

Etude de danger

Projet éolien de Saint Martin de Lamps (36)

Demandeur :

VOLKSWIND France SAS

Version consolidée Octobre 2012



Volkswind France SAS
SAS au capital de 250 000 € R.C.S Nanterre 439 906 934
Centre Régional de Tours
« Les Granges Galand »
32, Rue de la Tuilerie
37550 Saint Avertin
Tél : 02 47 54 27 44 / Fax : 02 47 54 67 58
www.volkswind.fr

Rédacteur de l'étude de dangers :

Emilie Fourgeaud

Chef de projets éoliens – VOLKSWIND France

32 rue de la Tuilerie

37550 Saint Avertin

Tel : 02-47-54-27-44 / Fax : 02-47-54-67-58

SOMMAIRE

I.	PREAMBULE	11
I.1.	Objectif de l'étude de dangers.....	11
I.2.	Contexte législatif et réglementaire.....	11
I.3.	Nomenclature des installations classées	12
II.	INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION.....	13
II.1.	Renseignements administratifs.....	13
II.2.	Localisation du site.....	13
II.3.	Définition de l'aire d'étude	14
III.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	16
III.1.	Environnement humain	16
III.1.1.	<i>Zones urbanisées</i>	<i>16</i>
III.1.2.	<i>Etablissements recevant du public (ERP).....</i>	<i>18</i>
III.1.3.	<i>Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base</i>	<i>18</i>
III.1.4.	<i>Autres activités.....</i>	<i>18</i>
III.2.	Environnement naturel.....	18
III.2.1.	<i>Contexte climatique.....</i>	<i>18</i>
III.2.2.	<i>Risques naturels.....</i>	<i>22</i>
III.3.	Environnement matériel.....	29
III.3.1.	<i>Voies de communication</i>	<i>29</i>
III.3.2.	<i>Réseaux publics et privés.....</i>	<i>33</i>
III.3.3.	<i>Autres ouvrages publics</i>	<i>37</i>
III.4.	Cartographie de synthèse	37
IV.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	44
IV.1.	Caractéristiques de l'installation.....	44
IV.1.1.	<i>Caractéristiques générales d'un parc éolien.....</i>	<i>44</i>
IV.1.2.	<i>Activité de l'installation.....</i>	<i>46</i>
IV.1.3.	<i>Composition de l'installation.....</i>	<i>46</i>
IV.2.	Fonctionnement de l'installation	48
IV.2.1.	<i>Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur.....</i>	<i>48</i>
IV.2.2.	<i>Sécurité de l'installation.....</i>	<i>51</i>
IV.2.3.	<i>Opérations de maintenance de l'installation.....</i>	<i>52</i>
IV.2.4.	<i>Stockage et flux de produits dangereux.....</i>	<i>54</i>
IV.2.5.	<i>Procédure en cas d'incident.....</i>	<i>54</i>
IV.3.	Fonctionnement des réseaux de l'installation	56
IV.3.1.	<i>Raccordement électrique</i>	<i>56</i>
IV.3.2.	<i>Autres réseaux.....</i>	<i>58</i>
IV.3.3.	<i>Les dispositifs particuliers</i>	<i>58</i>

V.	IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	60
V.1.	Potentils de dangers liés aux produits	60
V.1.1.	<i>Inventaire des produits</i>	<i>60</i>
V.1.2.	<i>Dangers des produits</i>	<i>61</i>
V.2.	Potentils de dangers liés au fonctionnement de l'installation	62
V.3.	Réduction des potentiels de dangers à la source	64
V.3.1.	<i>Principales actions préventives.....</i>	<i>64</i>
V.3.2.	<i>Utilisation des meilleures techniques disponibles.....</i>	<i>66</i>
VI.	ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	67
VI.1.	Inventaire des accidents et incidents en France	67
VI.2.	Inventaire des accidents et incidents à l'international	68
VI.3.	Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant	70
VI.4.	Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	71
VI.4.1.	<i>Analyse de l'évolution des accidents en France.....</i>	<i>71</i>
VI.4.2.	<i>Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents</i>	<i>72</i>
VI.5.	Limites d'utilisation de l'accidentologie	72
VII.	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	73
VII.1.	Objectif de l'analyse préliminaire des risques	73
VII.2.	Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques	73
VII.3.	Recensement des agressions externes potentielles.....	74
VII.3.1.	<i>Agression externes liées aux activités humaines.....</i>	<i>74</i>
VII.3.2.	<i>Agressions externes liées aux phénomènes naturels</i>	<i>76</i>
VII.4.	Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	76
VII.5.	Effets dominos	80
VII.6.	Mise en place des mesures de sécurité	80
VII.7.	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques.....	88
VIII.	ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	89
VIII.1.	Rappel des définitions	89
VIII.1.1.	<i>Cinétique.....</i>	<i>89</i>
VIII.1.2.	<i>Intensité</i>	<i>89</i>
VIII.1.3.	<i>Gravité</i>	<i>90</i>
VIII.1.4.	<i>Probabilité.....</i>	<i>91</i>
VIII.2.	Caractérisation des scénarios retenus.....	92
VIII.2.1.	<i>Effondrement de l'éolienne.....</i>	<i>92</i>
VIII.2.2.	<i>Chute de glace</i>	<i>95</i>
VIII.2.3.	<i>Chute d'éléments de l'éolienne.....</i>	<i>97</i>
VIII.2.4.	<i>Projection de pales ou de fragments de pales.....</i>	<i>99</i>
VIII.2.5.	<i>Projection de glace</i>	<i>101</i>
VIII.3.	Synthèse de l'étude détaillée des risques.....	103
VIII.3.1.	<i>Tableaux de synthèse des scénarios étudiés</i>	<i>103</i>

VIII.3.2.	Synthèse de l'acceptabilité des risques	105
VIII.3.3.	Cartographie des risques.....	106
IX.	CONCLUSION	113
X.	RESUME NON TECHNIQUE.....	115
ANNEXES		141
Annexe 1 – Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne		142
	<i>Terrains non bâtis.....</i>	<i>142</i>
	<i>Voies de circulation</i>	<i>142</i>
	<i>Logements.....</i>	<i>143</i>
	<i>Etablissements recevant du public (ERP).....</i>	<i>143</i>
	<i>Zones d'activité</i>	<i>144</i>
Annexe 2 – Tableau de l'accidentologie française		145
Annexe 3 – Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques		152
	<i>Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)</i>	<i>152</i>
	<i>Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07).....</i>	<i>152</i>
	<i>Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)</i>	<i>153</i>
	<i>Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03).....</i>	<i>154</i>
	<i>Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)</i>	<i>154</i>
	<i>Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10).....</i>	<i>155</i>
Annexe 4 – Probabilité d'atteinte et Risque individuel.....		156
ANNEXE 5 - Document Siemens : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 – Régime des ICPE		157
ANNEXE 6 - Certificat de type (type certificate)		158
ANNEXE 7 –Glossaire		159
ANNEXE 8 - Bibliographie et références utilisées		163

Table des cartes :

Carte 1 : Localisation générale de la commune de Saint Martin de Lamps (source via michelin)	13
Carte 2 : Localisation des éoliennes du projet.....	14
Carte 3 : Le périmètre d'étude de 500m autour des éoliennes.....	15
Carte 4 : Carte de localisation des habitations autour du projet.....	17
Carte 5 : Atlas éolien de la Région Centre (source Région Centre)	20
Carte 6 : Carte de France du niveau Kéraunique (source Météorage).....	22
Carte 7 : Carte de l'aléa sismique (Source Planseisme.fr)	23
Carte 8 : Aléa mouvement de terrain (source BRGM)	24
Carte 9 : Aléa retrait gonflement des argiles (source BRGM).....	25
Carte 10 : Aléa remontée de nappe dans les sédiments (source BRGM).....	26
Carte 11 : Risque inondation sur la zone de projet (source cartorisque.prim.net).....	27
Carte 12 : Localisation des axes de communication autour du projet (source CG36).....	31
Carte 13 : Localisation des aérodromes les plus proches du projet.....	33
Carte 14 : Localisation de la ligne électrique enterrée gérée par ERDF (source ERDF)	34
Carte 15 : Réseau d'alimentation en eau potable sur le périmètre d'étude	36
Carte 16 : Plan détaillé de l'installation (Les sous-stations de transformation sont très peu visibles du fait de leur petite taille et de leur proximité à l'éolienne).....	47
Carte 17 : Tracé du réseau inter-éolien et localisation du poste de livraison.....	57
Carte 18 : Implantation cadastrale du poste de livraison.....	58
Carte 19 : synthèse des risques pour l'éolienne P1E1bis	107
Carte 20 : synthèse des risques pour l'éolienne P1E2.....	108
Carte 21 : synthèse des risques pour l'éolienne P1E3.....	109
Carte 22 : synthèse des risques pour l'éolienne P1E4.....	110
Carte 23 : synthèse des risques pour l'éolienne P1E5.....	111
Carte 24 : synthèse des risques pour l'éolienne P2E1.....	112
Carte 25 : Implantation cadastrale du poste de livraison.....	122

Table des photographies :

Photographie 1 : Eolienne SWT101-2.3MW de 150m (source Volkswind)	45
Photographie 2 : exemple de poste de livraison brut	58
Photographie 1 : Eolienne SWT101-2.3MW de 150m (source Volkswind)	117
Photographie 2 : exemple de poste de livraison brut	122

Table des figures :

Figure 1 : Rose des vents à la station météorologique de Châteauroux Déols – période 1994 à 2003 (source Météo France)	21
Figure 2 : Courrier de réponse du conseil Général de l'Indre sur la question des comptages routiers autour du projet	30
Figure 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur	45
Figure 4 : 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)	45
Figure 5 : Schéma de la nacelle SWT101-2.3MW	50
Figure 6 : Schéma en élévation de l'éolienne SWT101-2.3MW avec une hauteur de moyeu de 99,5m et un rotor de 101m	51
Figure 7 : Procédure VOLKSWIND en cas d'incident	54
Figure 8 : Raccordement électrique des installations	56
Figure 9 : Plan du poste de livraison	58
Figure 10 : Exemple de balisage	59
Figure 11 : Exemple de panneau d'affichage des prescriptions.....	59
Figure 12 : Exemple de balisage	65
Figure 13 : Exemple de panneau d'affichage de prescriptions	66
Figure 14 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées.....	71
Figure 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur	117
Figure 9 : Plan du poste de livraison	122

Table des tableaux :

Tableau 1 : Températures mini-maxi-moyennes et mensuelles à Châteauroux Déols (source Météo France) ...	18
Tableau 2 : Nombre moyen de jours avec plus de 30°C (source météo France).....	19
Tableau 3 : Nombre moyen de jours avec une température minimale et maximale de 0°C (source météo France)	19
Tableau 4 : Hauteur des précipitations moyennes (source Météo France).....	19
Tableau 5 : Nombre moyen de jours avec (source Météo France)	19
Tableau 6 : Nombre moyen de jours avec (source Météo France)	19
Tableau 7 : Recensement des séismes ressentis sur la commune de Saint-Martin-de-Lamps de 1850 à 2010 (source : site Sisfrance BRGM).....	23
Tableau 8 : Plan de prévention des risques sur la commune du projet (source www.Prim.net).....	25
Tableau 9 : Arrêtés de catastrophe naturelle sur la commune de Saint-Martin-de-Lamps (source prim.net).....	27
Tableau 10 : trafic moyen des routes traversant la zone d'étude (source CG36, service Bureau des comptages et de l'exploitation).....	29
Tableau 11 : Distance de chaque éolienne à la voirie autour du projet.....	32
Tableau 12 : Distance des éoliennes à la ligne électrique	35
Tableau 13 : Principaux éléments constitutifs de l'aérogénérateur	49
Tableau 14 : Opérations de maintenance annuelle de l'éolienne SWT101-2.3MW (source Siemens)	53
Tableau 15 : Quantité et type des produits chimiques entrants utilisés.....	61
Tableau 16 : Dangers associés aux produits utilisés pour le fonctionnement	61
Tableau 17 : Types de produits et dangers associés lors des opérations de maintenance	62

Introduction

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ainsi, le présent guide s'inscrit dans une double démarche :

- d'une part réglementaire pour vérifier que les risques des parcs éoliens sont maîtrisés, et cela en toute transparence avec le grand public ;
- D'autre part méthodologique, pour permettre aux exploitants de formaliser et d'améliorer sans cesse les mesures de maîtrise des risques qu'ils mettent en place.

I. PRÉAMBULE

I.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS

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

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

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

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

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

I.2. CONTEXTE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE

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

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

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

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

Dans la pratique, les principaux risques sont générés au cours de la phase d'exploitation et il est donc normal que l'étude de dangers concerne principalement cette phase d'exploitation.

I.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSÉES

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

A. – Nomenclature des installations classées			
N°	DÉSIGNATION DE LA RUBRIQUE	A, E, D, S, C (1)	RAYON (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.....	A	6
	2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :		
	a) Supérieure ou égale à 20 MW.....	A	6
	b) Inférieure à 20 MW.....	D	
(1) A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement. (2) Rayon d'affichage en kilomètres.			

