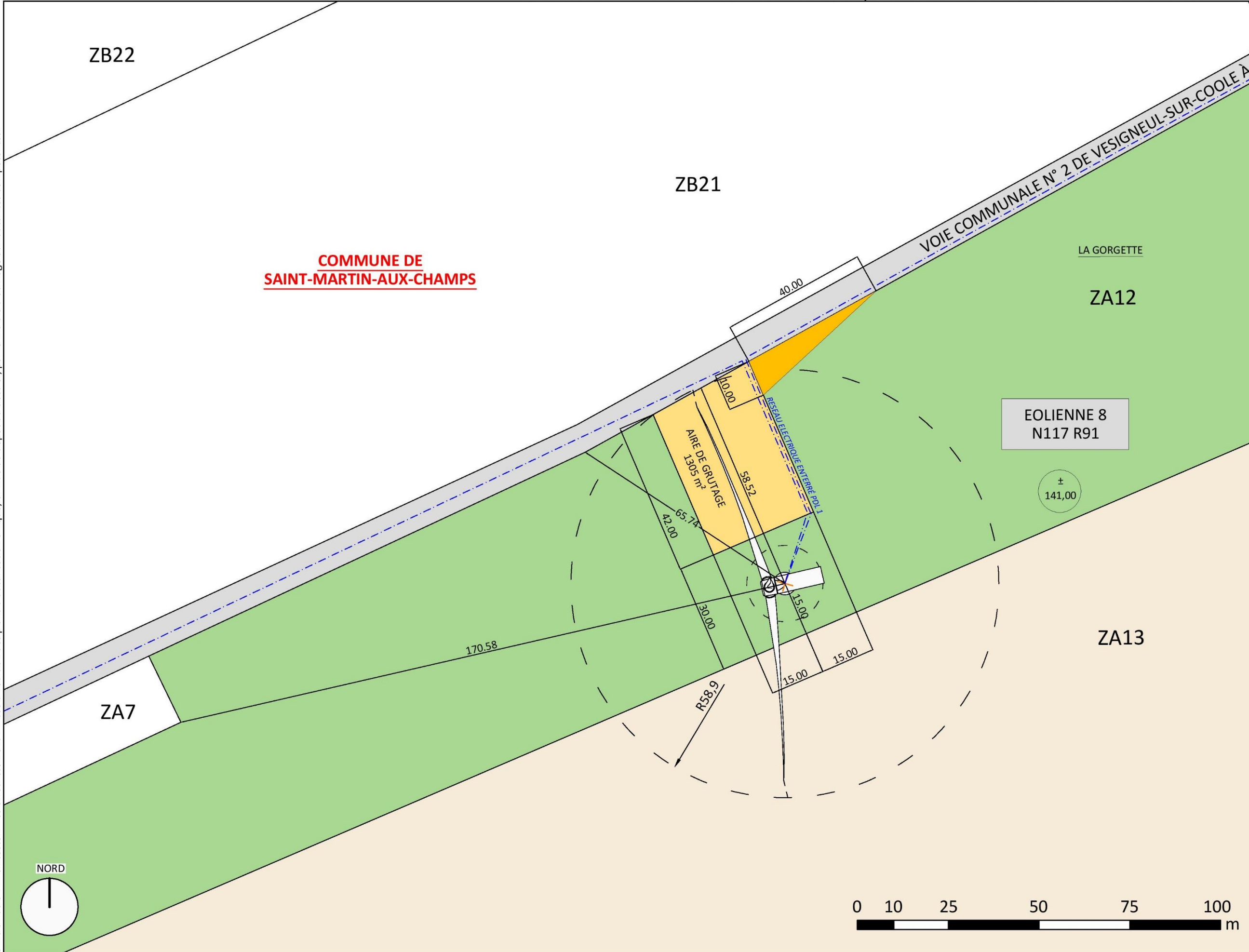
PARC EOLIEN NORDEX XXII SAS

+++++
maitrise d'œuvre

VIOLA LUCIONI ARCHITECTE

PL 09
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:1000

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.



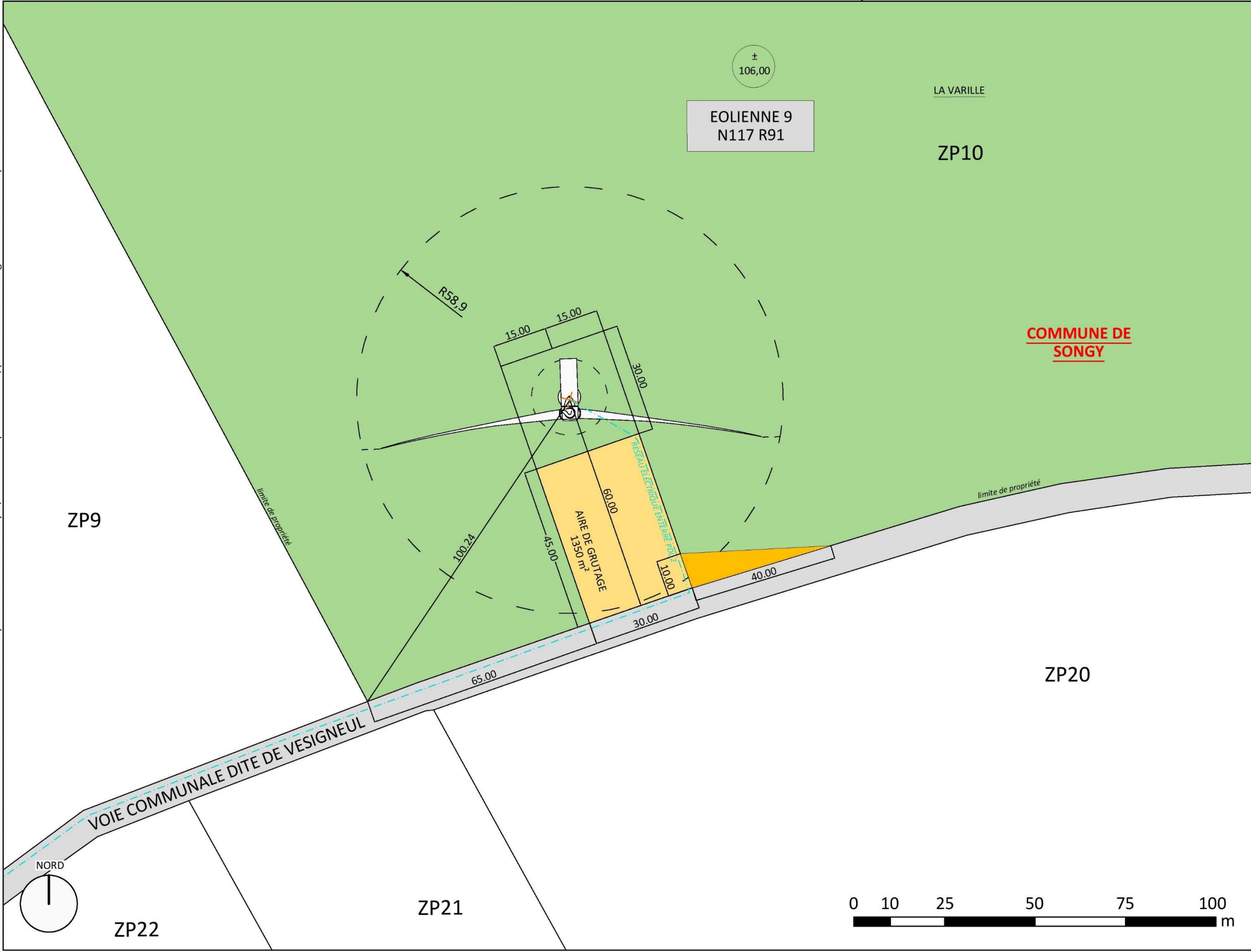


PLAN DE MASSE EOLIENNE 9

+++++
legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- PDL 2
- CENTRE DE L'EOLIENNE

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.



+++++
maîtrise d'ouvrage

PARC EOLIEN NORDEX XXII SAS

+++++
maîtrise d'œuvre

VIOLA LUCIONI ARCHITECTE

PL 10
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:1000



DOSSIER D' **AUTORISATION UNIQUE**
AU 10.2

PLAN DE MASSE EOLIENNE 10

+++++
legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- - - PDL 2
- ✕ CENTRE DE L'EOLIENNE



+++++
maitrise d'ouvrage

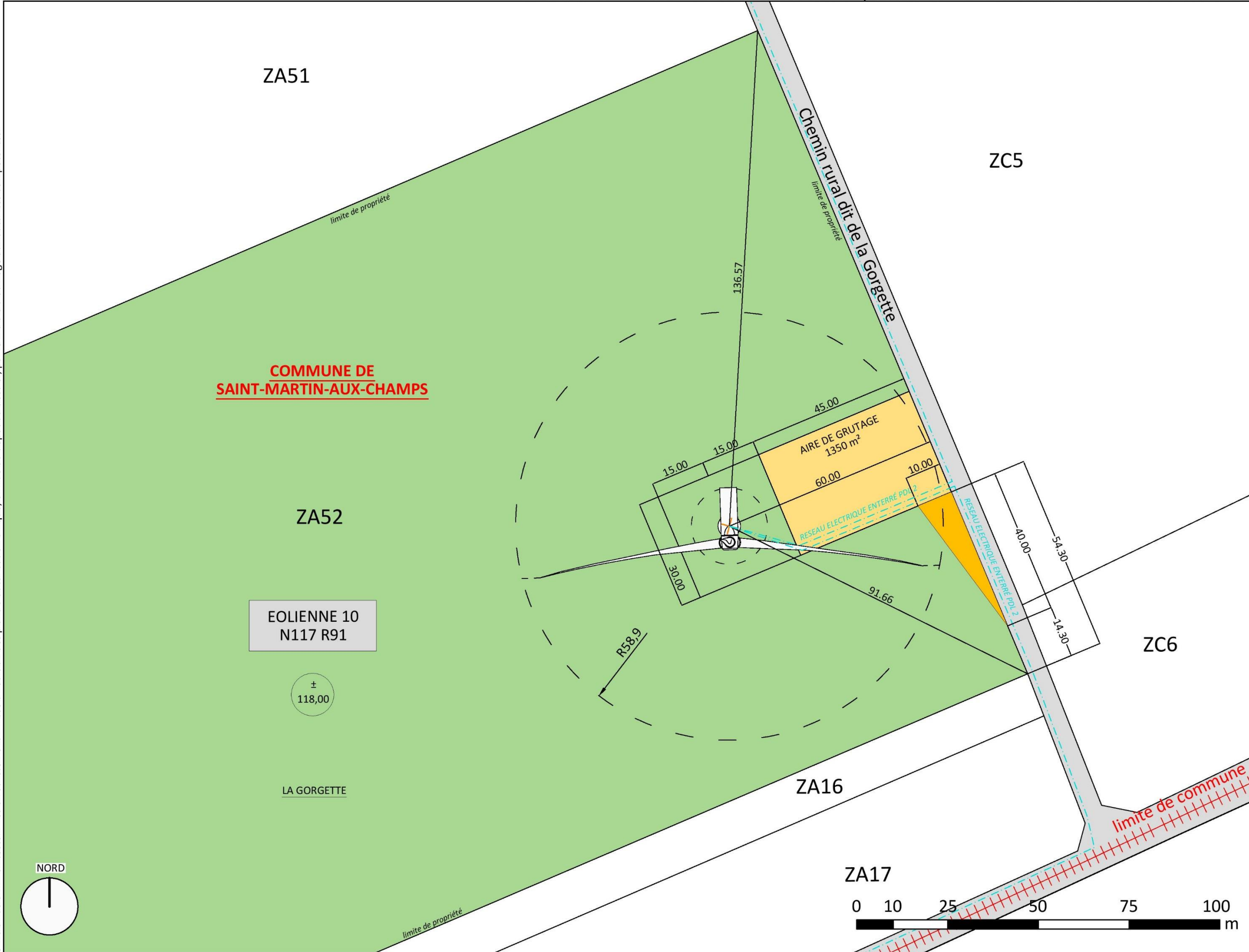
PARC EOLIEN NORDEX XXII SAS

+++++
maitrise d'œuvre

VIOLA LUCIONI ARCHITECTE

PL 11
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:1000

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.





DOSSIER D'
AUTORISATION UNIQUE
AU 10.2

**PLAN DE MASSE
EOLIENNE 11**

+++++
legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- PDL 1
- PDL 2
- CENTRE DE L'EOLIENNE



+++++
maîtrise d'ouvrage

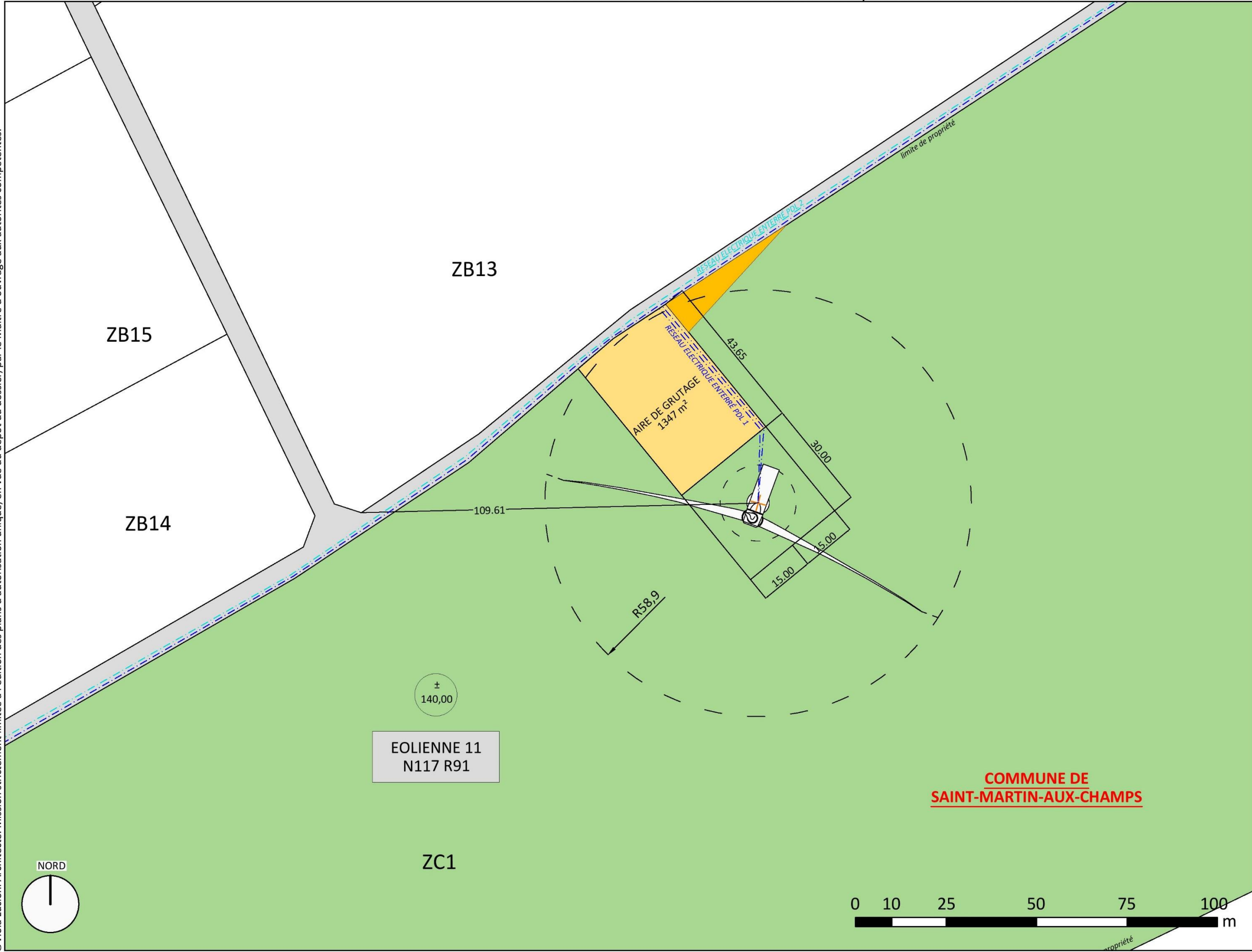
**PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS**

+++++
maîtrise d'œuvre

**VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE**

PL 12
DATE **18|08|2017**
A3 // Echelle **1:1000**

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.





DOSSIER D'
AUTORISATION UNIQUE
AU 10.2

PLAN DE MASSE
POSTES DE
LIVRAISON 1 - 2

+++++
legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- PDL 1
- OPTION VERS POSTE SOURCE ENEDIS DE MAROLLES
- OPTION VERS POSTE SOURCE ENEDIS DE LA CHAUSSÉE
- PDL 2
- OPTION VERS POSTE SOURCE ENEDIS DE MAROLLES
- OPTION VERS POSTE SOURCE ENEDIS DE LA CHAUSSÉE
- X CENTRE DE L'EOLIENNE



+++++
maîtrise d'ouvrage

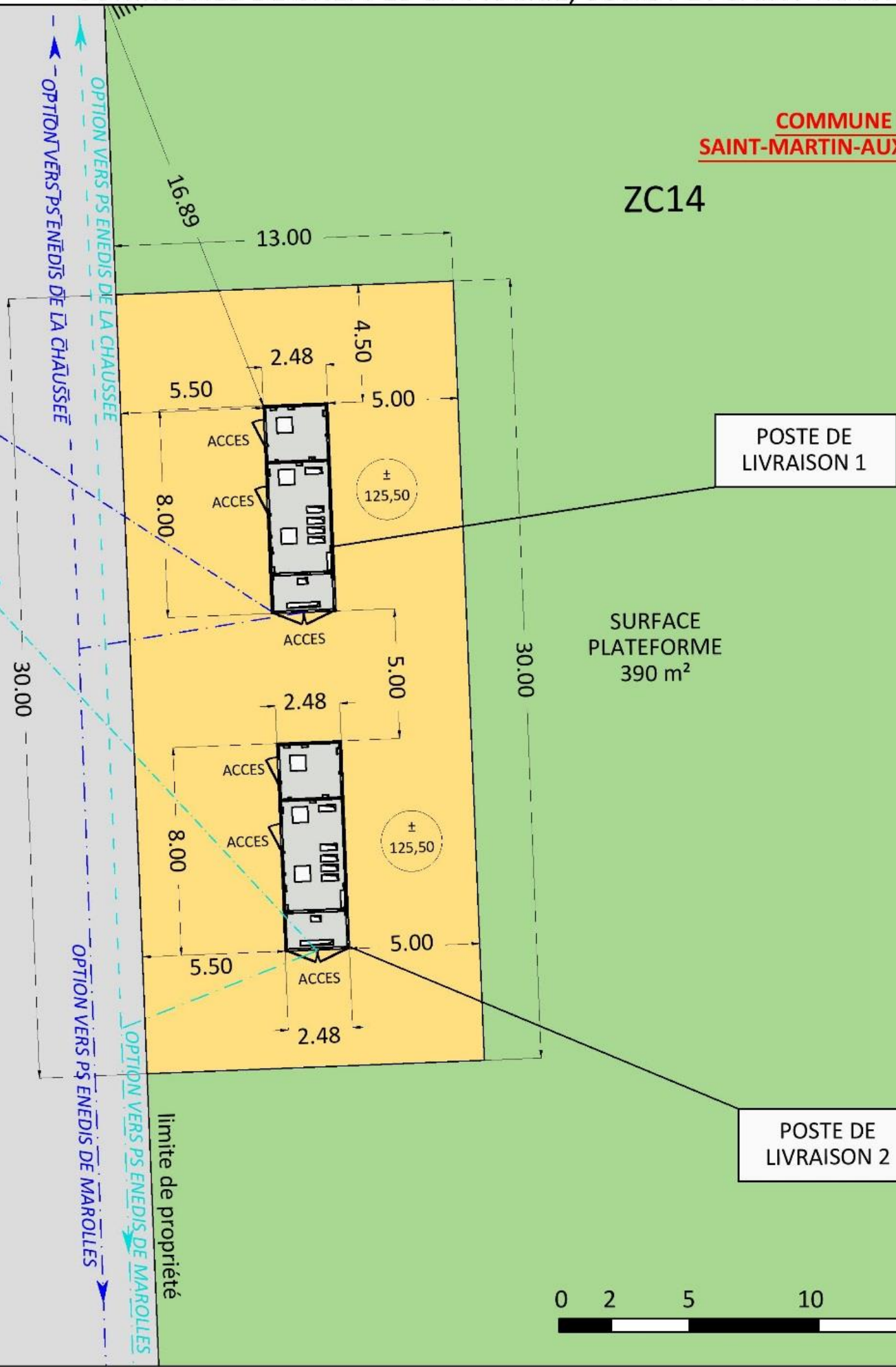
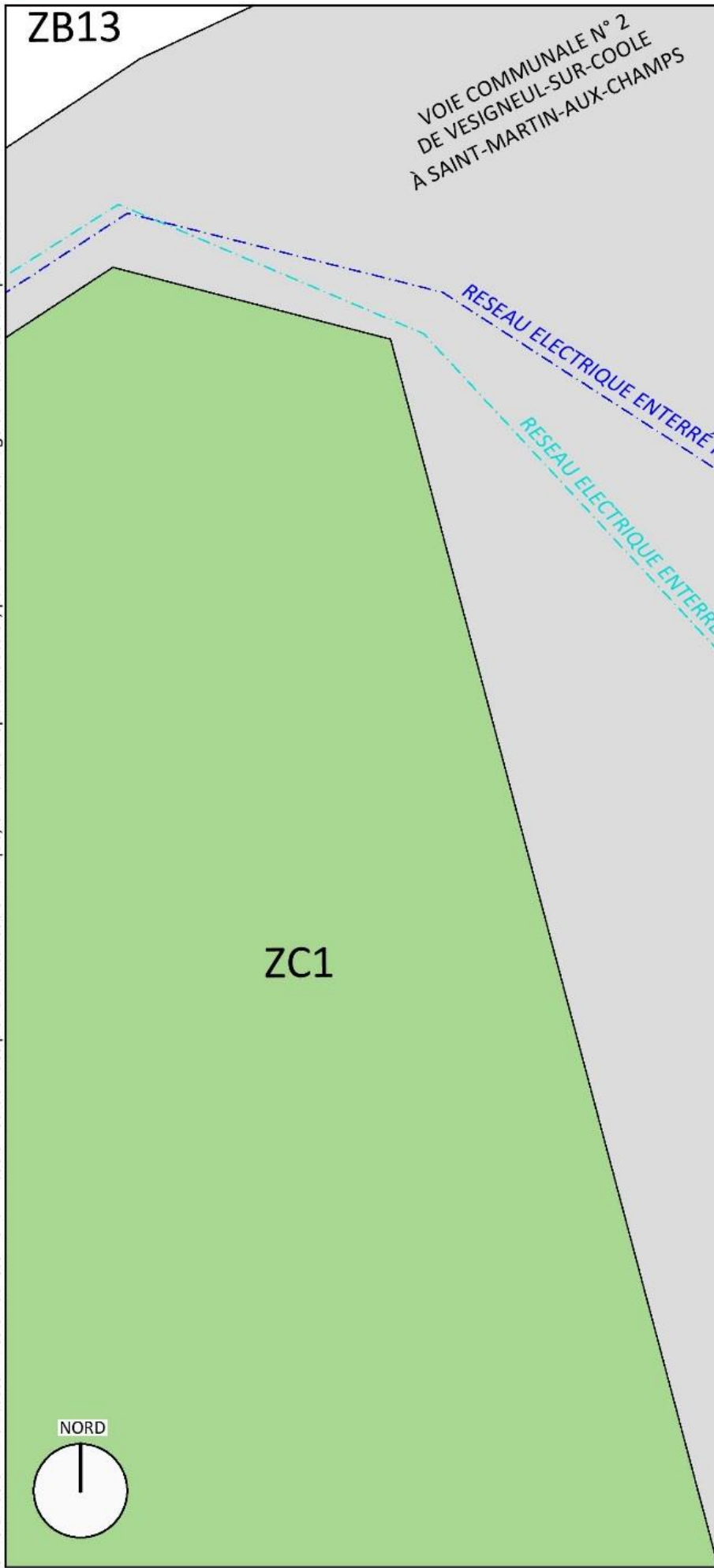
PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS

+++++
maîtrise d'œuvre

VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE

PL 13
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:200

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.