Le parc éolien de Saint Martin de Lamps comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

II. INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION

II.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

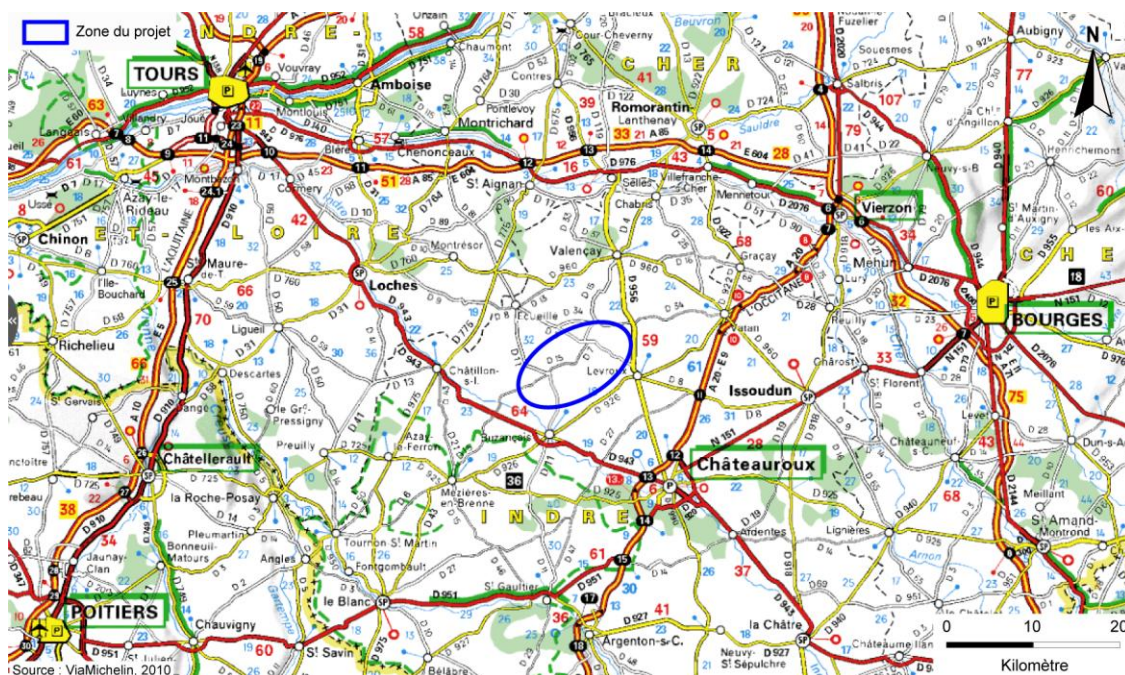
L'exploitant et le propriétaire de l'installation projetée est VOLKSWIND France SAS.

Les statuts ainsi que les principales informations relatives à cette société sont précisés ci-dessous :

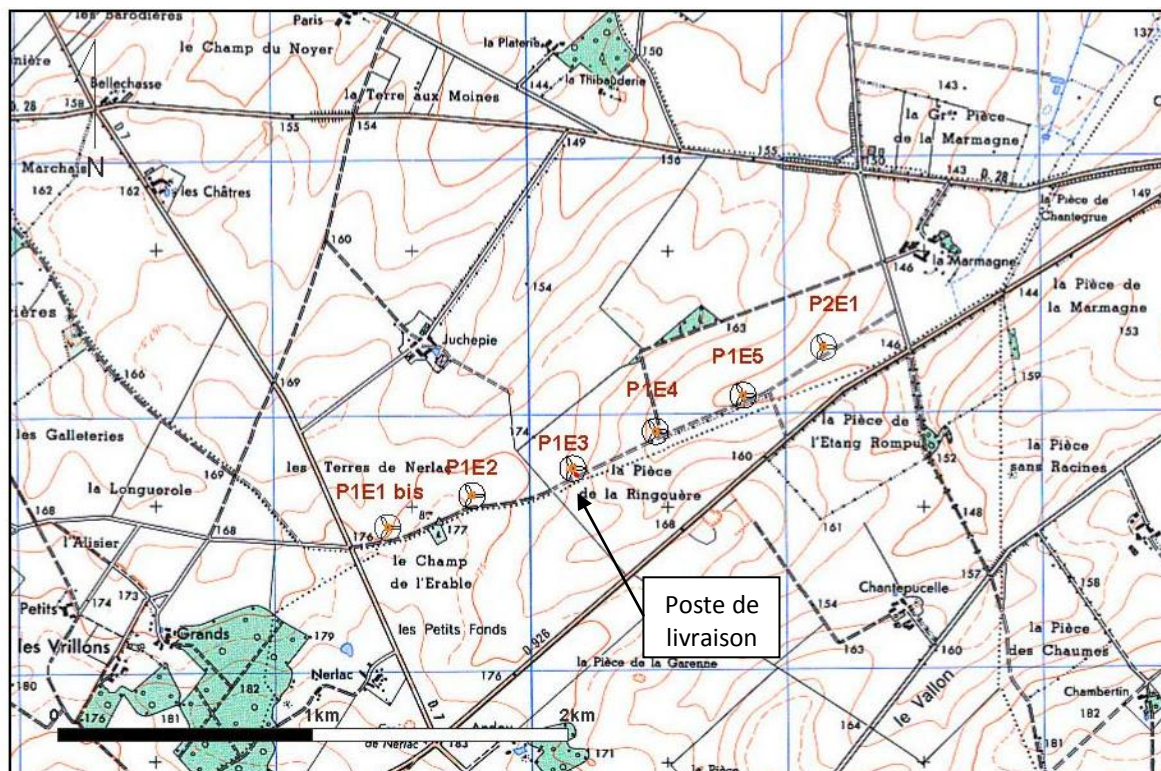
Dénomination	VOLKSWIND France SAS
Date de création de la société	4 Décembre 2001
Activité	Ingénierie Bureau d'études (code APE 7112B)
Forme juridique	Société par Actions Simplifiée
Capital	250 000 euros
N° SIRET	439 906 934 00054
Adresse du siège social	55, Rue Emile Landrin 92100 Boulogne Billancourt
Personne chargée de suivre le dossier	Richard Polin (tél : 02 47 74 30 69)
Rédacteur de l'étude	Emilie Fourgeaud – Sté Volkswind France

II.2. LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien de Saint Martin de Lamps, composé de 6 aérogénérateurs, est localisé sur la commune de Saint Martin de Lamps, dans le département de l'Indre (36), en région Centre.



Carte 1 : Localisation générale de la commune de Saint Martin de Lamps (source via michelin)



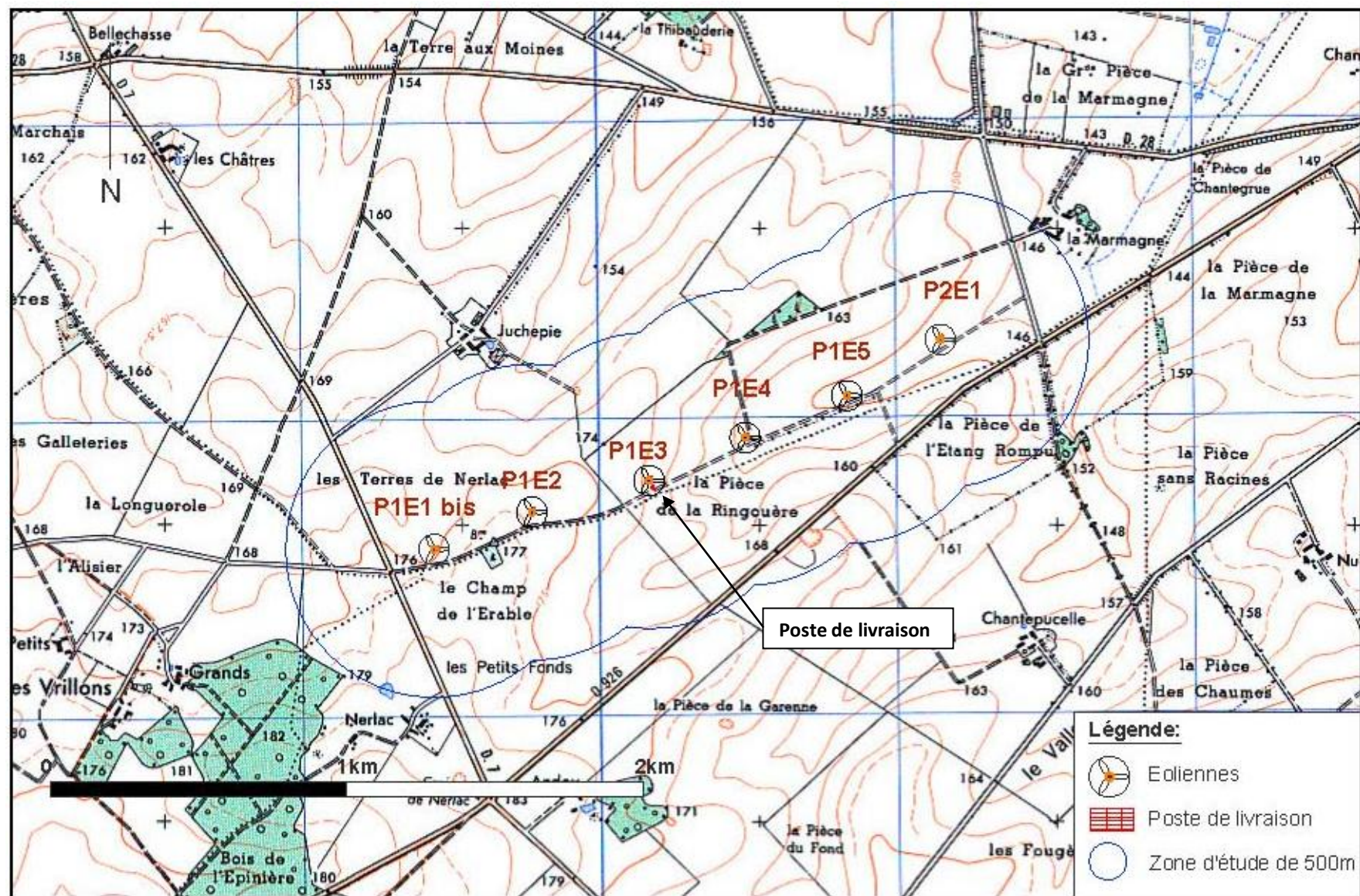
Carte 2 : Localisation des éoliennes du projet

II.3. DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE

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

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

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



Carte 3 : Le périmètre d'étude de 500m autour des éoliennes

III. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

III.1. ENVIRONNEMENT HUMAIN

III.1.1. ZONES URBANISÉES

La commune de Saint Martin de Lamps compte 165 habitants au recensement de 2009 (source INSEE).

Aucune habitation ne se trouve dans le périmètre de 500m autour des éoliennes.

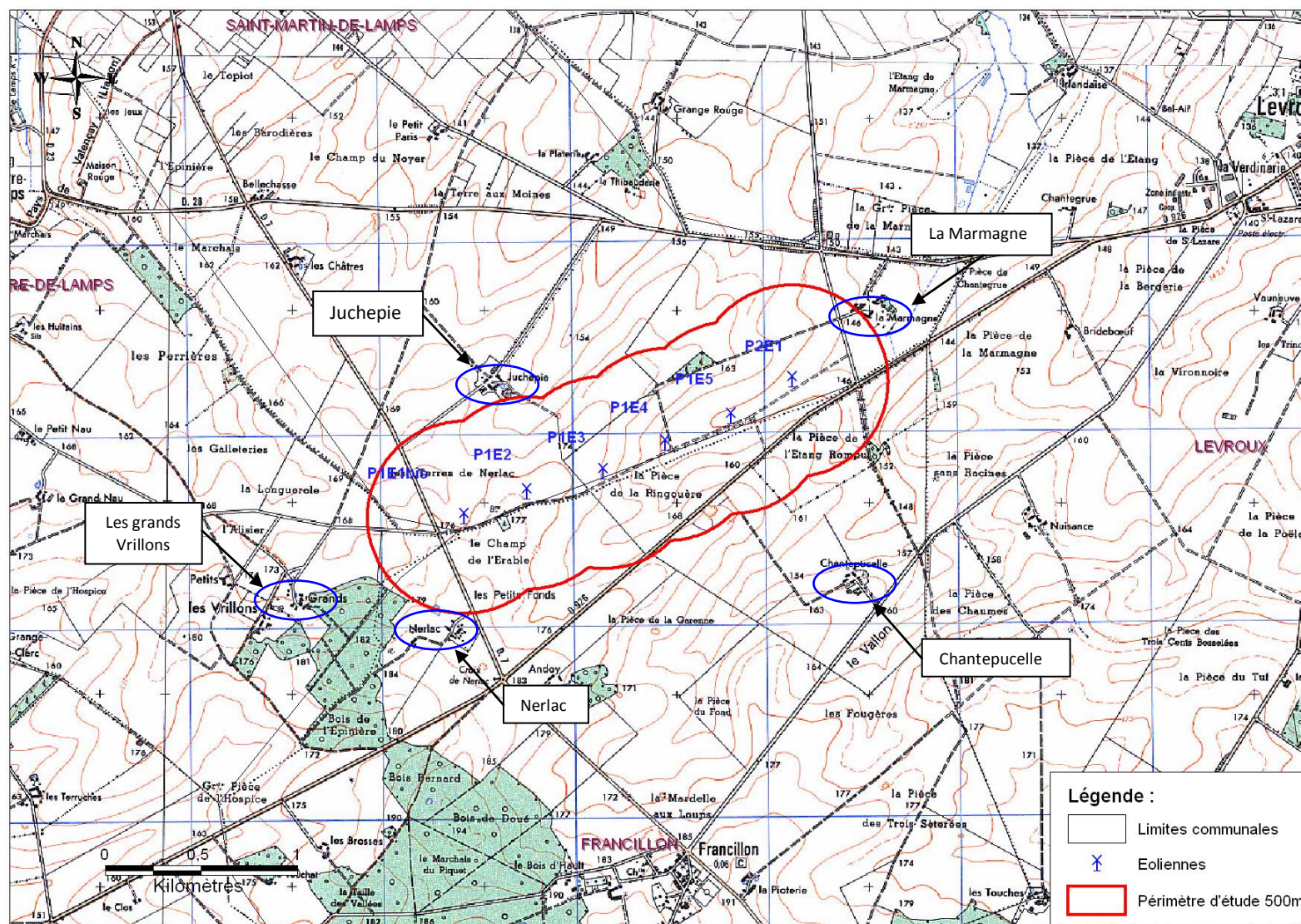
La commune de Saint Martin de Lamps dispose d'une carte communale approuvée depuis Décembre 2010. La zone d'implantation des éoliennes de même que les fermes de Juchepie et la Marmagne sont classées en zone A (Agricole). Le règlement concernant cette zone n'impose aucune restriction quant à l'implantation d'éoliennes.