DOSSIER D'
AUTORISATION UNIQUE
AU 10.2

**PLAN DE MASSE
POSTES DE
LIVRAISON 3**

legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- PDL 3
- VERS POSTE SOURCE ENEDIS
- CENTRE DE L'EOLIENNE



maîtrise d'ouvrage

**PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS**

maîtrise d'œuvre

**VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE**

PL 13.2
DATE **18|08|2017**
A3 // Echelle **1:200**

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.

**COMMUNE
DE SONGY**

ZP1

VOIE COMMUNALE DITE DE VESIGNEUL

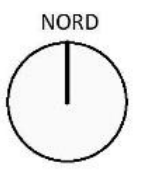
limite de propriété

SURFACE PLATEFORME
221.75 m²

ZP27

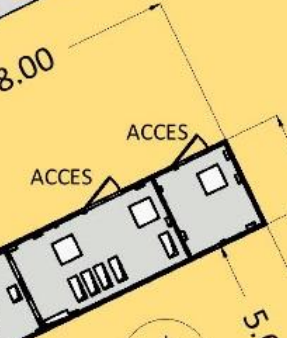
ZP28

POSTE DE
LIVRAISON 3



RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ PDL 3

VERS PS ENEDIS



13.00

17.45

12.98

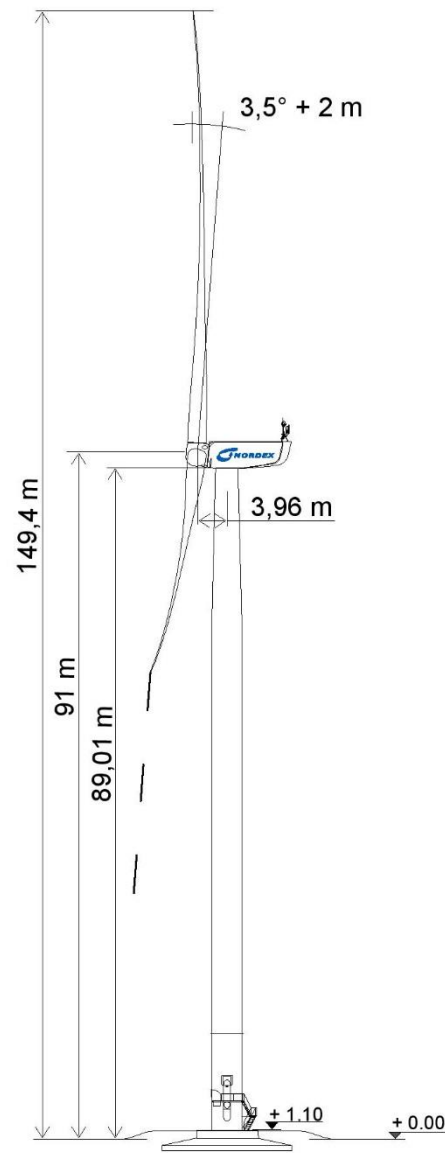
16.72

limite de propriété

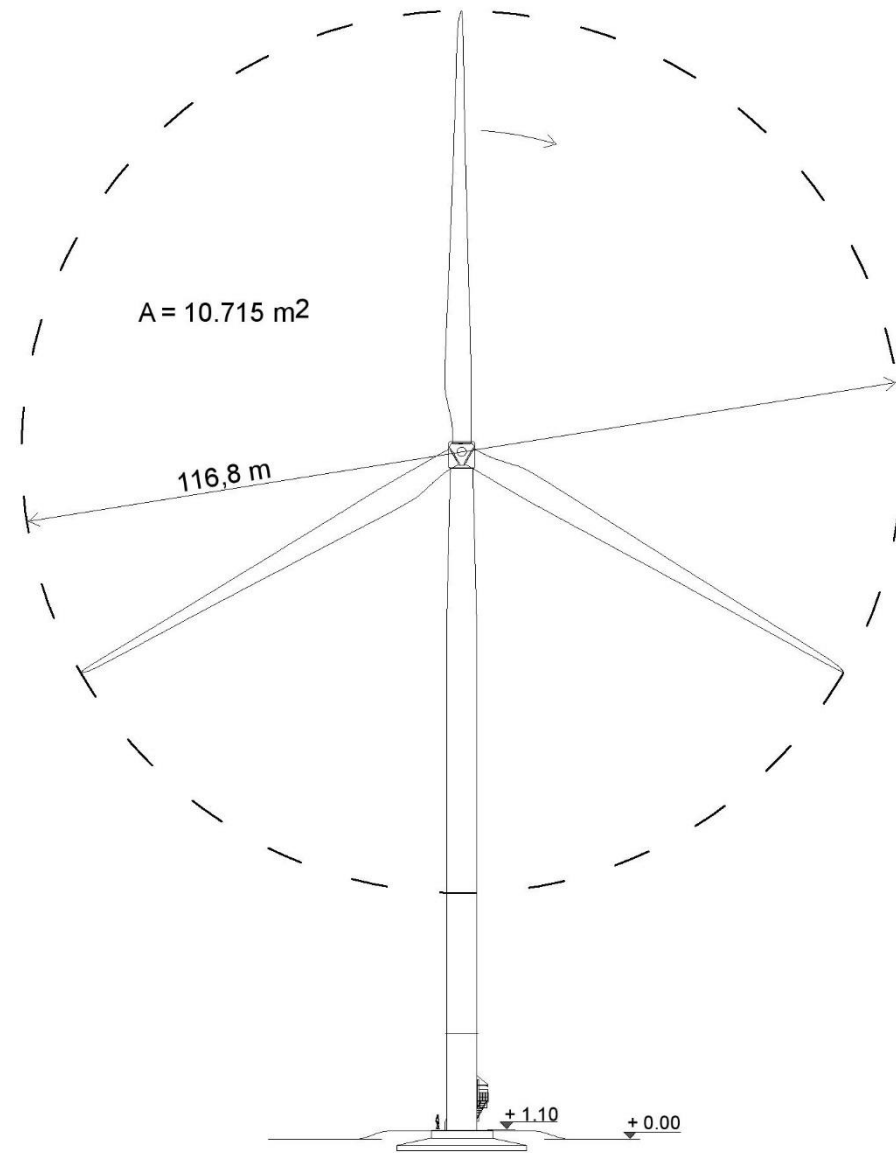


DOSSIER D'
AUTORISATION UNIQUE
AU 10.3

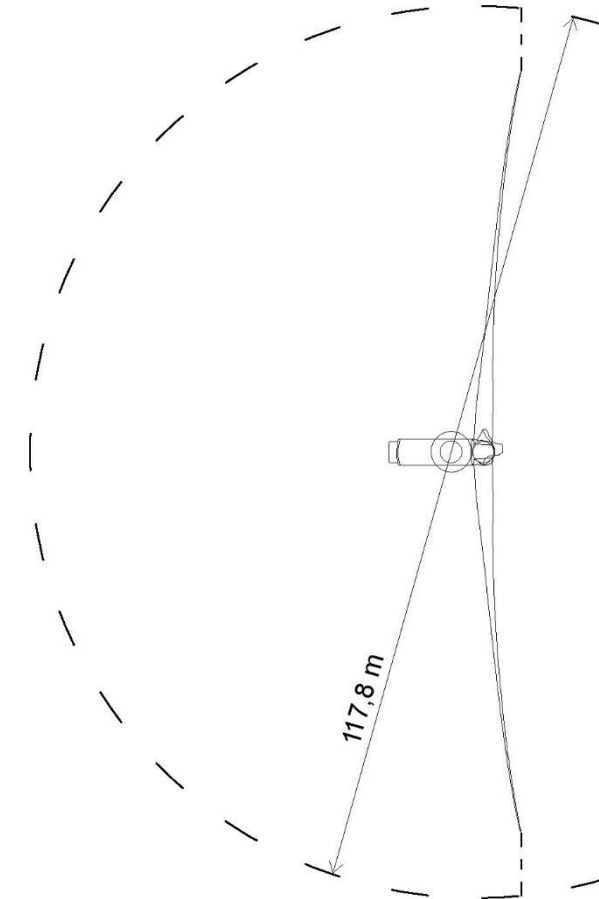
ELEVATION
N117 - R91
+++++
2400 kW



VUE LATÉRALE GAUCHE



VUE FACE



VUE D'AU DESSUS



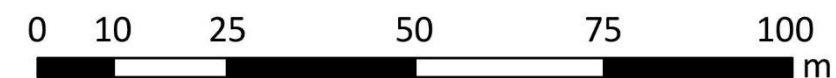
+++++
maîtrise d'ouvrage

PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS

+++++
maîtrise d'œuvre

VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE

PL 14
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:1000





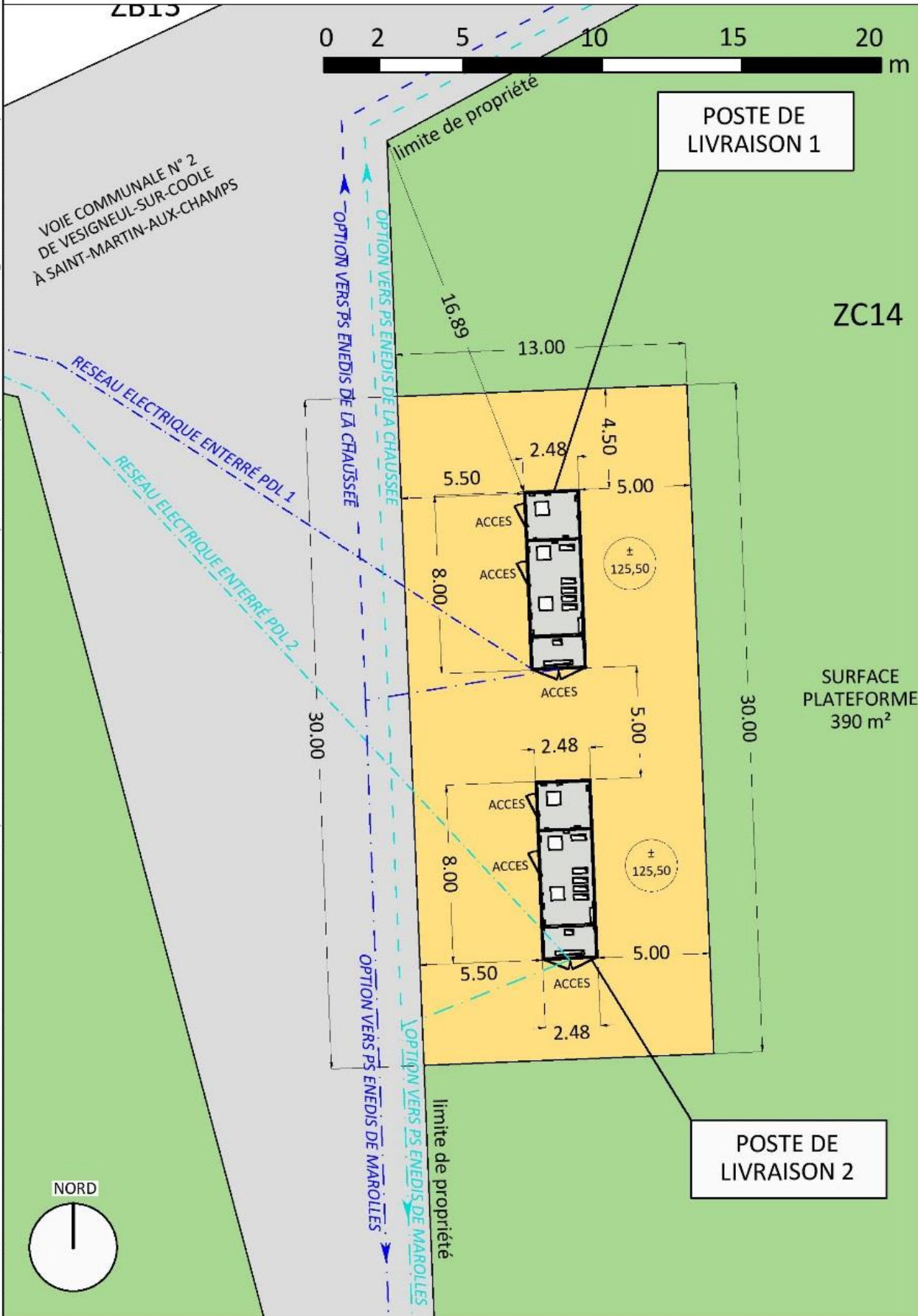
POSTES DE LIVRAISON 1, 2 // PLAN D'IMPLANTATION