Les éoliennes du projet respectent bien la règle des 500m vis-à-vis des limites de propriété (ici, les limites cadastrales sur lesquelles se trouvent les habitations les plus proches). L'habitation la plus proche du projet se trouve à 570m, au lieu-dit Juchepie, sur la commune de Saint Martin de Lamps.

Commune	Lieu-dit	Distance des habitations les plus proches du parc	Distance à la limite de parcelle contenant les habitations les plus proches du parc
Saint-Martin-de-Lamps	Juchepie	570m	535m
Saint-Martin-de-Lamps	La Marmagne	590m	514m
Françillon	Nerlac*	680m	656m
Francillon	Chantepucelle	1030m	1007m
Saint Pierre de Lamps	Les Grands Vrillons	910m	863m

*il existe à ce lieu-dit une autre maison, mais non habitée, sa distance au projet est de 532m.

Le lieu-dit Andoy, au sud de la zone d'étude, n'est pas une maison à usage d'habitation mais une grange. Elle se situe de plus à environ 936m de la première éolienne.



Carte 4 : Carte de localisation des habitations autour du projet

III.1.2. ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Il n'y a pas d'ERP au sein du périmètre d'étude. Les ERP les plus proches se trouvent au sein des bourgs de Saint-Martin-de-Lamps, Saint-Pierre-de-Lamps, Françillon et Levroux, dont le centre Bourg se trouve respectivement à 4km, 3km, 2,1km et 3,7km du parc projeté.

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

Aucun établissement SEVESO ni installation nucléaire de base (INB) ne se trouve dans ou à proximité du périmètre d'étude.

D'autre part, la DREAL Centre (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) ne recense aucune autre ICPE sur la commune d'implantation du projet.

Seule la commune de Levroux, à plus de 3km du parc éolien, accueille des installations classées, la plus proche se situant à environ 2km de la première éolienne.

Enfin, la commune de Saint-Martin-de-Lamps n'est pas concernée par un plan de prévention des risques technologiques.

III.1.4. AUTRES ACTIVITÉS

Aucune activité commerciale, industrielle ou de loisir ne se trouve dans les limites de la zone d'étude. Cette zone d'étude est constituée essentiellement de grandes cultures.

III.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

III.2.1. CONTEXTE CLIMATIQUE

Le département de l'Indre bénéficie d'un climat de type océanique doux, légèrement nuancé de continentalité, avec un printemps arrosé et un été chaud.

La zone d'étude se situe à environ 30km au Nord-Ouest de la station météorologique de Châteauroux Déols. Les relevés thermo-pluviométriques de ce poste sur la période 1971-2000 et records sont repris dans les tableaux suivants.

III.2.1.1. TEMPÉRATURES

D'après les relevés de température de la station de Châteauroux Déols, sur la période 1971-2000, le mois de janvier est le plus froid avec une température minimale moyenne de 1,1°C. A l'inverse, Le mois d'août est le mois le plus chaud, avec une température maximale moyenne de 25,4°C.

La moyenne des températures sur l'année est de 11,4°C

Tableau 1 : Températures mini-maxi-moyennes et mensuelles à Châteauroux Déols (source Météo France)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
T min (°C)	1,1	1,3	3,1	4,8	8,7	11,6	13,8	13,9	11,1	7,8	3,6	2	6,9
T max (°C)	6,8	8,6	12,0	14,6	18,9	22,1	25,4	25,3	21,6	16,4	10,6	7,8	15,8
T moyennes (°C)	3,9	5	7,6	9,7	13,8	16,9	19,6	19,6	16,3	12,1	7,1	4,9	11,4

La température de 30°C n'a été atteinte que 11,6 jours sur la période de référence.

Tableau 2 : Nombre moyen de jours avec plus de 30°C (source météo France)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
-	-	-	-	0,1	1,3	4,7	4,7	0,8				11,6

La température de 0°C a été observée 5,4 jours/an en maximal journalier, alors qu'elle a été observée 52,4 jours par an en minimal journalier.

Tableau 3 : Nombre moyen de jours avec une température minimale et maximale de 0°C (source météo France)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Tx <= 0°C	2,5	1,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,4	1,4	5,4
Tn <= 0°C	12,3	11,5	7,4	2,4	0,1	-	-	-	-	0,7	6,9	11,0	52,4

Tn : Températures minimale, Tx : Température maximale

III.2.1.2. PRÉCIPITATION ET HYGROMÉTRIE

Les précipitations sont assez bien réparties tout au long de l'année avec un pic de précipitation au mois de Mars. Le mois d'août est le moins pluvieux.

Tableau 4 : Hauteur des précipitations moyennes (source Météo France)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
P (mm)	57,3	58,1	54,7	59,8	77,2	55,1	54,7	49,6	68,1	70,1	65,2	67,8	737,7

Le tableau suivant montre le nombre moyen de jours où il tombe 1mm, 5mm et 10mm de pluie. Ce tableau permet de constater que les pluies ne sont pas importantes en quantité, mais régulières.

Tableau 5 : Nombre moyen de jours avec (source Météo France)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Rr >= 1mm	11	9,7	9,8	10,4	11,8	8,5	6,7	7,1	8,1	10,5	10,4	11,0	114,9
Rr >= 5mm	3,8	3,9	3,7	4,2	5,2	4,0	3,5	2,9	4,3	4,7	4,7	4,8	49,7
Rr >= 10mm	1,6	1,7	1,3	1,5	2,1	1,4	1,7	1,3	2,1	2,2	1,9	1,7	20,6

Rr : Hauteur quotidienne des précipitations

D'après le tableau ci-dessous, le nombre moyen de jours où il y a de l'orage est le plus important au mois de Mai, avec 3 jours d'orage. Concernant la grêle, le nombre de jours moyen est inférieur à 1 sur l'ensemble de l'année. La neige, quant à elle, ne tombe que du mois de Février au mois d'Avril avec un maximum de 2,3 jours au mois de février.

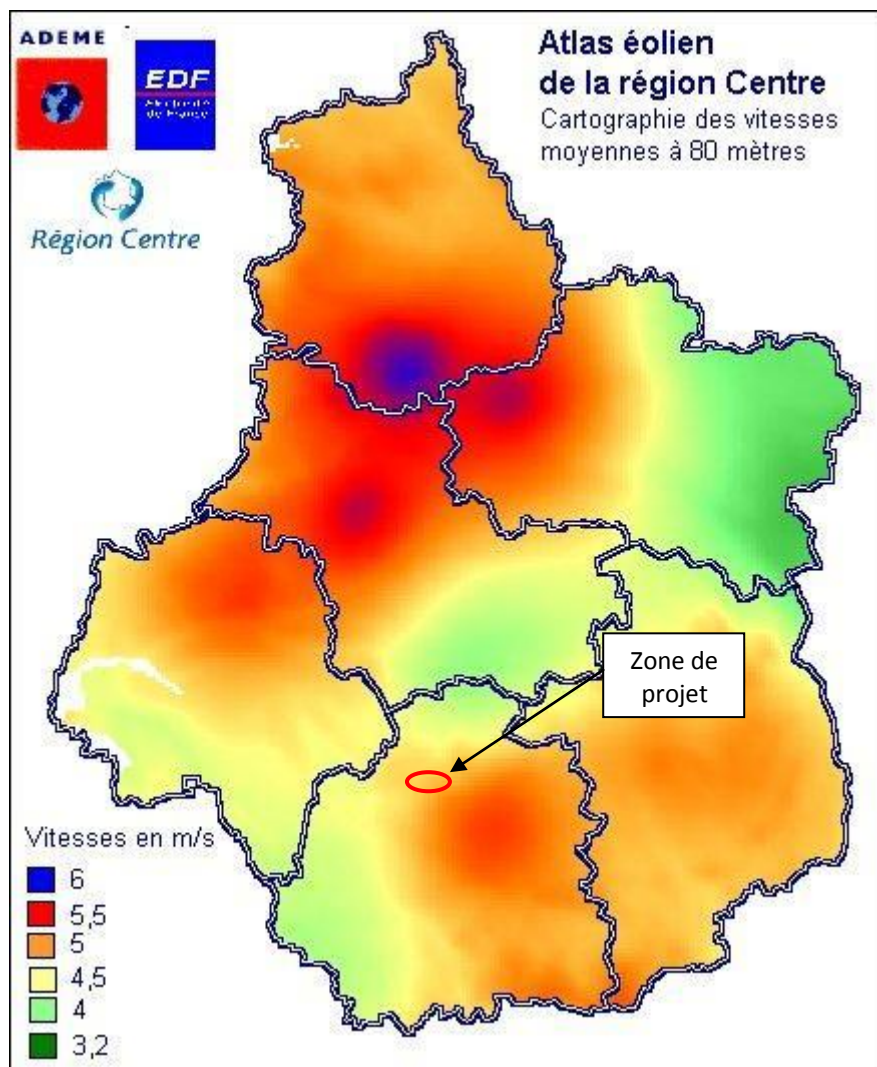
Tableau 6 : Nombre moyen de jours avec (source Météo France)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Orage	0,1	0,2	0,4	1,1	3,1	2,5	-	-	1,9	0,8	0,1	0,2	-
Grêle	0,2	0,1	0,6	0,4	0,4	0,1	-	-	0,1	0,2	-	0,0	-
Neige	-	2,3	0,7	0,6	0,0	-	-	-	-	-	-	-	--

III.2.1.3.POTENTIEL ÉOLIEN

Les différentes études menées par l'ADEME en Région Centre ont abouti à la réalisation de l'atlas éolien.

D'après la cartographie de la vitesse moyenne du vent en Région Centre, le site retenu se situe sur une zone où les vitesses moyennes du vent à 80 m de hauteur sont comprises autour de 5m/s.



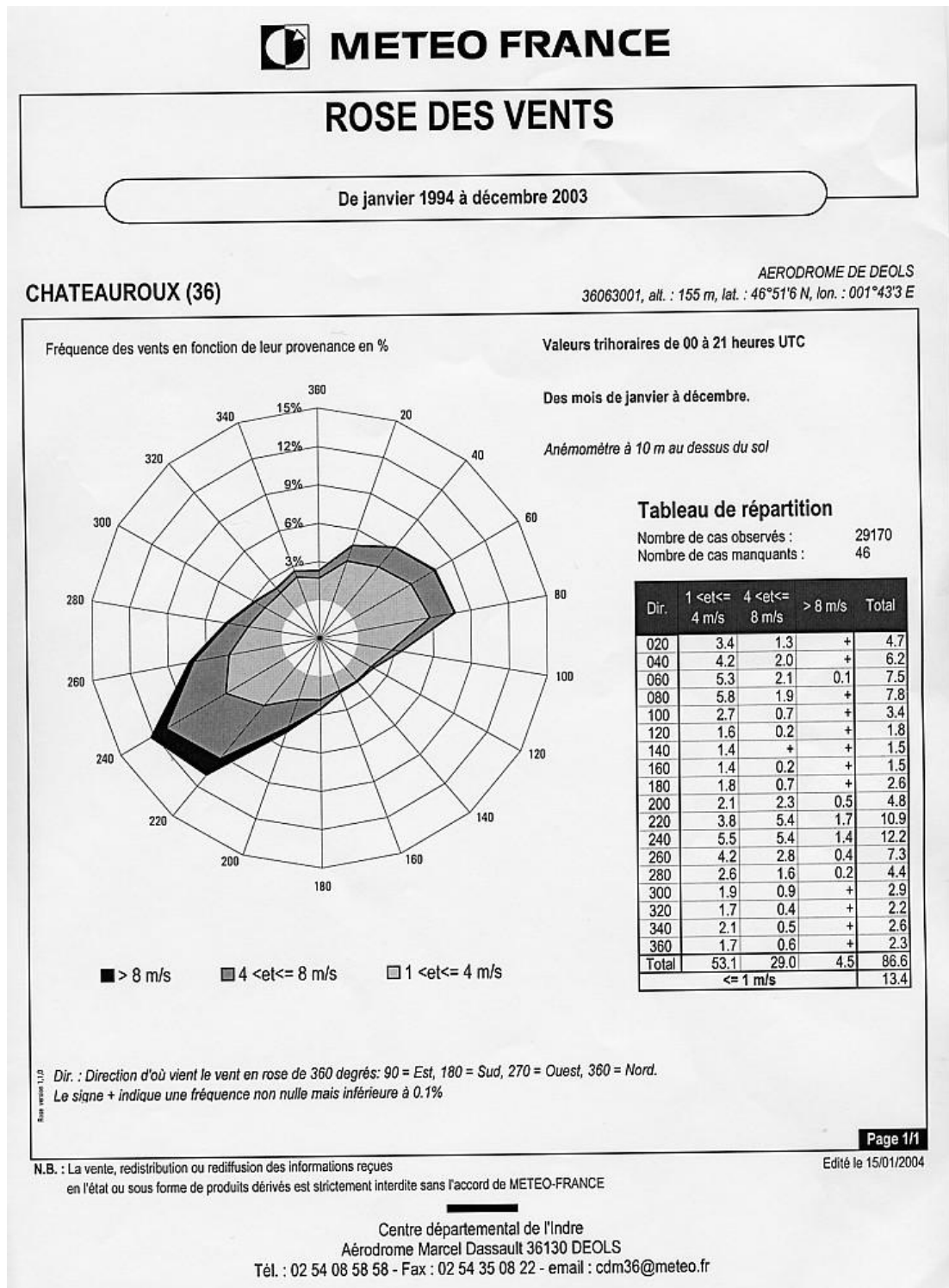
Carte 5 : Atlas éolien de la Région Centre (source Région Centre)

La rose des vents ci-dessous provient de la station météorologique de Châteauroux Déols, à 30km au Sud-Est de la zone de projet. Elle est fournie à titre indicatif car elle ne saurait nullement représenter fidèlement les régimes de vent observés au niveau local.

D'après Météo France, les vents sont majoritairement de secteur Sud-Ouest et Nord-Est.

Les rafales :

Le nombre moyen de jours avec des rafales de plus de 28m/s (une éolienne stoppe automatiquement à 25m/s) est de 1 jour par an.