ECHELLE 1 : 250

POSTE DE LIVRAISON // SURFACE 19,84 m²

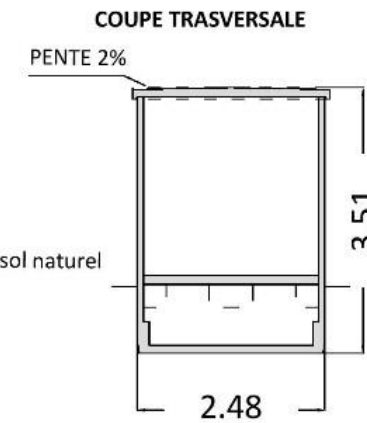
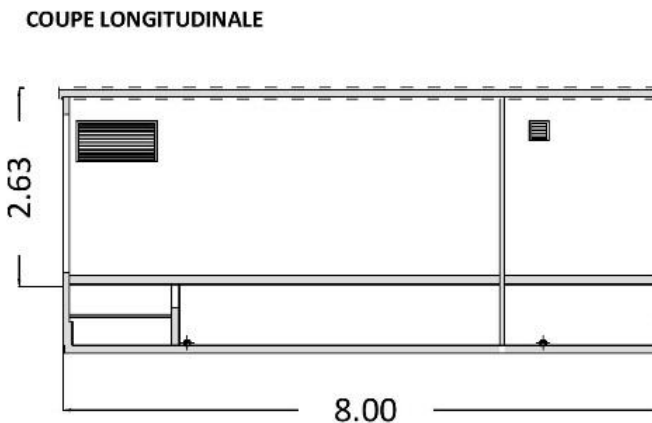
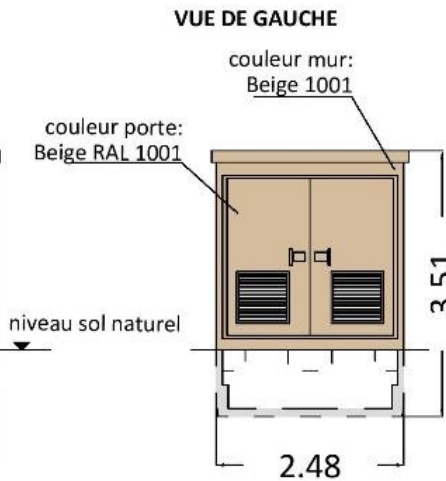
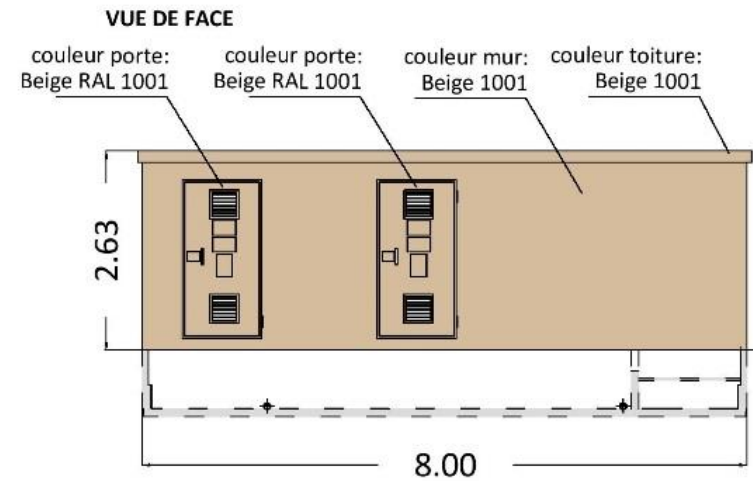
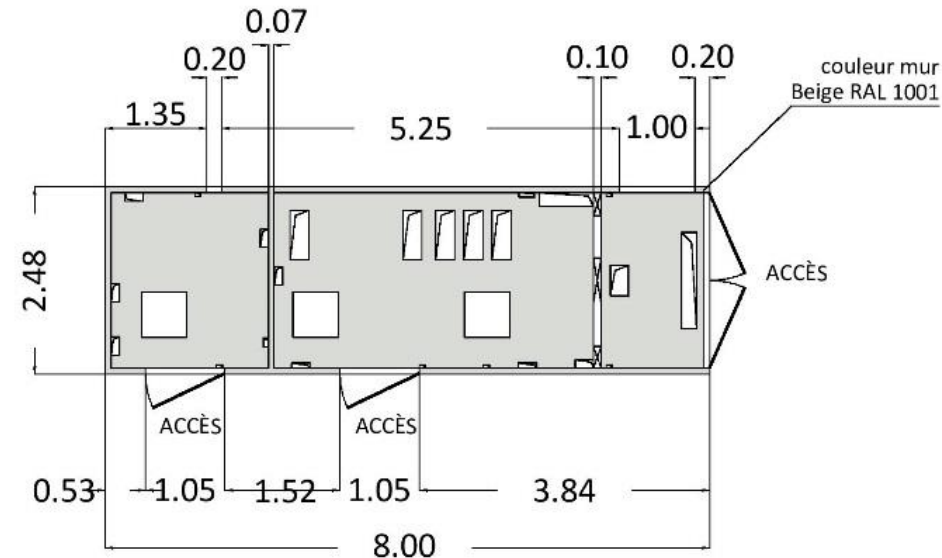
ECHELLE 1 : 100

©Viola Lucioni Architecte. Mission strictement limitée à l'édition des plans d'autorisation unique, en vue du dépôt du dossier, par le Maître d'ouvrage aux autorités compétentes.



Poste de livraison préfabriqué en béton
Peinture de couleur RAL 1001

IMAGES NON CONTRACTUELLES



POSTES DE LIVRAISON 1, 2
+++++
legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRE
- PDL 1
- OPTION VERS POSTE SOURCE ENEDIS DE MAROLLES
- OPTION VERS POSTE SOURCE ENEDIS DE LA CHAUSSEE
- PDL 2
- OPTION VERS POSTE SOURCE ENEDIS DE MAROLLES
- OPTION VERS POSTE SOURCE ENEDIS DE LA CHAUSSEE



+++++
maîtrise d'ouvrage

PARC EOLIEN NORDEX XXII SAS

+++++
maîtrise d'œuvre

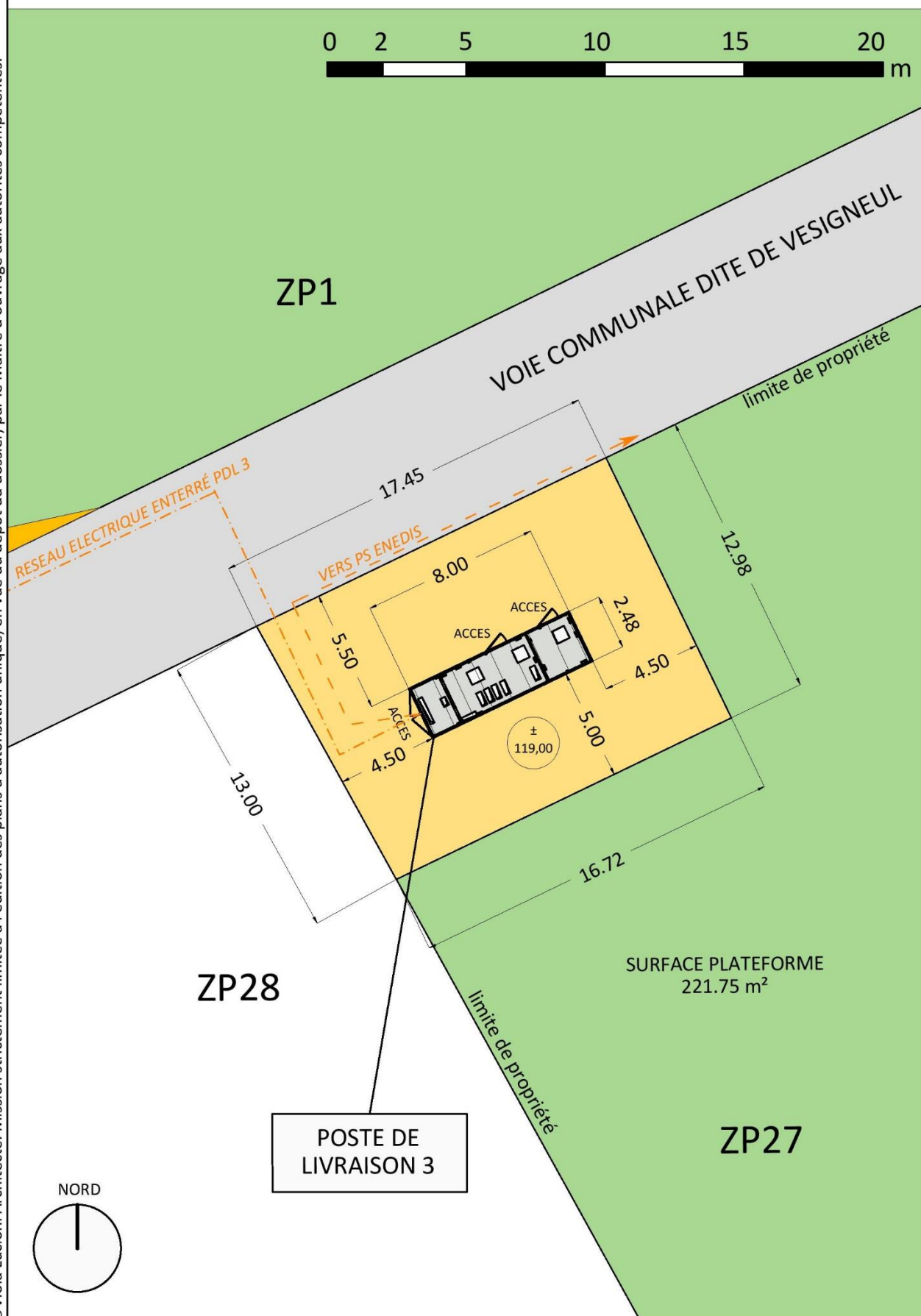
VIOLA LUCIONI ARCHITECTE

PL 15
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:100



POSTES DE LIVRAISON 3 // PLAN D'IMPLANTATION

ECHELLE 1 : 250

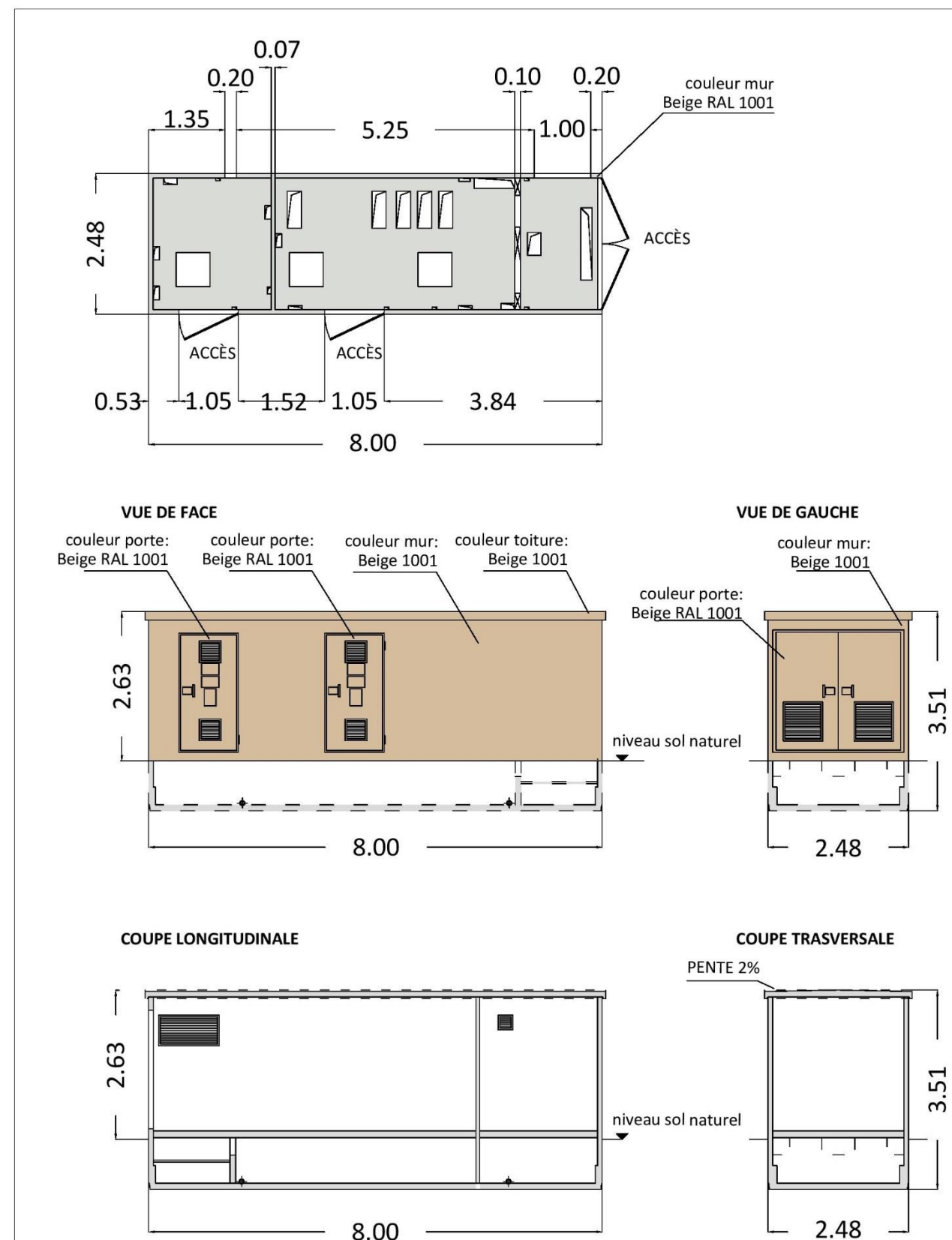


POSTE DE LIVRAISON // SURFACE 19,84 mq

ECHELLE 1 : 100

Poste de livraison préfabriqué en béton
Peinture de couleur RAL 1001

IMAGES NON CONTRACTUELLES



POSTE DE LIVRAISON 3

+++++
legende

- PARCELLE D'ASSIETTE
- PARCELLE AVEC SERVITUDE DE SURVOL
- CAILLOUTIS
- PAN COUPÉ TEMPORAIRE
- TRACÉ PREVISIONNEL DU RESEAU ELECTRIQUE ENTERRÉ
- PDL 3
- VERS POSTE SOURCE ENEDIS