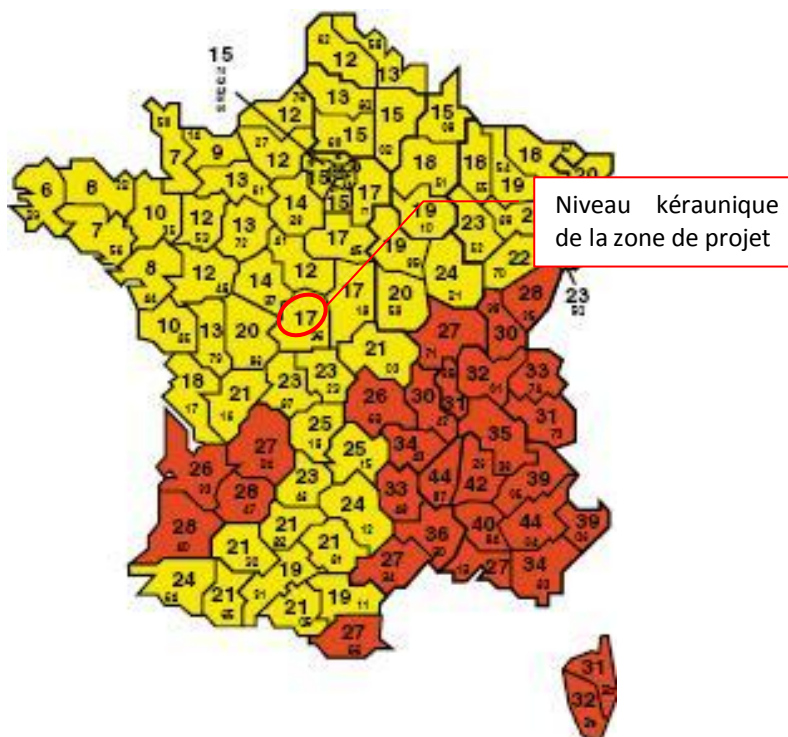
III.2.2. RISQUES NATURELS

Cette partie liste les différents risques naturels identifiés dans le périmètre d'étude. En effet, ces risques naturels sont susceptibles de constituer des agresseurs potentiels pour les éoliennes et devront donc être pris en compte dans l'évaluation préliminaire des risques.

III.2.2.1. LA FOUDRE

Les éoliennes sont des projets de grande dimension, pour lesquels le risque orageux, et notamment la foudre, doit être pris en compte. L'activité orageuse d'une région est définie par le niveau kéraunique (Nk), c'est-à-dire le nombre de jours où l'on entend gronder le tonnerre.

Pour le département de l'Indre, le niveau kéraunique moyen est de 17 alors que la moyenne nationale est de 20 jours/an. L'occurrence des orages dans l'Indre est donc inférieure à la situation nationale.



Carte 6 : Carte de France du niveau Kéraunique (source Météorage)

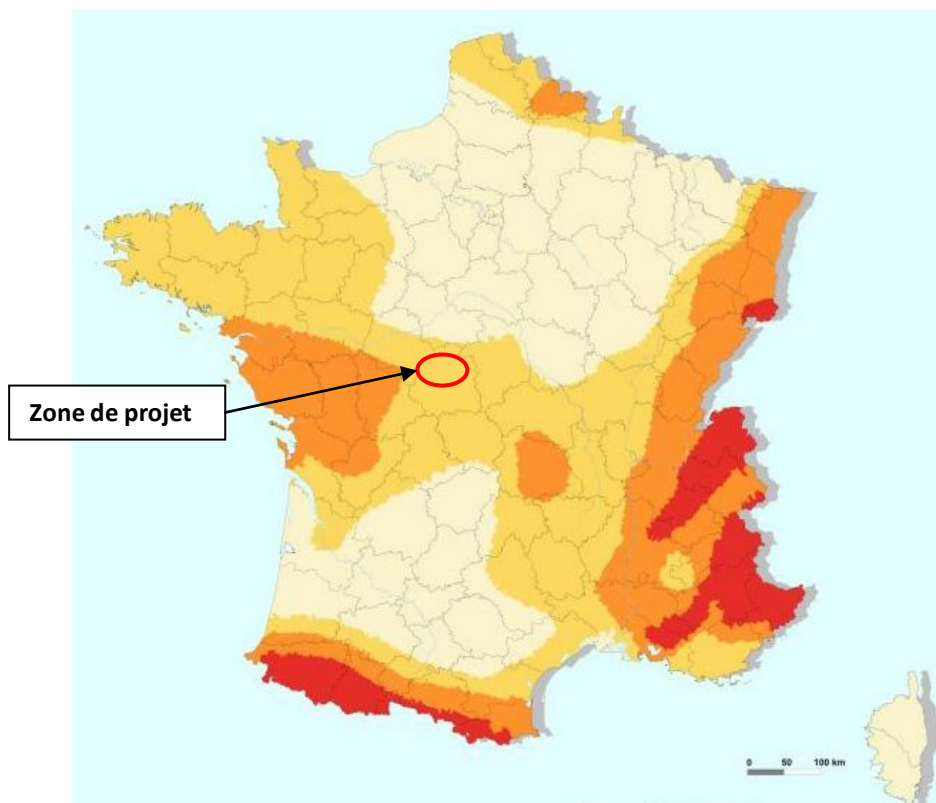
III.2.2.2. LA SISMICITÉ

Le décret du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique divise le territoire national en 5 zones de sismicité croissante, en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes :

- Une zone d'aléas très faible où il n'y a pas de prescription parasismique particulière,
- Quatre zones : faible, modéré, moyen et fort, où les règles de construction parasismiques sont applicables.
-

D'après la base de données du Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, les communes concernées par le projet présentent un risque faible vis-à-vis de la sismicité (zone 2).

1	2	3	4	5
Très faible	Faible	Modérée	Moyenne	Forte



Carte 7 : Carte de l'aléa sismique (Source Planseisme.fr)

Plus précisément, d'après les informations disponibles auprès du BRGM, la commune de Saint Martin de Lamps n'a pas enregistré de séisme depuis 1925.

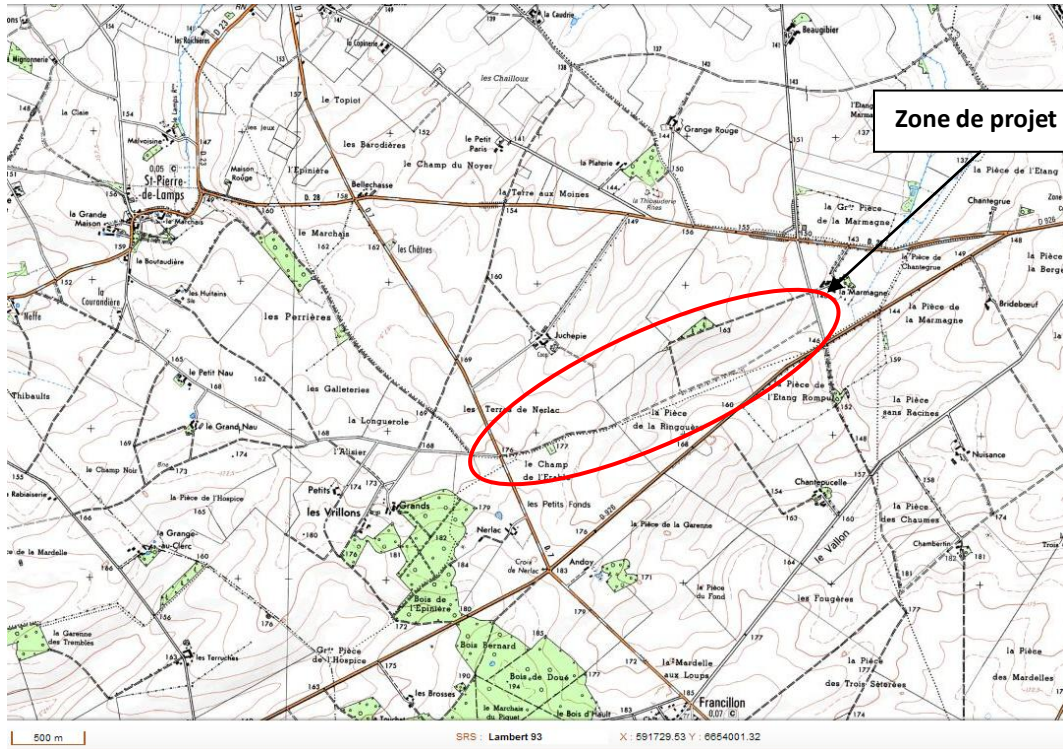
Tableau 7 : Recensement des séismes ressentis sur la commune de Saint-Martin-de-Lamps de 1850 à 2010
(source : site Sisfrance BRGM)

Date	Heure	Choc	Localisation épicentrale	Région ou pays de l'épicentre	Intensité épicentrale	Intensité dans la commune
26 Septembre 1925	5 h 5 min	Z	MARCHE-BOISCHAUT (CHATEAUMEILLANT-LA CHATRE)	BERRY	6,5	3,5

Dans l'Indre, l'installation d'un poste de livraison pour un parc éolien relève de la catégorie d'importance III de la classification des bâtiments dans le cadre du risque sismique défini aux articles R563-2 et 3 du code de l'environnement et par l'arrêté ministériel du 22 Octobre 2010. Les transformateurs n'étant pas des bâtiments (ce sont de simples armoires électriques), ils ne sont pas concernés par cette réglementation. Les éoliennes ne font pas l'objet de l'arrêté bâtiment. Le poste de livraison devra répondre aux règles de construction dites règles Eurocode 8 « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes ».

III.2.2.3.MOUVEMENTS DE TERRAIN

Le site du BRGM¹ ne recense pas d'aléa mouvement de terrain sur la zone de projet.



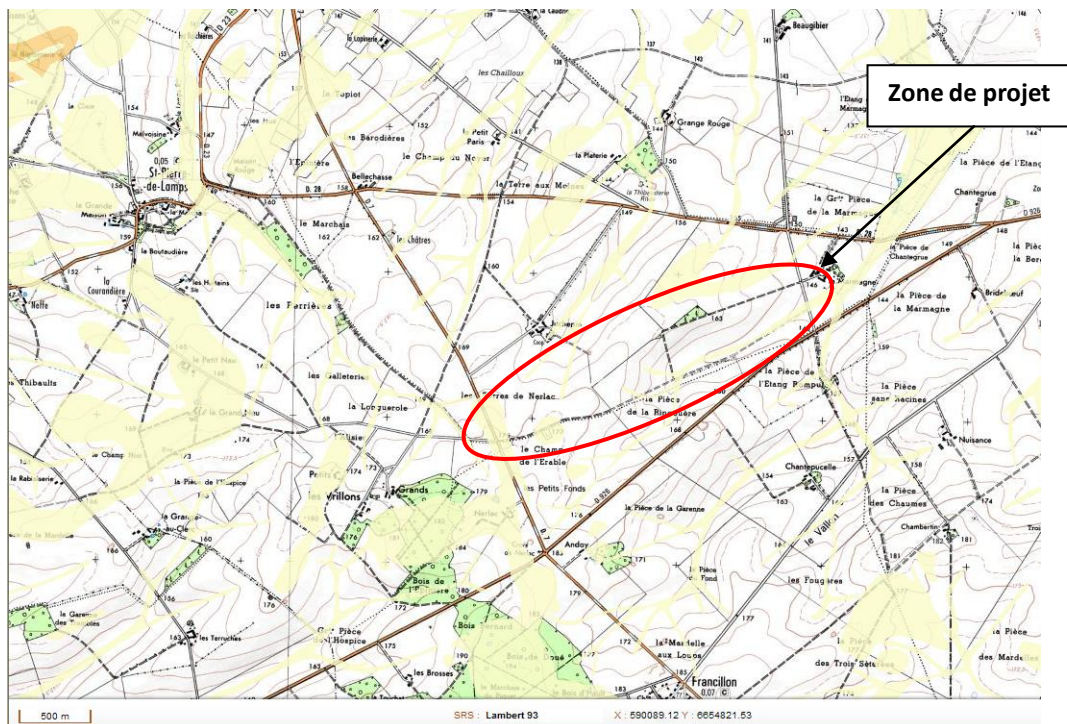
Carte 8 : Aléa mouvement de terrain (source BRGM)

III.2.2.4.ALÉA RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES

Les risques de retrait ou gonflement des argiles rendent le sol plus instable et peuvent occasionner des dégâts importants aux constructions. La commune de Saint Martin-de-Lamps est concernée par le Plan de Prévention des Risques Naturels concernant les différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles approuvé par arrêté préfectoral le 23 mai 2008 (voir paragraphe III.2.2.6 Plan de prévention des risques naturels). Cependant, le site du BRGM ne recense sur la zone de projet que des secteurs d'aléa faible à nuls.

Légende :	Aléa a priori nul	Aléa faible	Aléa moyen	Aléa fort
-----------	-------------------	-------------	------------	-----------

¹ Bureau de Recherche Géologique et Minière



Carte 9 : Aléa retrait gonflement des argiles (source BRGM)

Des études complètes de sols seront réalisées in situ avant le début des travaux de terrassement et permettront d'adapter au mieux les techniques et les caractéristiques de la construction aux contraintes géologiques locales notamment le dimensionnement des fondations.

III.2.2.5.CAVITÉS SOUTERRAINES

Aucune cavité souterraine n'est recensée sur la zone de projet par le site du BRGM

III.2.2.6.PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS

Un plan de prévention a été mis en place sur la commune de Saint-Martin-de-Lamps. Ce plan concerne plus particulièrement le risque de mouvements de terrain (Affaissement et Effondrement).