+++++
maîtrise d'ouvrage

PARC EOLIEN NORDEX XXII SAS

+++++
maîtrise d'œuvre

VIOLA LUCIONI ARCHITECTE

PL 15.2
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:100



COUPES DE TERRAIN

+++++
legende

-  EOLIENNE N117R91
-  POSTE DE LIVRAISON



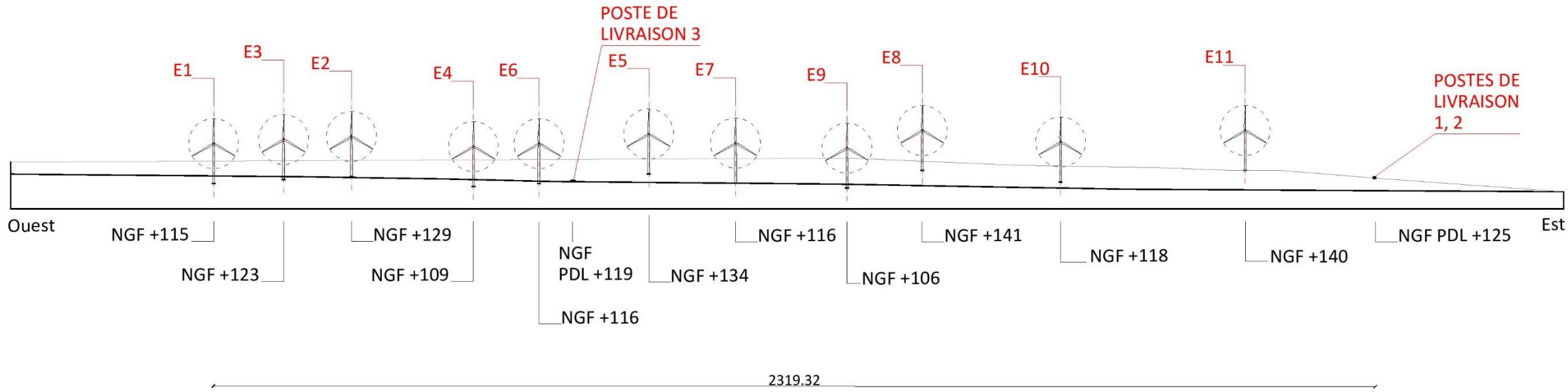
+++++
maitrise d'ouvrage

PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS

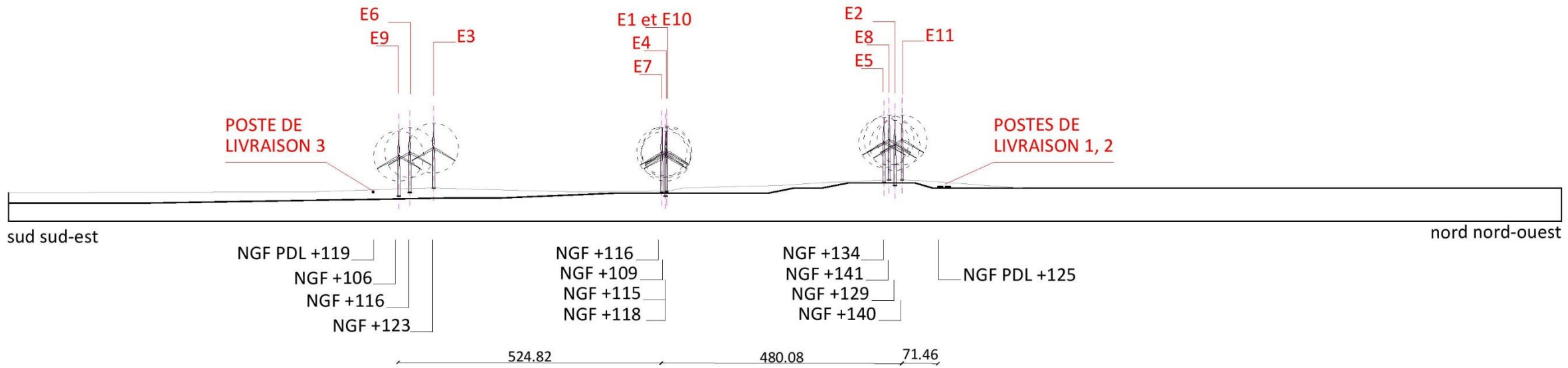
+++++
maitrise d'œuvre

VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE

PL 17
DATE 18|08|2017
A3 // Echelle 1:10000



COUPE DE TERRAIN A - A' OUEST - EST // ECHELLE 1 : 10000



COUPE DE TERRAIN B - B' SUD-NORD // ECHELLE 1 : 10000



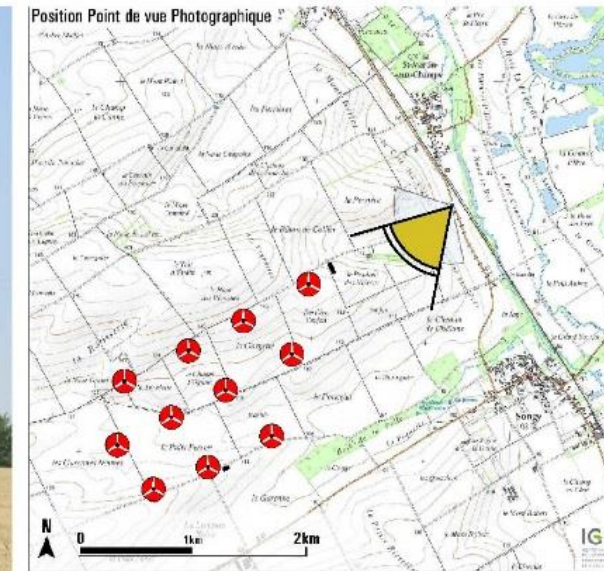


DOSSIER D'
AUTORISATION UNIQUE
AU 10.5

VUE D'INSERTION

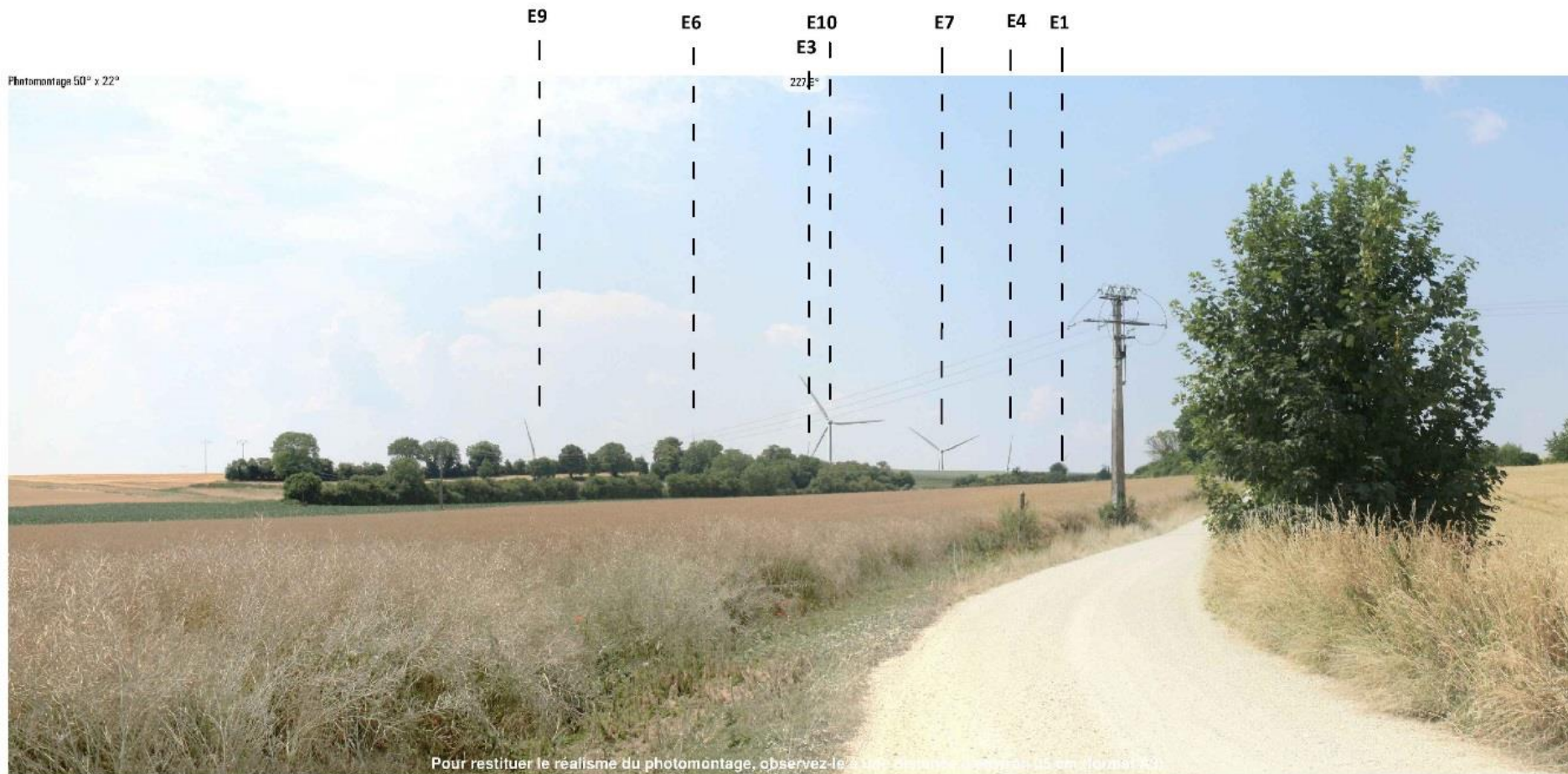
+++++
legende

- EOLIENNE N 117
- LIMITE DE COMMUNE
- POSTE DE LIVRAISON
- POINT DE VUE



SITUATION

MAGES NON CONTRACTUELLES
SOURCE : NORDEX FRANCE



VUE D'INSERTION VUE DEPUIS LA ROUTE D2 À SAINT - MARTIN - AUX - CHAMPS



PHOTOGRAPHIE ETAT EXISTANT VUE DEPUIS LA ROUTE D2 À SAINT - MARTIN - AUX - CHAMPS



+++++
maîtrise d'ouvrage

**PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS**

+++++
maîtrise d'œuvre

**VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE**

PL 18
DATE 18|08|2017
A3

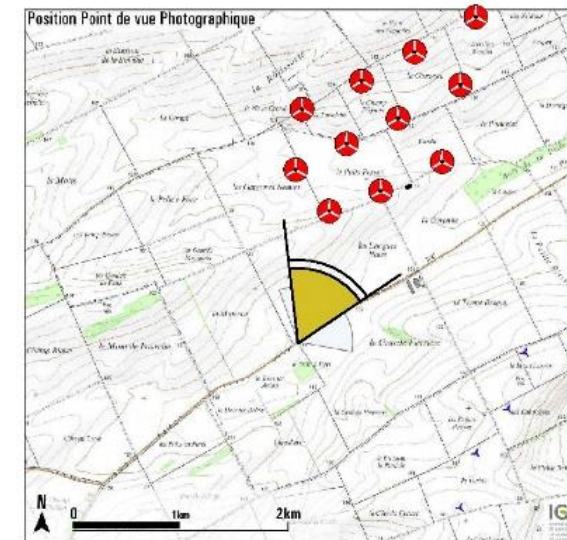


DOSSIER D'
AUTORISATION UNIQUE
AU 10.6

ENVIRONNEMENT PROCHE

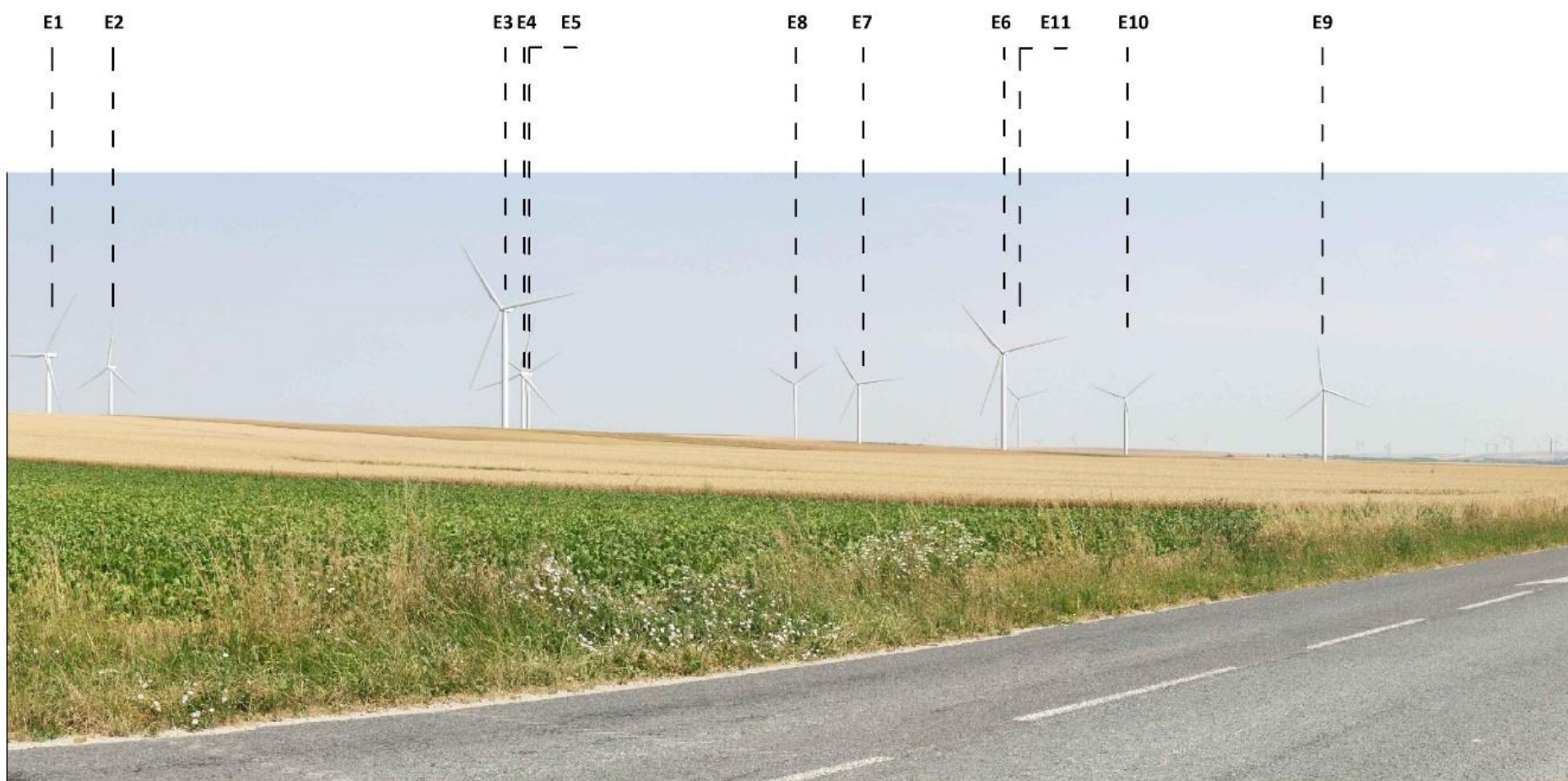
+++++
legende

- EOLIENNE N 117
- LIMITE DE COMMUNE
- POSTE DE LIVRAISON
- POINT DE VUE



SITUATION

IMAGES NON CONTRACTUELLES
SOURCE : NORDEX FRANCE



VUE D'INSERTION // ENVIRONNEMENT PROCHE VUE DEPUIS LA ROUTE D81 DE COOLE À SONGY



PHOTOGRAPHIE ETAT EXISTANT // ENVIRONNEMENT PROCHE VUE DEPUIS LA ROUTE D81 DE COOLE À SONGY



+++++
maîtrise d'ouvrage

**PARC EOLIEN
NORDEX XXII SAS**

+++++
maîtrise d'œuvre

**VIOLA LUCIONI
ARCHITECTE**

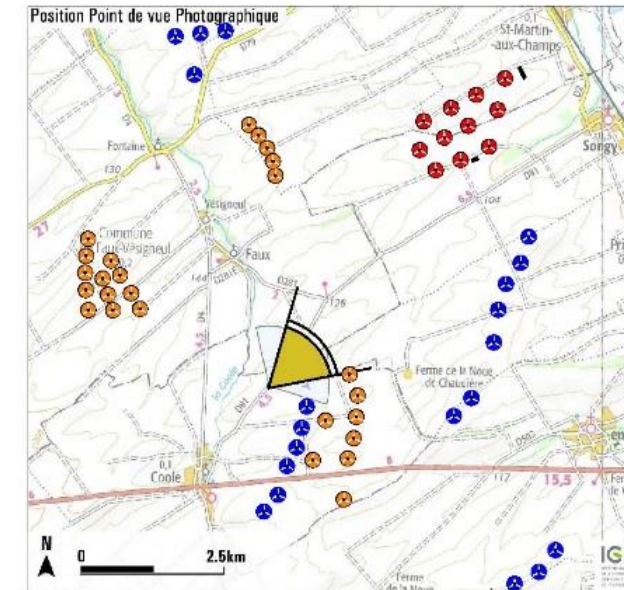
PL 19
DATE 18|08|2017
A3



DOSSIER D' **AUTORISATION UNIQUE**
AU 10.7



VUE D'INSERTION // PAYSAGE LOINTAIN VUE DEPUIS LA ROUTE D81 DE COOLE À SONGY



SITUATION

IMAGES NON CONTRACTUELLES
SOURCE : NORDEX FRANCE

PAYSAGE LOINTAIN

+++++
legende

- EOLIENNE N 117
- EOLIENNE AUTORISÉE
- EOLIENNE EXISTANTE
- LIMITE DE COMMUNE
- POSTE DE LIVRAISON
- POINT DE VUE



PHOTOGRAPHIE ETAT EXISTANT // PAYSAGE LOINTAIN VUE DEPUIS LA ROUTE D81 DE COOLE À SONGY



+++++
maitrise d'ouvrage

PARC EOLIEN NORDEX XXII SAS

+++++
maitrise d'œuvre

VIOLA LUCIONI ARCHITECTE

PL 20
DATE 18 | 108 | 2017
A3

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

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

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

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

TERRAINS NON BATIS

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

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

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

VOIES DE CIRCULATION

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

VOIES DE CIRCULATION AUTOMOBILES

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

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

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

VOIES FERROVIAIRES

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

VOIES NAVIGABLES

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

CHEMINS ET VOIES PIETONNES

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'ACTIVITE

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

ANNEXE 3 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et 2015. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de la trame type de l'étude de dangers.

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	ANNEE DE MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour cartériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-

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

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	ANNEE DE MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	ANNEE DE MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	ANNEE DE MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freysenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-

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

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	ANNEE DE MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Maintenance	06/02/2012	Lehaucourt-Gricourt	Aisne	2	2008	Oui	Lors d'une opération de maintenance dans la nacelle, un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un gravement et l'autre légèrement.	Non précisée	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Chute de pale	18/05/2012	Chemin d'Ablis	Eure-et-Loir	2	2008	Oui	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	Non	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-Vieillespesse	Cantal	2,5	2011	Oui	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	Non	L'incendie s'est déclaré en partie basse de l'éolienne. Les flammes ont ensuite atteint la nacelle.	Non précisée	Base de données ARIA	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	ANNEE DE MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Incendie	17/03/2013	Fère-Champenoise-Euvy-Corroy	Marne	2,5	2011	Oui	L'incendie s'est déclaré dans la nacelle de l'éolienne. L'incendie a entraîné la chute d'une des trois pales.	Non communiquée	Article de presse (FR3 Champagne-Ardenne – 17/03/2013)	-
Maintenance	01/07/2013	Haut-Languedoc	Hérault	1,3	2006	Oui	Un opérateur remplissant un réservoir d'azote sous pression dans une éolienne est blessé par la projection d'un équipement.	Erreur de maintenance	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Maintenance	03/08/2013	Moréac	Morbihan	0,04	2000	Non	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique.	Erreur de maintenance	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Incendie	09/01/2014	Vent de Thiérache 02	Ardennes	2,5	2013	Oui	L'incendie s'est déclaré dans la tour de l'éolienne, au niveau des câbles de puissance puis s'est propagé le long du mât pour atteindre la nacelle qui a pris feu.	Défaillance électrique	Accident sur une éolienne Nordex	-
Chute de pale	20/01/2014	Corbières-Maritimes	Aude	0,660	2000	Non	Une des trois pales de l'éolienne s'est décrochée. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Problème de fixation de la pale.	Base de données ARIA	-

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	ANNEE DE MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Chute de pale	14/11/2014	Sources de la Loire	Ardèche	6,150	2011	Oui	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	Oui	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	Oui	Un feu se déclare dans une éolienne	Défaillance électrique	Base de données ARIA	-
Incendie	06/02/2015	La Tourette	Deux-Sèvres	12	2011	Oui	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'élément de l'éolienne	01/07/2015	NC	Aisne	NC	NC	-	La chute d'un élément d'une éolienne a provoqué une déchirure d'une longueur d'environ 30 cm sur une géomembrane dans une installation de stockage des déchets entraînant une fuite de lixiviats.	Non communiquée	Base de données ARIA	

TYPE D'ACCIDENT	DATE	NOM DU PARC	DEPARTEMENT	PUISSANCE (EN MW)	ANNEE DE MISE EN SERVICE	TECHNOLOGIE RECENTE	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ACCIDENT ET DEGATS	CAUSE PROBABLE DE L'ACCIDENT	SOURCE(S) DE L'INFORMATION	COMMENTAIRE PAR RAPPORT A L'UTILISATION DANS L'ETUDE DE DANGERS
Incendie	24/08/2015	Champ-Besnard	Eure-et-Loir	10	2007	Oui	Le moteur d'une éolienne a pris feu	Non communiquée	Base de données ARIA	
Chute de pale	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	10,5	2007	Oui	Les trois pales et le rotor d'une éolienne sont tombés de leur mât, écrasant dans leur chute un transformateur.	Défaut de conception	Base de données ARIA	-

ANNEXE 4 – SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A LA GLACE (G01 ET G02)

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.

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.

SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 danger. Plusieurs mesures pourront être mises en place (photographie du fond de fouille des fondations pour montrer que la nappe phréatique n'a pas été atteinte, comblement des failles karstiques par des billes d'argile, utilisation de graisses végétales pour les engins, ...).

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.

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.

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.

SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (P01 A P06)

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

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

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

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

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.

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, emballement de l'éolienne

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.

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, ...

ANNEXE 5 – DISPOSITIFS DE SECURITE DES EOLIENNES NORDEX

Les éoliennes Nordex sont équipées de nombreux capteurs permettant une surveillance minutieuse du fonctionnement et la redondance des informations transmises 24h/24. Ceux-ci sont rassemblés dans une commutation en série à câblage fixe appelée chaîne de sécurité. Lorsque l'un de ces équipements de surveillance se déclenche, la chaîne de sécurité est interrompue et l'éolienne s'immobilise immédiatement – ce même sans ordinateur de gestion d'exploitation ni alimentation externe.

Les appareils suivants composent la chaîne de sécurité :

- tous les interrupteurs d'arrêt d'urgence ;
- le déclencheur de surcharge de l'interrupteur principal (déclencheur thermique ou magnétique de l'interrupteur) ;
- un dispositif de protection contre la survitesse ;
- deux capteurs de vibrations (vibrations du mât) ;
- un commutateur de fin de course de torsion de câble.

Le déclenchement de la chaîne de sécurité entraîne un freinage d'urgence de l'éolienne qui immobilise immédiatement le rotor. La procédure de freinage est ainsi renforcée par l'enclenchement du frein du rotor qui exerce en premier lieu un freinage avec un couple nominal simple puis immobilise le rotor après l'arrêt avec un couple nominal double. En outre, l'interrupteur principal se met en position « OFF » (déconnecté), ce qui provoque la séparation du convertisseur ainsi que de la génératrice du réseau.

La chaîne de sécurité ne peut être réenclenchée que sur place. Pour cela il faut cependant préalablement remédier au motif de déclenchement de la chaîne.

Le déclenchement de la chaîne de sécurité en raison de l'interruption de l'alimentation en tension de réseau constitue une exception. Dans ce cas de figure, la commande est en mesure de réenclencher la chaîne de sécurité automatiquement dès que la tension de réseau revient.

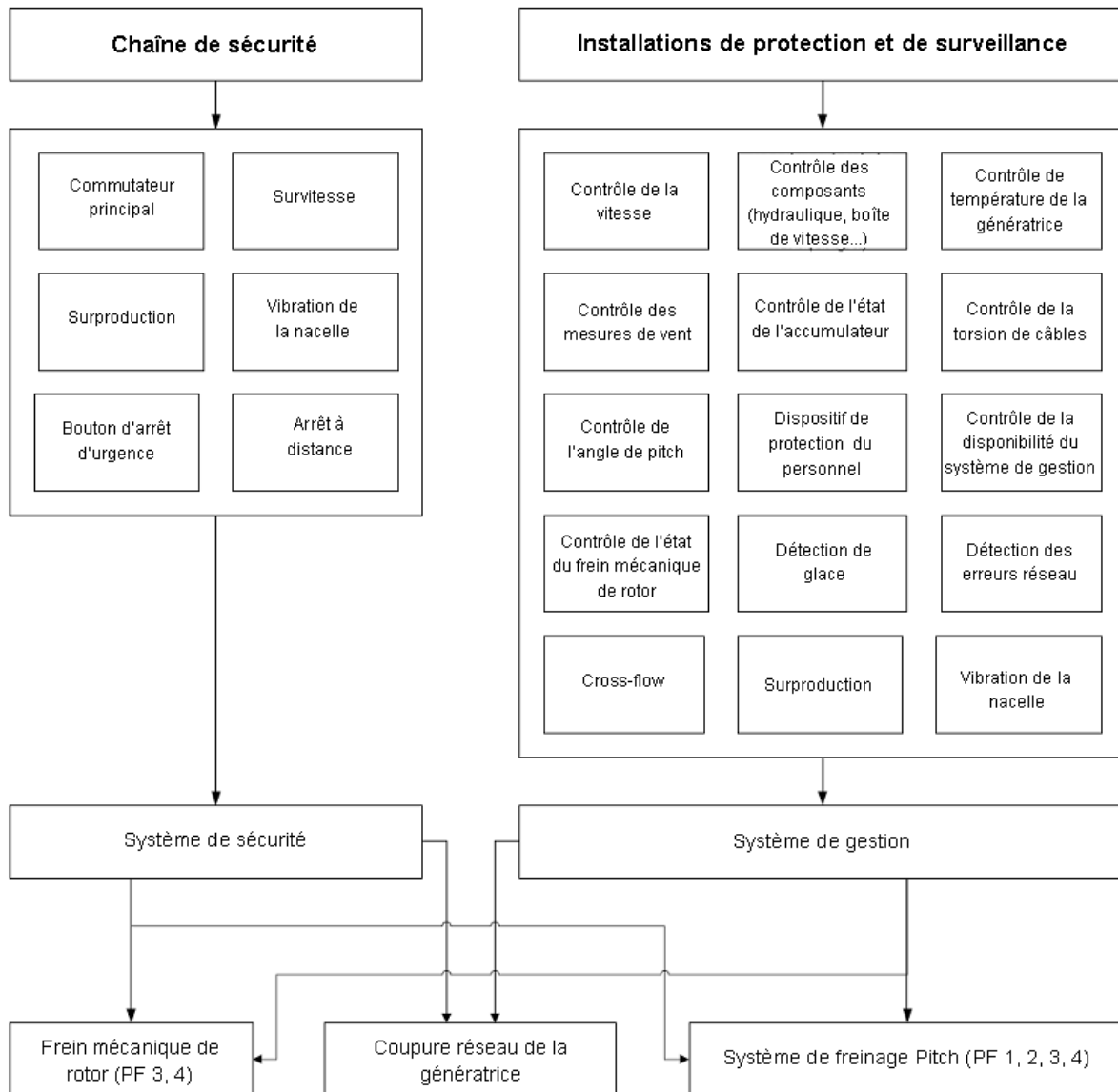


Schéma de principe du fonctionnement des barrières de sécurité (source : NORDEX)

Les données enregistrées par les capteurs et compteurs, ainsi que les alarmes, sont transmises via le système NC2 SCADA au Département Supervision de Nordex en Allemagne. Suivant les droits d'accès qui leur ont été accordés, l'exploitant et les collaborateurs Nordex intervenant sur les éoliennes en exploitation, peuvent également visualiser les données transmises à l'aide de ce système. Ces données sont stockées et appelées une fois toutes les nuits par l'organe de télésurveillance. La commande de l'installation est dotée d'un ASC (système d'alimentation sans coupures) qui permet à l'éolienne d'être arrêtée même en cas de coupure de réseau. Dans ce cas, la communication entre l'éolienne et l'extérieur est maintenue pendant 10 min.

En cas de problème, si une alarme se déclenche, l'éolienne s'arrête automatiquement et peut être soit relancée à distance, soit remise en marche manuellement par un technicien. Après l'arrêt, et pour les besoins de tests de sécurité (frein mécanique, pitch, batteries pitch, anémomètres), un délai d'attente doit être respecté avant de procéder au redémarrage de l'éolienne.

Les programmes de freinage sont de 4 types, enclenchés selon le niveau de criticité des défaillances identifiées par les systèmes de sécurité et de gestion.

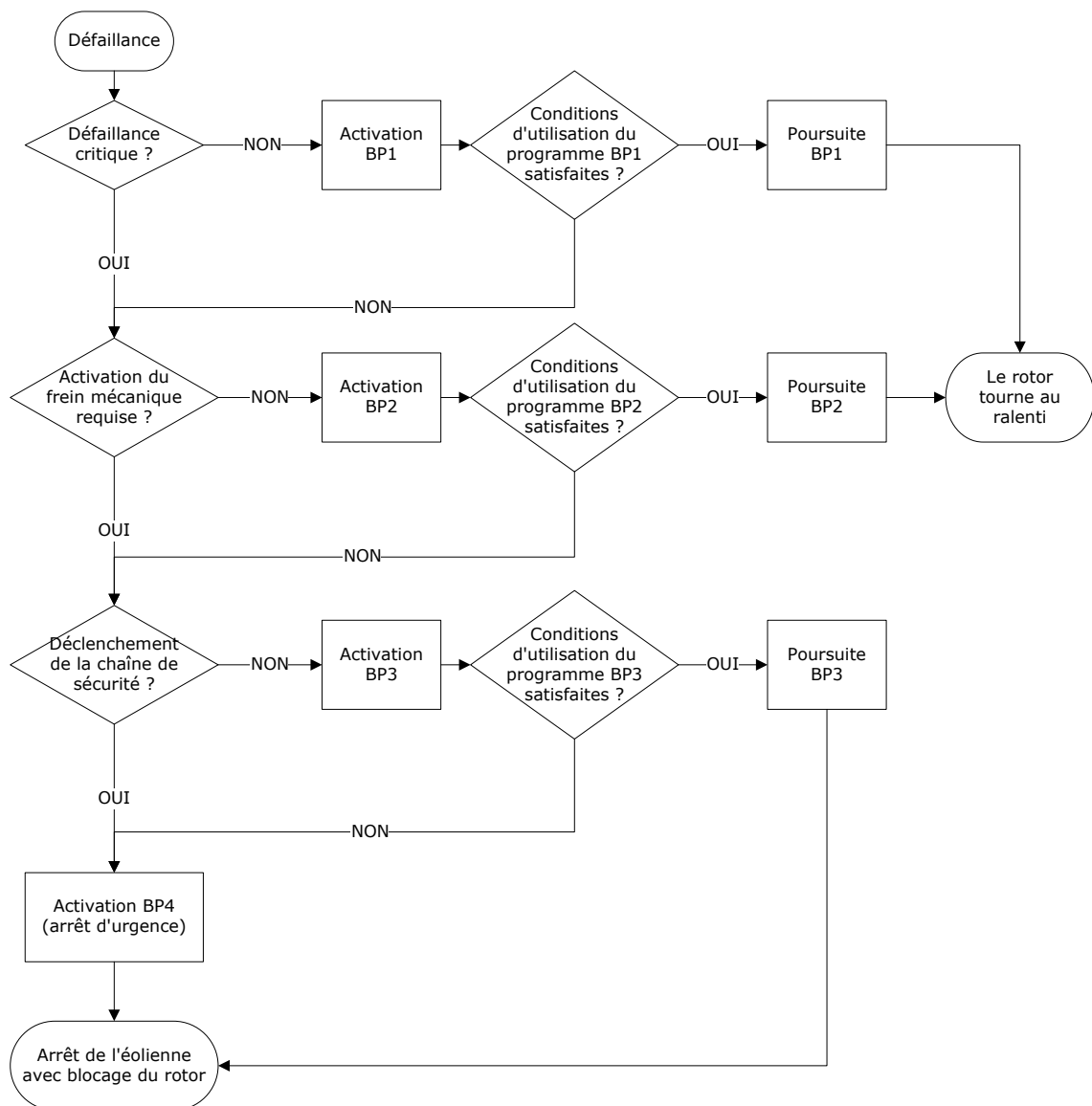


Schéma de principe du fonctionnement des programmes de freinage (source : NORDEX)

FONCTION N°1 : PREVENIR LA MISE EN MOUVEMENT DE L'ÉOLIENNE LORS DE LA FORMATION DE GLACE

Dans certaines conditions météorologiques, les pales peuvent se recouvrir de glace, de givre ou d'une couche de neige. Ceci arrive le plus souvent lorsque l'air est très humide, ou en cas de pluie ou de neige, et à des températures proches de 0 °C. Les dépôts de glace et de givre peuvent réduire le rendement et accroître la sollicitation du matériel (déséquilibre du rotor) et la nuisance sonore. La glace formée peut également présenter un danger pour les personnes et les biens en cas de chute ou de projection.