Tableau 8 : Plan de prévention des risques sur la commune du projet (source www.Prim.net)

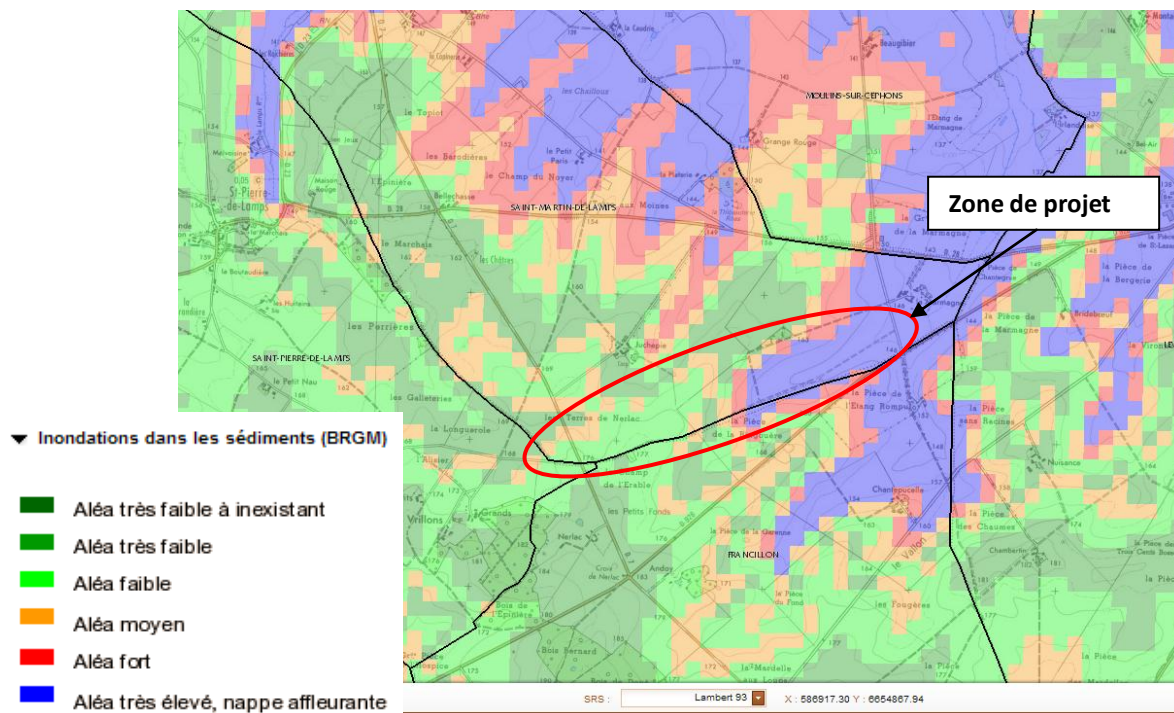
Plans	Bassin de risque	Prescrit le	Enquêté le	Approuvé le
PPRn Mouvement de terrain – Tassements différentiels		18/06/2001	-	23/05/2008

Pour autant, la zone de projet présente un risque nul pour l'aléa mouvement de terrain et un risque faible à nul pour l'aléa retrait gonflement des argiles, aucun impact n'est donc à prévoir vis-à-vis du projet.

III.2.2.7. INONDATIONS

Le risque de remontée de nappe :

D'après la cartographie (cf. carte ci-après), le projet se trouve dans une zone de sensibilité faible à très faible aux risques de remontées de nappe sur sa partie Ouest. Sur la partie Est de la zone de projet, la sensibilité est plus forte. Il existe un risque de nappe d'eau affleurante.



Carte 10 : Aléa remontée de nappe dans les sédiments (source BRGM)

Cette contrainte sera prise en compte lors du dimensionnement des fondations. Dans le cas d'un terrain à masse d'eau affleurante, la fondation devra être plus conséquente (plus étalée), de manière à compenser la perte de portance du sol. D'une manière générale, le dimensionnement des fondations est réalisé à l'aide d'une étude géotechnique qui va déterminer précisément la profondeur de la nappe au droit de l'implantation prévue de l'éolienne. Grâce à cette information, ainsi que la nature précise du sous-sol, la fondation sera dimensionnée en conséquence. Les éléments annexés au parc (ici poste de livraison et transformateurs) feront également l'objet d'un dimensionnement précis de leur fondation sur le même principe et pourront éventuellement être légèrement surélevé par rapport au terrain naturel.

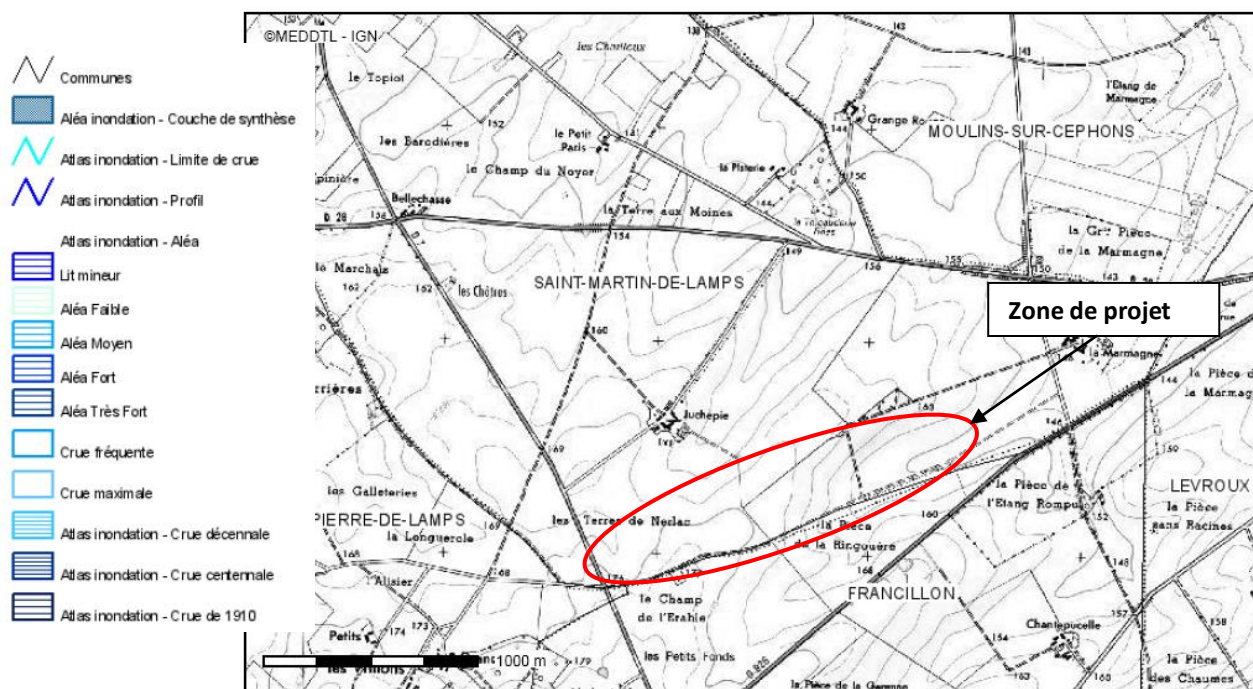
De plus, les éoliennes, le poste de livraison et les transformateurs seront tous dotés d'un bac de rétention dimensionné pour réceptionner les huiles en cas de fuite, et ainsi éviter une pollution du milieu. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin :

- de contenir et arrêter la propagation de la pollution ;
- d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ;
- de récupérer les déchets absorbés.

Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.

Plan de prévention des risques inondation :

La commune de Saint Martin de Lamps n'est pas concernée par un Plan de Prévention des Risques Inondation. Le risque inondation sur la zone de projet est nul.



Carte 11 : Risque inondation sur la zone de projet (source cartorisque.prim.net)

III.2.2.8.ARRÊTÉS DE CATASTROPHE NATURELLE

D'après la base de données sur le site Prim.net, la commune de Saint Martin de Lamps est concernée par les arrêtés de catastrophe naturelle suivants :

Tableau 9 : Arrêtés de catastrophe naturelle sur la commune de Saint-Martin-de-Lamps (source prim.net)

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Tempête	06/11/1982	10/11/1982	30/11/1982	02/12/1982
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1995	31/12/1996	19/09/1997	11/10/1997
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1997	31/12/1998	22/06/1999	14/07/1999
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue	27/05/2008	27/05/2008	05/12/2008	10/12/2008

Le premier arrêté de catastrophe naturelle sur la commune date de Novembre 1982 et concerne une tempête. Les vents les plus importants enregistrés dans le secteur sont des rafales de 36 m/s, soit environ 130km/h (donnée issue de la fiche climatologique de la station météo de Châteauroux-Déols). A cette vitesse, les éoliennes ne fonctionnent plus, celles-ci se mettant en arrêt aux environ de 90km/h. Par contre, elles sont conçues pour résister à des vents de plus de 180km/h. C'est le cas de l'éolienne SWT101 prévue pour ce projet : les données d'exploitation de cette éolienne précisent qu'elle peut résister à des rafales de 55m/s

(198km/h) à hauteur de moyeu (donc avec des vents plus importants au niveau du sol, la vitesse du vent augmentant avec l'altitude). Aussi, les éoliennes seront capables de résister à une tempête telle que celle ayant donné lieu à cet arrêté de catastrophe naturelle, voire de force supérieure.

Le second type d'arrêté de catastrophe naturelle de la commune concerne les mouvements de terrains différentiels. Ce point est à mettre en relation avec le phénomène de retrait/gonflement des argiles (voir paragraphe III.2.2.4 Aléa retrait gonflement des argiles). La zone de projet présentant un risque nul à faible à cet aléa, aucun impact n'est à prévoir vis-à-vis du projet. De plus, les études géotechniques menées pour le dimensionnement des fondations vérifieront les caractéristiques du sous-sol au droit de chaque éolienne.

Deux arrêtés de catastrophe naturelle concernent le phénomène d'inondation/coulées de boue. Or la commune ne dispose pas d'un plan de prévention des risques inondations. De même, la zone de projet se trouve en aléa faible au risque inondation (voir paragraphe III.2.2.7 Inondations). Aucun impact n'est donc à prévoir vis-à-vis du projet éolien.

III.2.2.9. INCENDIE

Le site du projet présente quelques zones boisées en périphérie, mais le site en lui-même ne se compose que de surfaces agricoles, peu sensibles au risque d'incendie.

Les éoliennes se situent toutes à plus de 300m des boisements autour du site.

D'autre part, aucune activité (notamment ICPE) susceptible de provoquer un incendie, n'est recensée sur la zone de projet.

III.3. ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

III.3.1. VOIES DE COMMUNICATION

III.3.1.1. TRANSPORT ROUTIER

Trois routes départementales passent à proximité de la zone de projet :

- La RD 28 qui passe au Nord du projet
- La RD 7 qui passe à l'Ouest du projet
- La RD 926 qui passe au sud du projet

Seules les RD926 et RD 7 intersectent la zone d'étude de 500m autour des éoliennes.

Le reste de la voirie se compose de routes communales et chemins ruraux.

Le tableau suivant donne pour chacun des axes présentés ci-dessus, la distance à l'éolienne la plus proche, le linéaire routier à l'intérieur du périmètre de 500m autour des éoliennes ainsi que le trafic journalier moyen fourni par le Conseil Général de l'Indre :

Concernant le trafic routier de la RD7, le conseil général de l'Indre nous informe qu'il n'existe pas de relevé de trafic pour cette route d'intérêt local, le trafic sur ce type de réseau étant estimé à moins de 500 véhicules/jour pour les deux sens de circulation confondus. Par défaut il est donc considéré une circulation de 500 véhicules/jour sur cet axe routier. Le courrier de réponse du Conseil Général de l'Indre à notre consultation est joint ci-dessous.

**Tableau 10 : trafic moyen des routes traversant la zone d'étude
(source CG36, service Bureau des comptages et de l'exploitation)**

Nom de la route	Distance à la première éolienne	Linéaire à l'intérieur du périmètre d'étude	Trafic moyen (véhicules/jour)	Route structurante ou non
RD7	140m	952m	500	Non structurante
RD926	180m	1646m	1130 VL* et 130 PL**	Non structurante
Route communale et voies d'accès aux hameaux	680m	1091m	Pas de comptage disponible	Non structurante

*Véhicules légers - **Poids lourds



Châteauroux, le

28 NOV. 2011

Monsieur Geoffroy ROLLAND
Assistant de projets éoliens
Société Volkswind France
32, rue de la Tuilerie
37550 SAINT-AVERTIN

Direction des Routes / BEER
LB-32767

Cher Monsieur,

Par courrier du 7 novembre 2011, vous avez de nouveau attiré mon attention sur un projet de parc éolien que vous étudiez sur la commune de SAINT-MARTIN-DE-LAMPS.

Vous souhaitez connaître le comptage du trafic routier sur les R.D. 7, R.D. 28, et R.D. 926 situées dans la zone d'étude.

Comme je vous l'avais indiqué dans mon courrier du 20 avril 2010, il n'existe pas de relevé du trafic sur les R.D. 7 et R.D. 28 (routes d'intérêt local), dans la base de données départementale sur les comptages routiers. Toutefois, je vous confirme ce que je vous précisais dans ce courrier. Le trafic sur ce type de réseau peut être estimé en moyenne à moins de 500 véhicules par jour pour les deux sens de circulation confondus.

Sur la R.D. 926, le trafic dans les deux sens de circulation confondus enregistré en 2008 (comptages les plus récents dans la base de données) est de 1 260 véhicules par jour dont 10,3 % de poids lourds.

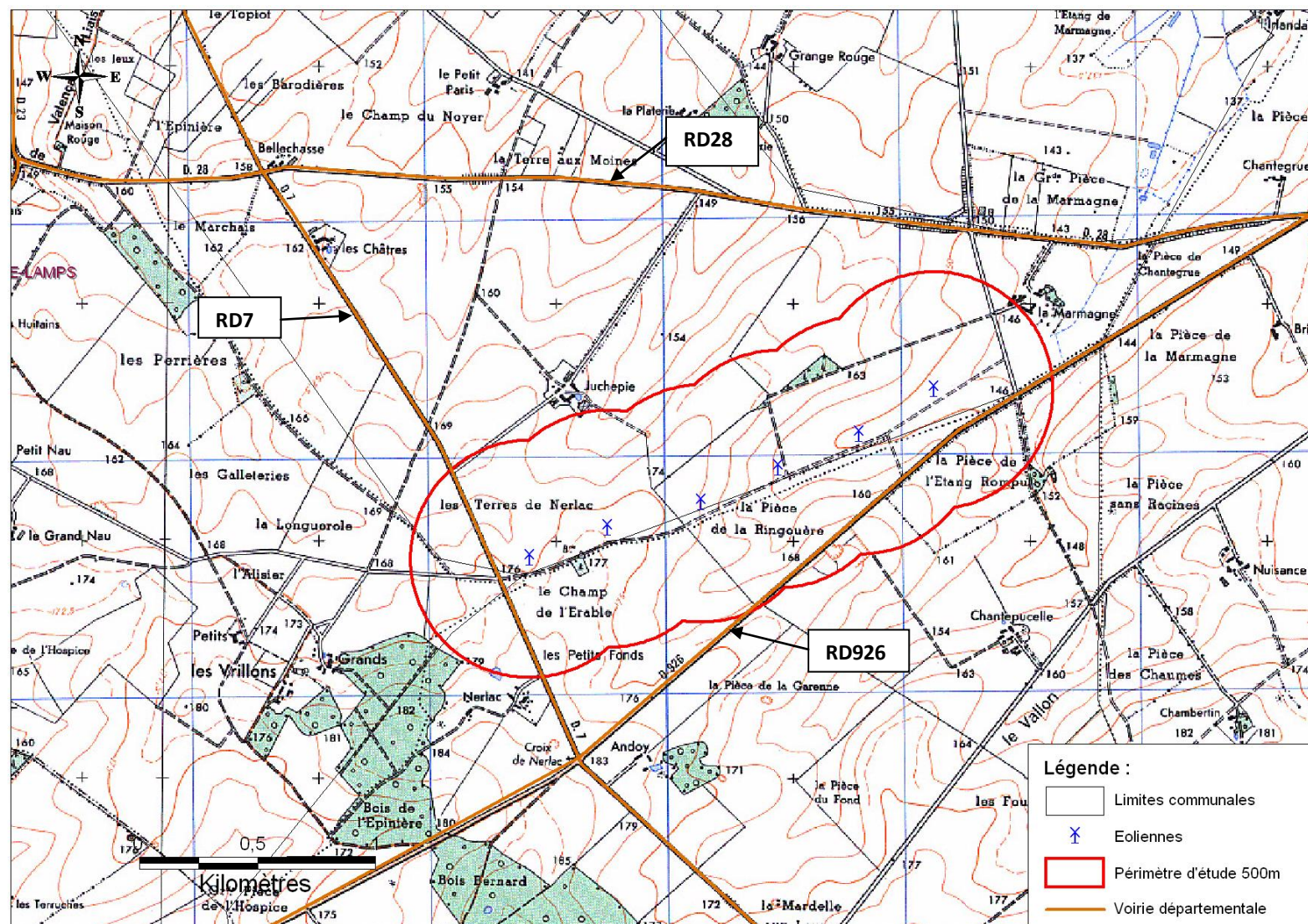
Je vous prie de croire, Cher Monsieur, en l'expression de mes meilleurs sentiments.

Pour le Président du Conseil Général,
Le Vice-Président délégué,

Jean-Louis CAMUS

Hôtel du Département - Place de la Victoire et des Alliés - B.P. 639 - 36020 Châteauroux Cedex
Tél. : 02 54 27 34 36 - Fax : 02 54 27 60 69 - Internet : www.cg36.fr

Figure 2 : Courrier de réponse du conseil Général de l'Indre sur la question des comptages routiers autour du projet



Carte 12 : Localisation des axes de communication autour du projet (source CG36)

La distance à chaque éolienne est précisée dans le tableau suivant pour la voirie traversant la zone d'étude :

Tableau 11 : Distance de chaque éolienne à la voirie autour du projet

N°Eolienne	Distance à la RD7	Distance à la RD926	Distance à la voirie communale
P1E1bis	142m	764m	1598m
P1E2	494m	643m	1450m
P1E3	896m	466m	1286m
P1E4	1252m	360m	1088m
P1E5	1622m	242m	907m
P2E1	1988m	181m	681m

Le reste de la voirie dans la zone d'étude se compose de chemins ruraux.

III.3.1.2. TRANSPORT FERROVIAIRE

Aucune voie de chemin de fer ne traverse la commune de Saint-Martin-de-Lamps ou les communes limitrophes.

III.3.1.3. TRANSPORT FLUVIAL

Aucun cours d'eau navigable ne traverse la commune de Saint-Martin-de-Lamps ou les communes limitrophes.

III.3.1.4. TRANSPORT AÉRIEN

L'aérodrome le plus proche de la zone d'étude se situe à environ 14km de la première éolienne sur la commune de Saint Maur, à proximité de Châteauroux. Il s'agit de l'aérodrome de Châteauroux Villers et il est ouvert au public.

Un aérodrome plus conséquent se situe à environ 17km, sur la commune de Déols. Il s'agit de l'aérodrome de Châteauroux-Déols, également ouvert au public.



Carte 13 : Localisation des aérodrômes les plus proches du projet

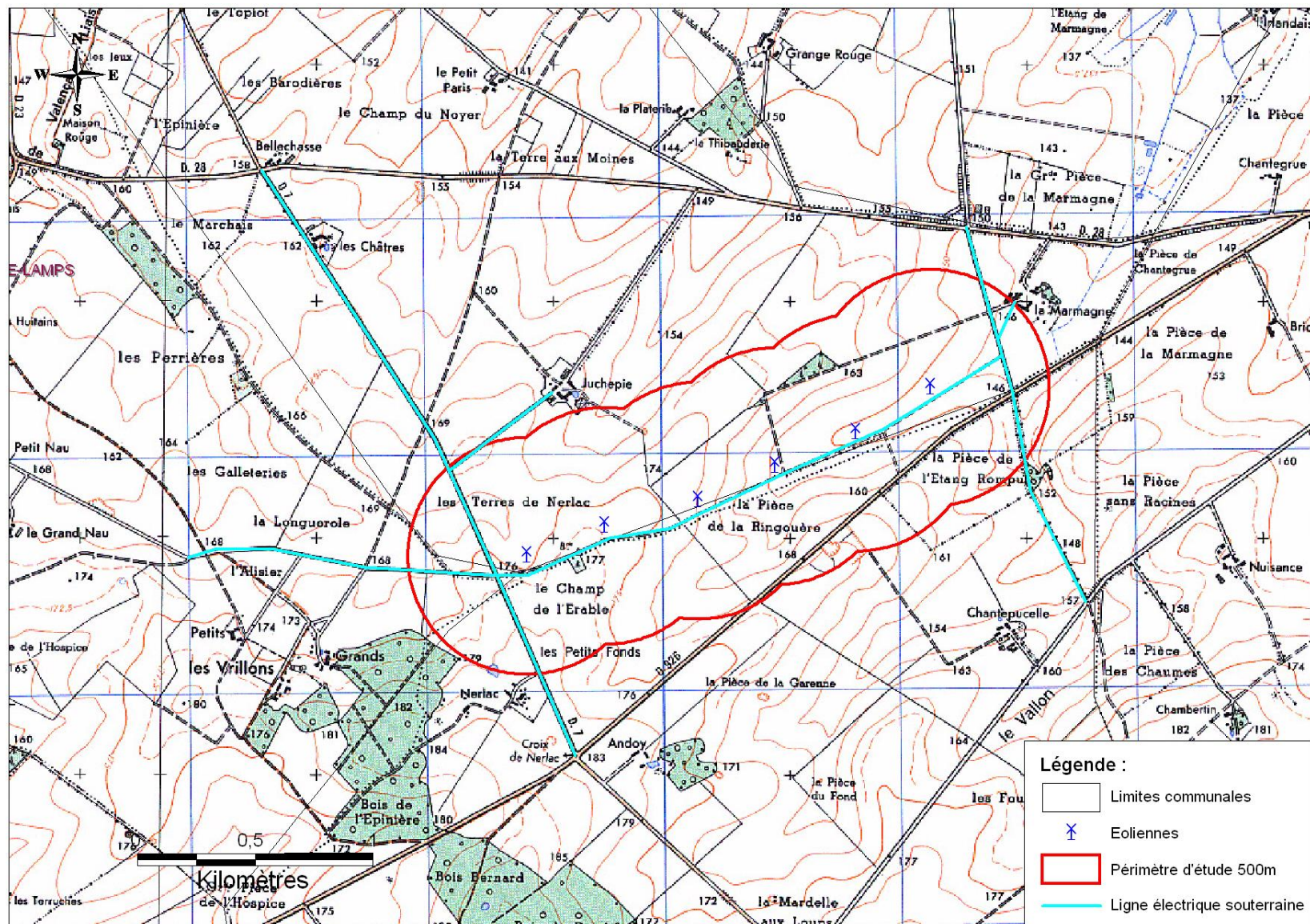
D'autre part, aucune servitude aéronautique civile ou militaire limitant l'implantation d'un projet éolien n'existe au sein de la zone d'étude.

III.3.2. RÉSEAUX PUBLICS ET PRIVÉS

III.3.2.1. TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ

Une ligne électrique souterraine traverse la zone d'étude en longeant les routes départementales et les voies communales. Il s'agit d'une ligne haute tension HTA (20 000V). D'après ERDF Beauce Sologne, les travaux sont considérés à proximité d'un ouvrage électrique lorsqu'ils sont situés à moins de 1,5 mètre d'une ligne souterraine, quelle que soit sa tension. Les éoliennes du projet sont situées à minimum 47m de cette ligne électrique.

Par ailleurs, le recalibrage ou la création des voies d'accès aux éoliennes devra prendre en compte la présence de cet ouvrage de sorte que tout terrassement à proximité des supports ne puisse compromettre leur stabilité et leur intégrité lors des passages des engins de gros gabarit (grue).



Carte 14 : Localisation de la ligne électrique enterrée gérée par ERDF (source ERDF)

Les distances minimales entre chaque éolienne et la ligne électrique souterraine sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Les coordonnées précises de cette ligne souterraine n'étant pas fournies par ERDF, il existe une incertitude concernant les distances relevées ci-dessous. Mais celle-ci n'est pas de nature à remettre en question l'impact de cette ligne par rapport à l'implantation des éoliennes, qui ici est nul :

Tableau 12 : Distance des éoliennes à la ligne électrique

N° Eolienne	Distance à la ligne électrique (m)
P1E1bis	57m
P1E2	55m
P1E3	50m
P1E4	68m
P1E5	78m
P2E1	47m

III.3.2.2. TRANSPORT DE GAZ

Il n'existe aucune canalisation de gaz dans le périmètre d'étude du projet.

III.3.2.3. TRANSPORT D'EAU

D'après le service santé environnement de l'ARS² de l'Indre, la commune de Saint-Martin-de-Lamps est alimentée en eau potable par le SIAEP³ de Levroux. Ce dernier est constitué de deux unités de distributions : Levroux-Urbain et Levroux-Rurales.

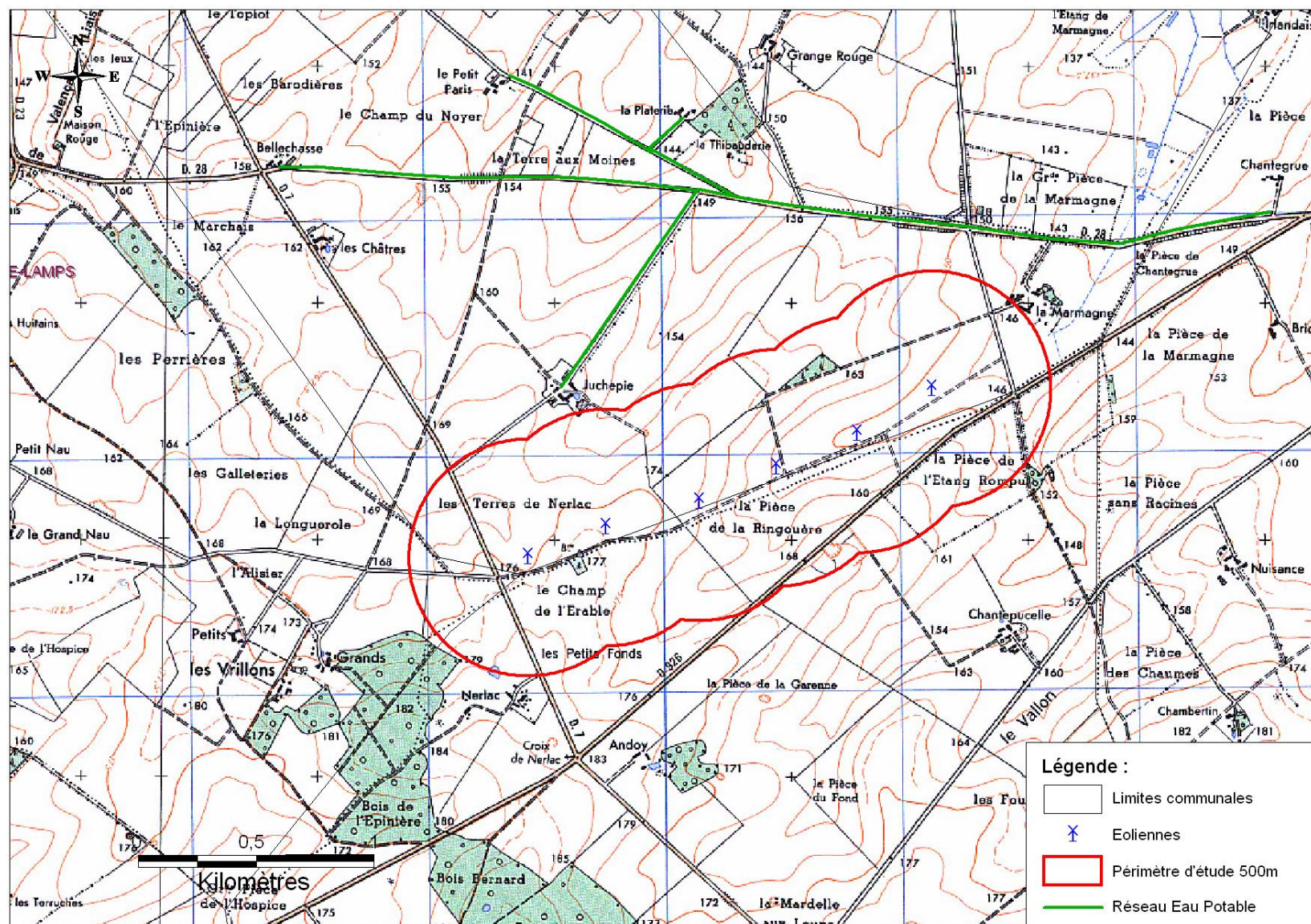
L'UDI⁴ de Levroux-Urbain alimente la commune de Levroux. Quant à l'UDI Levroux-Rurale, forte de 4 captages, elle alimente le quartier nord de Levroux ainsi que les communes de Bouges-Le-Château, Saint-Pierre-de-Lamps, Saint-Martin-de-Lamps et Sougé. Aucun périmètre de protection n'est présent sur la commune de Saint-Martin-de-Lamps.