Pendant de telles conditions climatiques, l'exploitant de l'éolienne doit la surveiller particulièrement. Si un risque de givrage est détecté, l'éolienne doit être arrêtée et sécurisée contre un redémarrage (directive GL).

Pour garantir la sécurité des personnes et des biens, les solutions consistent à installer un système d'alerte au givre, à mettre en place des périmètres de sécurité et/ou à immobiliser les machines en cas de gel sévère.

Mesures de protection contre le givrage : la présence de glace peut être automatiquement détectée par le système de détection de givre de l'éolienne. Ce dernier sert donc à détecter la présence de glace tout en évitant la projection de celle-ci :

Le capteur est installé sur le toit de la nacelle. Il mesure la température et l'humidité relative de l'air ambiant. Si les conditions dépassent certaines valeurs limites fixées d'avance par le service de météorologie, l'installation est arrêtée par l'ordinateur de commande.

Le système contrôle commande procède par ailleurs à un arrêt automatique de l'éolienne si il relève une inadéquation entre la puissance produite et la vitesse du vent.

Les caractéristiques aérodynamiques des pales de rotor sont très sensibles aux modifications des contours et de la rugosité des profils de pale causées par le givre ou la glace. Le système de détection de givre/glace utilise la modification importante des caractéristiques de fonctionnement de l'éolienne (rapport vent/vitesse de rotation/puissance/angle de pale) en cas de formation de givre ou de glace sur les pales du rotor.

Pour cela, une plage de tolérance, déterminée de manière empirique, est définie autour de la courbe de puissance et de la courbe d'angle de pale. Celle-ci se base sur des simulations, des essais et plusieurs années d'expérience sur un grand nombre d'éoliennes de types variés. Si les données de fonctionnement concernant la puissance ou l'angle de pale sont hors de la plage de tolérance, l'éolienne est stoppée.

L'éolienne est sécurisée contre un redémarrage autonome et une chute de glace est donc à exclure.

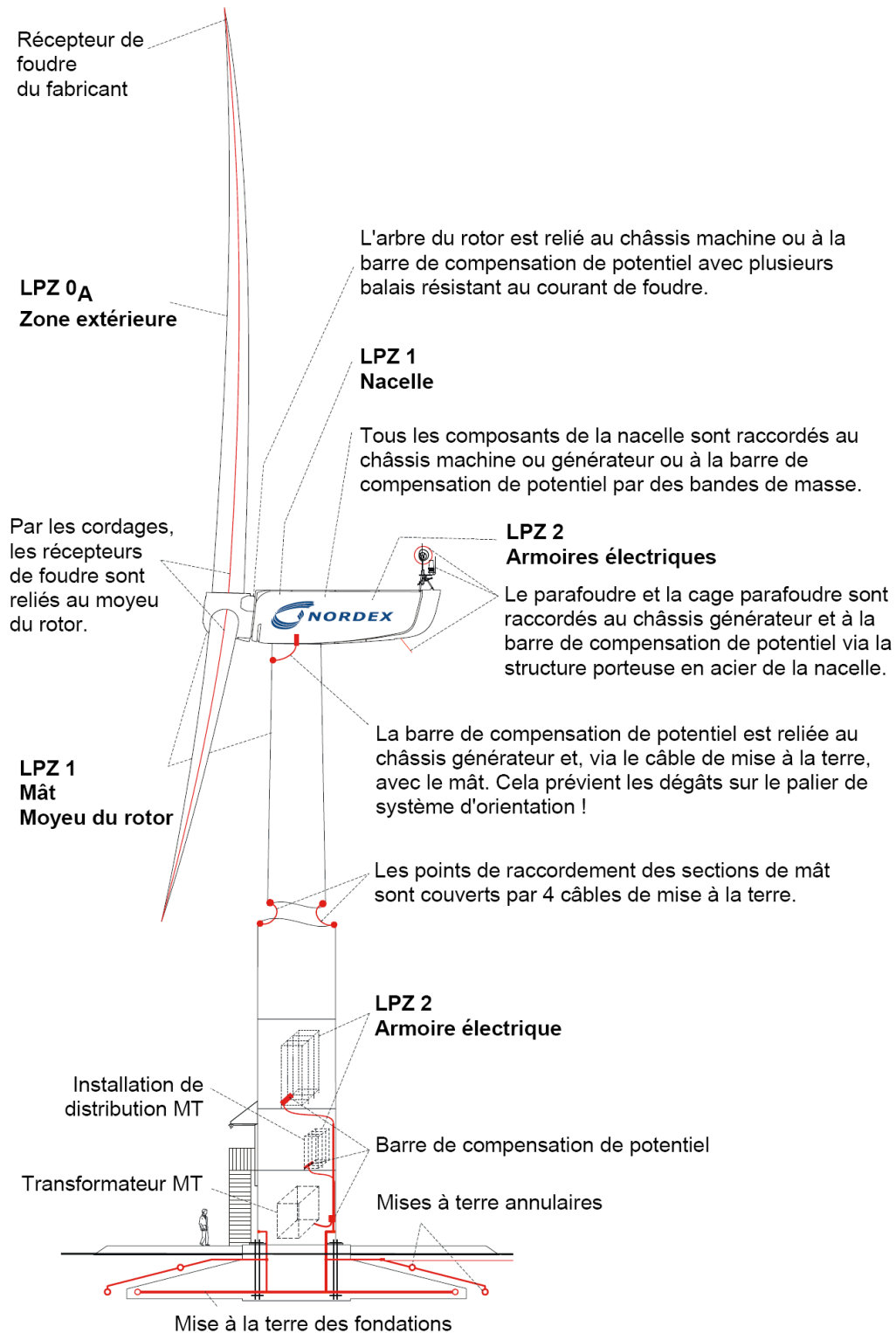
L'arrêt et le redémarrage de l'éolienne sont archivés dans le rapport d'erreurs de la commande et sont par la suite disponibles pour vérifications ultérieures. Après l'arrêt dû à la formation de givre, l'éolienne ne peut être réinitialisée que manuellement et sur place, après avoir procédé au contrôle visuel requis. L'exploitant est ainsi responsable des éventuels dangers encourus.

Les dangers induits par de la glace tombante ou soufflée de l'installation à l'arrêt correspondent à ceux de tous les autres bâtiments ou arbres. Une projection de fragments de glace est exclue par l'arrêt de l'éolienne. Afin d'avertir une éventuelle chute de glace, des panneaux d'information seront mis en place pour informer, essentiellement les agriculteurs, du risque potentiel ; les éoliennes étant en effet implantées dans des parcelles à vocation agricole.

De plus, en cas de détection d'un risque de givrage, l'éolienne est orientée dans une position d'arrêt préalablement paramétrée, afin d'éviter que les pales du rotor se trouvent directement au-dessus de la voirie. La machine demeure dans cette position jusqu'à ce qu'elle soit redémarrée sur site, conformément à la procédure de redémarrage suite à arrêt sur détection de givre

FONCTION N°6 : PREVENIR LES EFFETS DE LA Foudre

La protection contre la foudre et les surtensions des installations correspond au concept de zones de protection contre la foudre et est conforme à la norme IEC 61400-24. Le dessin de vue d'ensemble ci-après présente les mesures de protection contre la foudre correspondantes.



Dessin de vue d'ensemble des dispositifs de protection parafoudre dans l'éolienne (source : NORDEX)

FONCTION N°7 : PROTECTION ET INTERVENTION INCENDIE

Les éoliennes sont principalement élaborées en matériaux non inflammables. La plupart des composants de l'éolienne sont surtout en métal. Ceci concerne le mât, le châssis machine, les arbres, le multiplicateur, l'agrégat hydraulique, le frein, la génératrice, les accouplements, les entraînements etc. Les fondations de l'éolienne sont

quant à elles en béton armé. Le transformateur à sec, ne contenant pas d'huile de refroidissement, est placé sur les fondations du mât.

Les composants inflammables sont donc essentiellement :

- les pales du rotor et cabine, fabriqués en matière plastique renforcée de fibres de verre ;
- les câbles et petites pièces électriques ;
- les huiles de mécanique, de transformateur et hydraulique (combustibles, mais non inflammables) ;
- les tuyaux et autres petites pièces en matière plastique ;
- les accumulateurs.

Les points d'incendie possibles résultent des emplacements où se trouvent les composants mentionnés plus haut.

Mesures d'entretien : les éoliennes sont visitées régulièrement, deux fois par an, pour des travaux d'entretien et de contrôle. Les techniciens de service sont tenus de prendre toutes les mesures nécessaires pour prévenir les incendies. Tous ces travaux sont uniquement confiés à du personnel dûment formé qui connaît tant les consignes de sécurité des manuels que les équipements correspondants. Les manuels correspondant contiennent des consignes détaillées à ce propos.

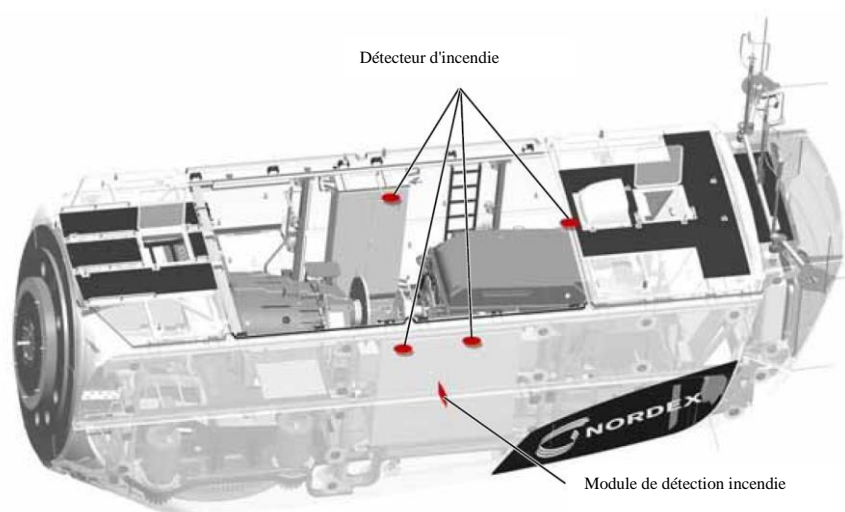
La protection contre la foudre et les surtensions correspond au concept des zones de protection contre la foudre et est conforme à la norme EN 61400-24. Les éclairs sont ainsi conduits dans le sol. Un coup de foudre peut, dans une très large mesure, être exclu comme cause d'incendie.

Détection des incendies : un système de détection incendie composé de plusieurs capteurs installés dans la nacelle, mesure la température et la fumée afin de signaler tout incendie. Ce système est uniquement conçu pour être utilisé dans la nacelle et les zones définies.

Les quatre zones définies sont les suivantes :

- les topbox I (armoire d'agrégat) ;
- les topbox II (armoire de commande) ;
- l'armoire du transformateur ;
- la nacelle.

Les détecteurs d'incendie sont fixés dans la partie supérieure des armoires électriques ou sur le toit de la cabine. Le système de détection incendie se déclenche lorsque le capteur de fumée détecte de la fumée et/ou le capteur de température détecte un dépassement du seuil de température défini. Après déclenchement automatique, un signal est transmis à la gestion d'exploitation. Ce dernier envoie alors immédiatement un message d'alarme à l'organe de télésurveillance et arrête l'éolienne.



Positionnement des détecteurs d'incendie dans la nacelle

Par ailleurs, toute défaillance de composants individuels ou de l'ensemble de l'éolienne est notifiée automatiquement à la télésurveillance.

Dispositifs d'extinction : chaque éolienne est équipée de deux extincteurs portatifs à poudre, installés selon les directives nationales en vigueur : le premier au pied du mât et l'autre dans la nacelle. Ces extincteurs sont destinés à combattre les débuts d'incendie.

ANNEXE 6 – PROBABILITE D’ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

ANNEXE 7 – 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 : Événement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

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

Fonction de sécurité : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

Gravité : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

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

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

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

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

- les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les enjeux potentiels par diminution de la vulnérabilité.

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

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;
2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Enfin, quelques sigles utiles employés dans 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

ANNEXE 8 – BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES

- [1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011
- [2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006
- [3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum
- [4] Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24
- [5] Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005
- [6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004
- [7] Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006
- [8] Oméga 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005
- [9] Arrêté du 26 août 2011 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