Le réseau d'alimentation en eau potable de Saint Martin de Lamps suit la départementale D 28, au nord des éoliennes et dessert notamment la ferme de Juchepie par le nord (voir carte page suivante). Aucune contrainte n'est à attendre sur ce thème.

² Agence Régionale de Santé

³ Service Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable

⁴ Unité de Distribution



Carte 15 : Réseau d'alimentation en eau potable sur le périmètre d'étude

III.3.2.4. RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT (STATIONS D'ÉPURATION)

Il n'existe pas de station d'épuration sur la commune de Saint-Martin-de-Lamps. Toutes les habitations disposent d'un système d'assainissement autonome, hors de la zone d'étude.

III.3.3. AUTRES OUVRAGES PUBLICS

Aucun autre ouvrage ne se trouve à l'intérieur de la zone d'étude.

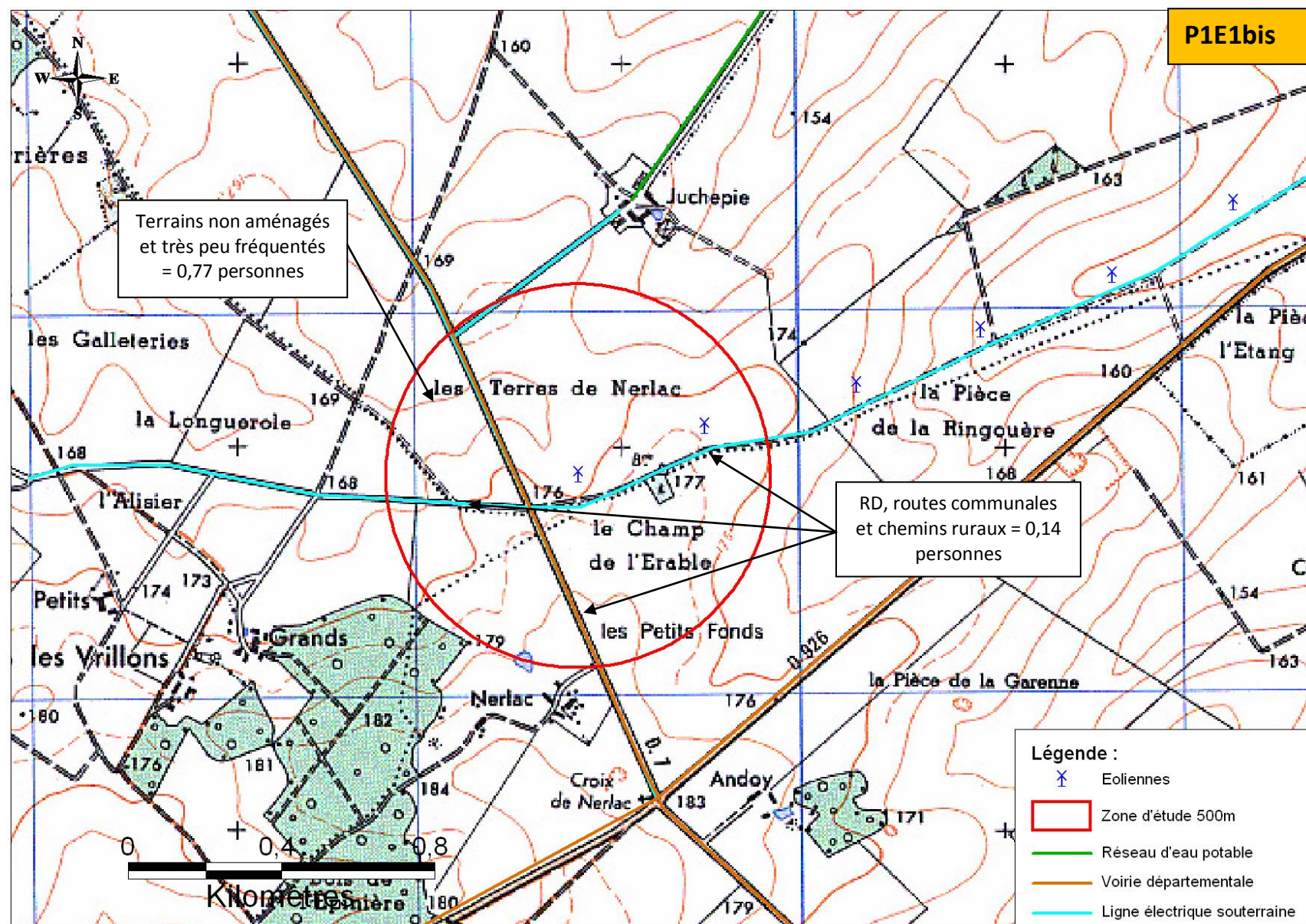
III.4. CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

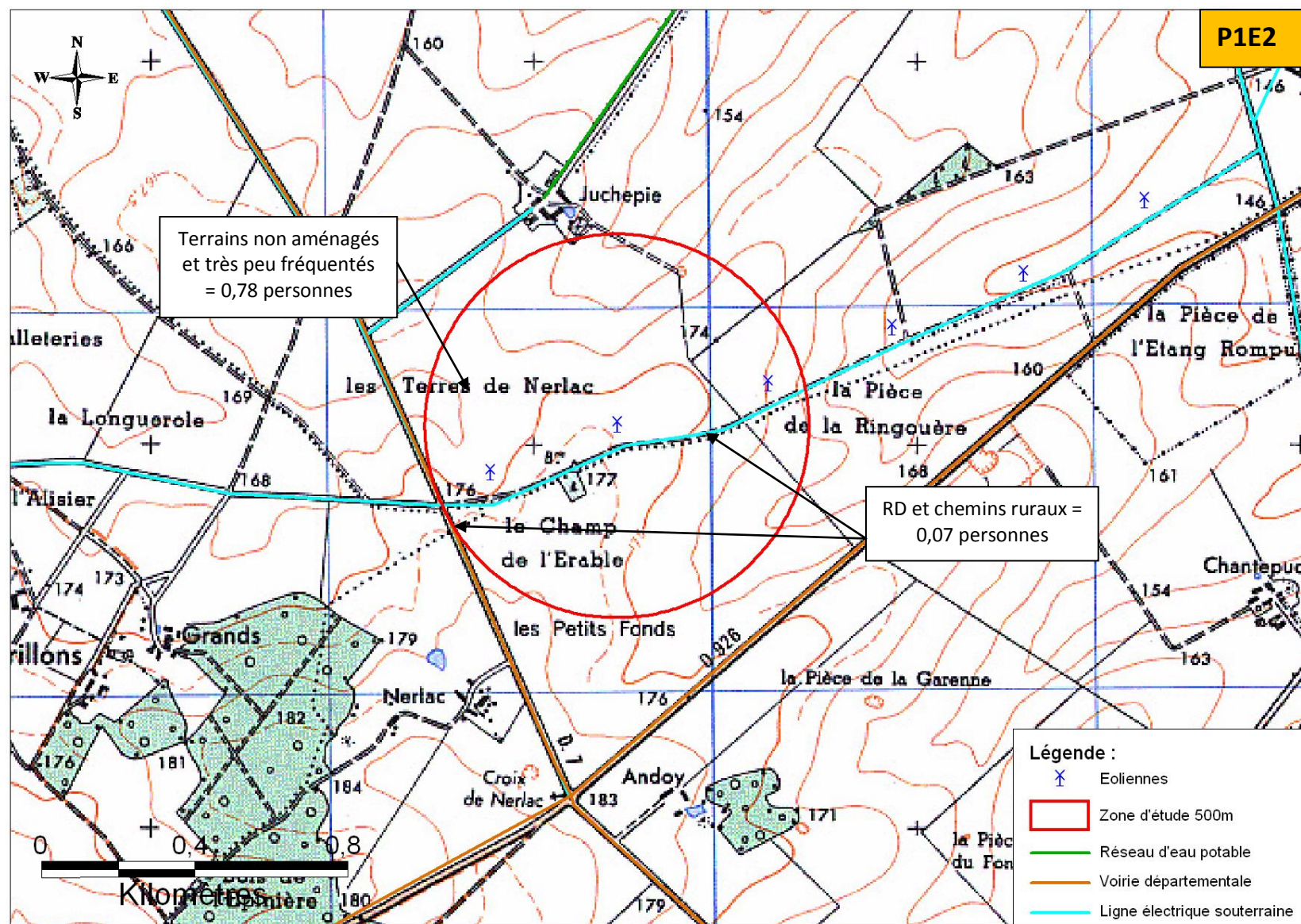
Une carte de synthèse par éolienne est présentée ci-dessous.

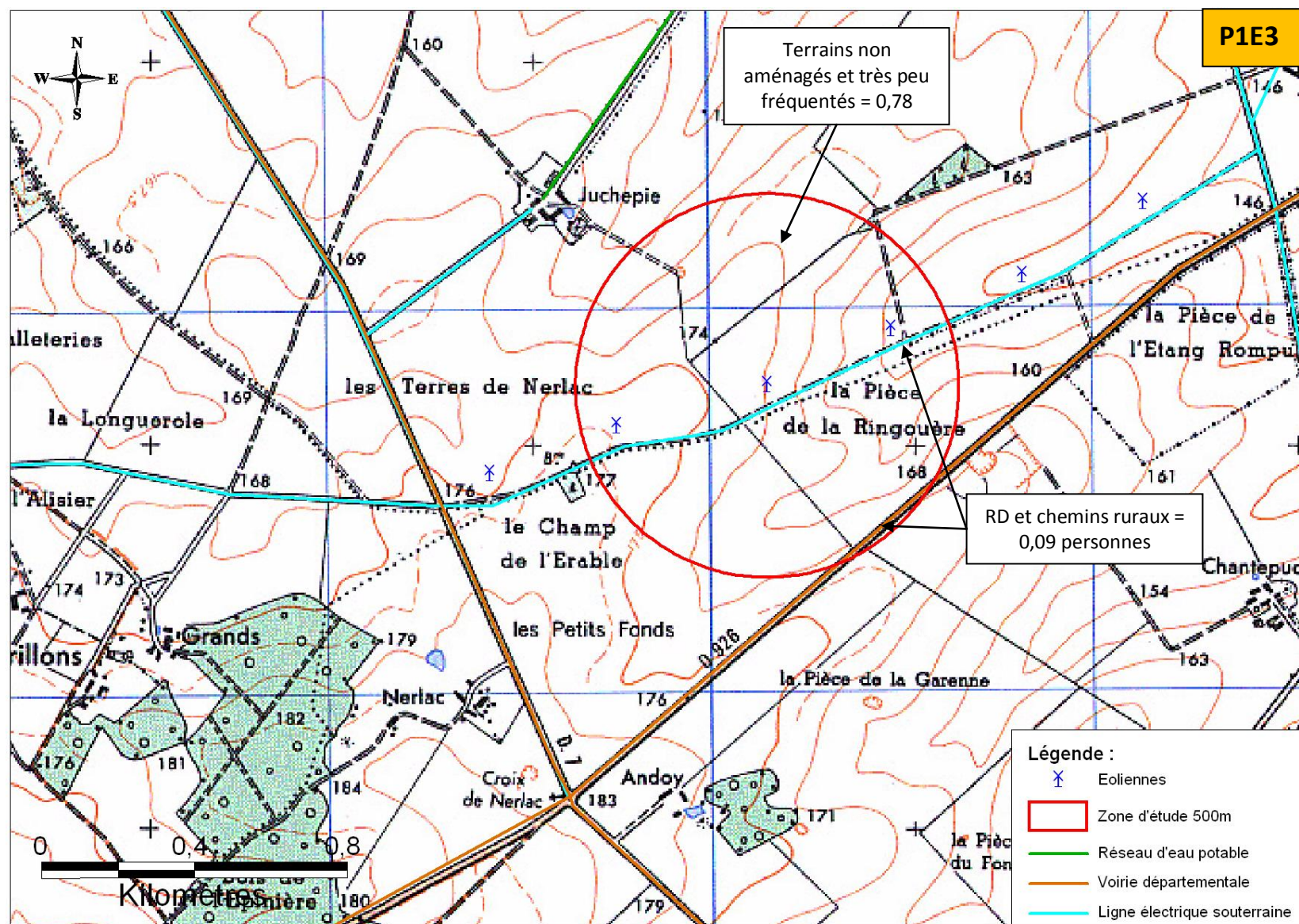
La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en Annexe 1. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 Mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

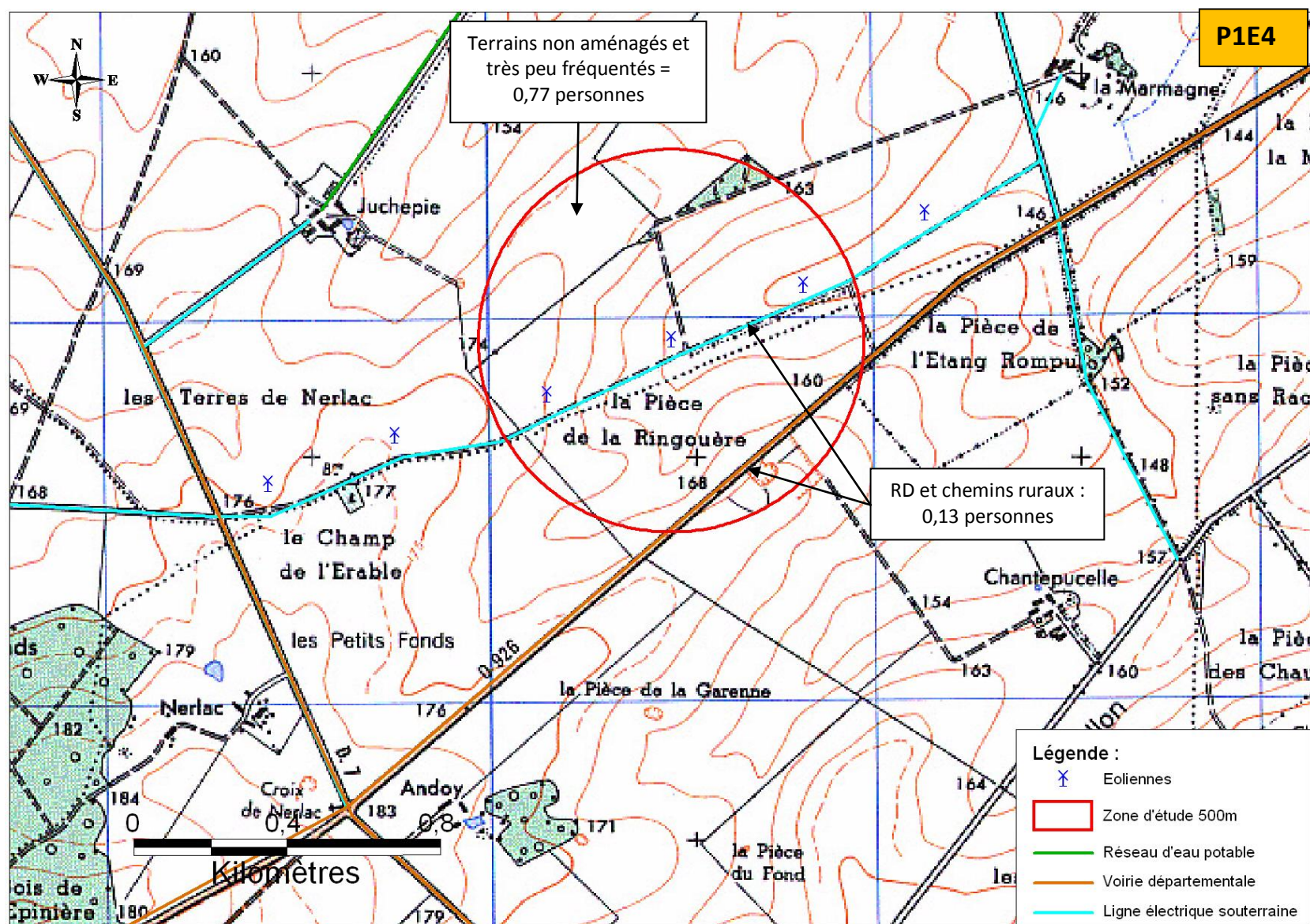
Il est considéré dans les calculs ci-dessous que les routes départementales ont une largeur de 7m et les routes communales et chemins ruraux une largeur de 5m.

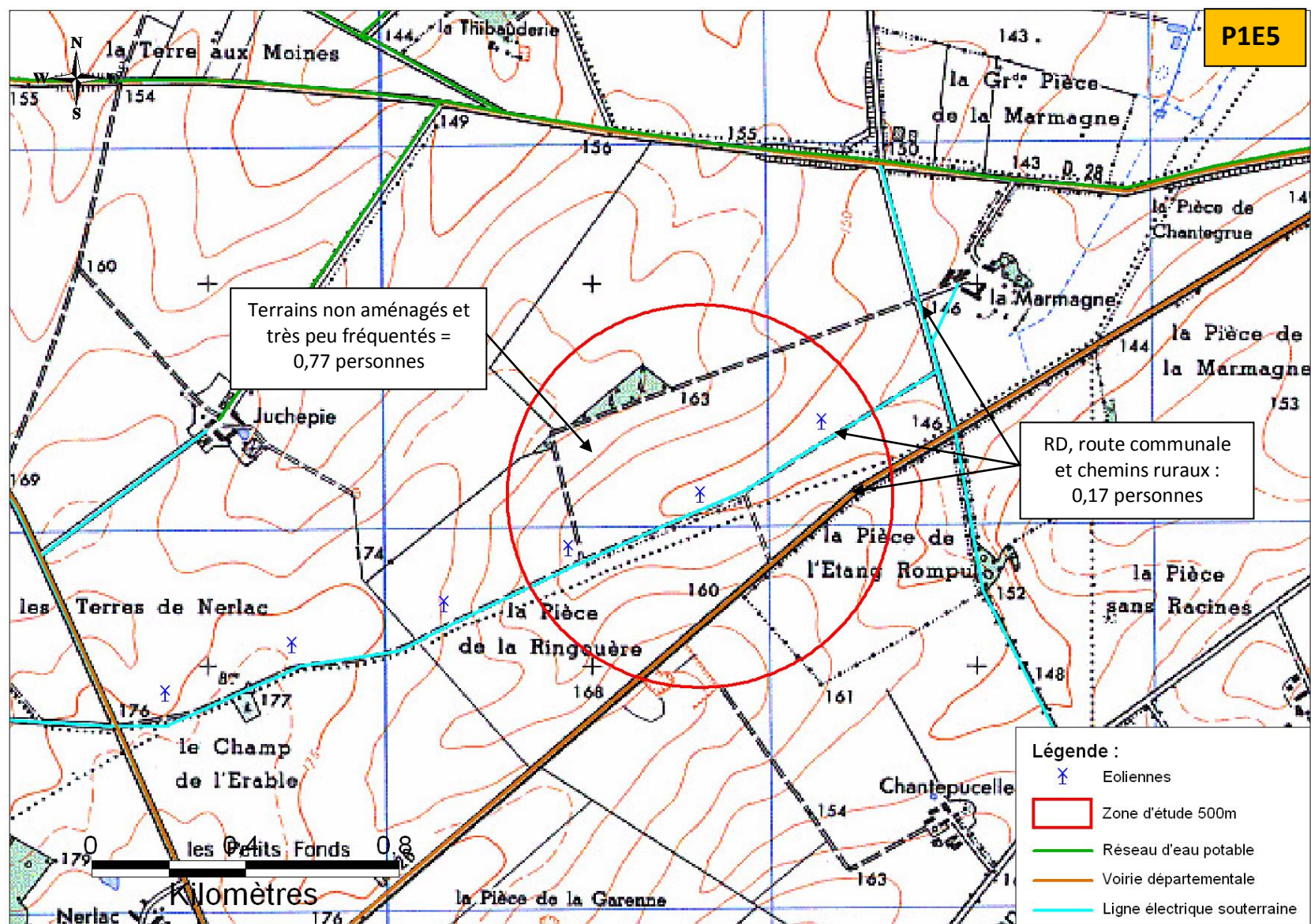
N°Eolienne	Nombre de personnes exposées		Total (Nb personnes)
	Champs (1personne/100ha)	RD non structurantes/chemins ruraux/routes communales (1 personne/10ha)	
P1E1bis	Surface = 771686m ² Nb personnes exposées → 0,77	RD7 → 6692m ² Routes communales → 2590m ² Chemins ruraux → 4430m ² Nb personnes exposées → 0,14	0,91
P1E2	Surface = 778464m ² Nb personnes exposées → 0,78	RD7 → 889m ² Routes communales → 0 Chemins ruraux → 6045m ² Nb personnes exposées → 0,07	0,85
P1E3	Surface = 776105m ² Nb personnes exposées → 0,78	RD7 → 2093m ² Routes communales → 0 Chemins ruraux → 7200m ² Nb personnes exposées → 0,09	0,87
P1E4	Surface = 7785398m ² Nb personnes exposées → 0,77	RD7 → 4676m ² Routes communales → 0 Chemins ruraux → 8855m ² Nb personnes exposées → 0,13	0,91
P1E5	Surface = 768263m ² Nb personnes exposées → 0,77	RD7 → 5950m ² Routes communales → 0 Chemins ruraux → 11185m ² Nb personnes exposées → 0,17	0,94
P2E1	Surface = 765928m ² Nb personnes exposées → 0,77	RD7 → 6230m ² Routes communales → 2875 Chemins ruraux → 10365m ² Nb personnes exposées → 0,19	0,96

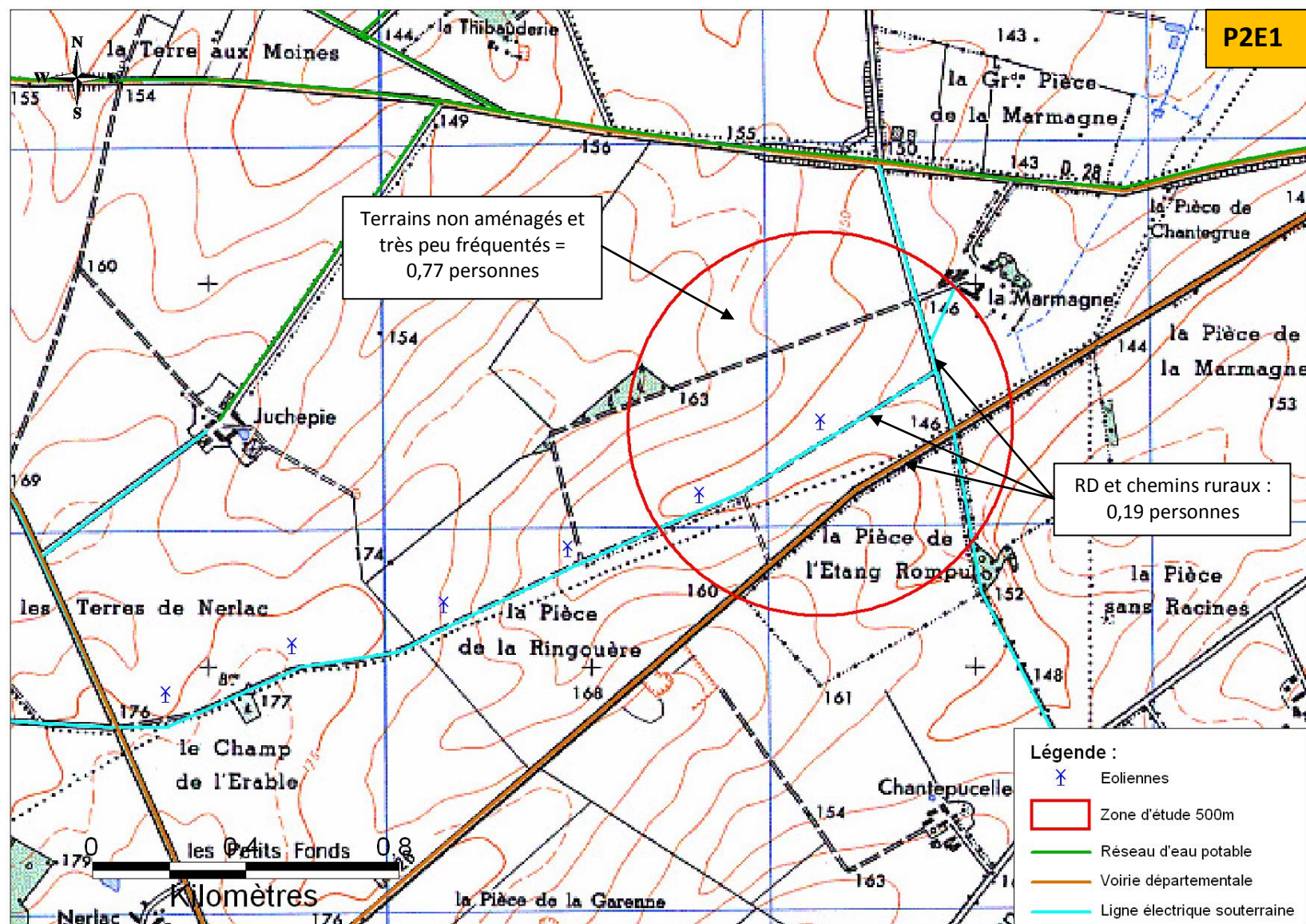












IV. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

IV.1. CARACTÉRISTIQUES DE L'INSTALLATION

IV.1.1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES D'UN PARC ÉOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe IV.3.1) :

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

❖ Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Pour l'éolienne SWT101 utilisée dans le cadre de ce projet, le transformateur, qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique, et positionné à côté du mât de l'éolienne, et non à l'intérieur.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
 - le système de freinage mécanique ;
 - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
 - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
 - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.



Photographie 1 : Eolienne SWT101-2.3MW de 150m
(source Volkswind)

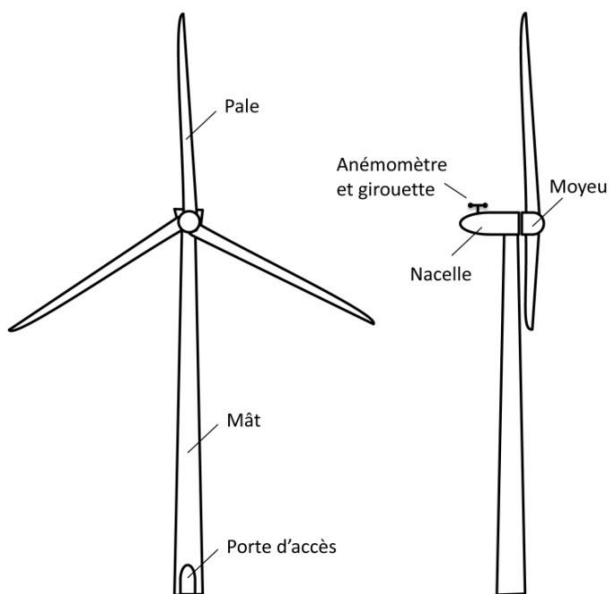


Figure 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

❖ Emprise au sol

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

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

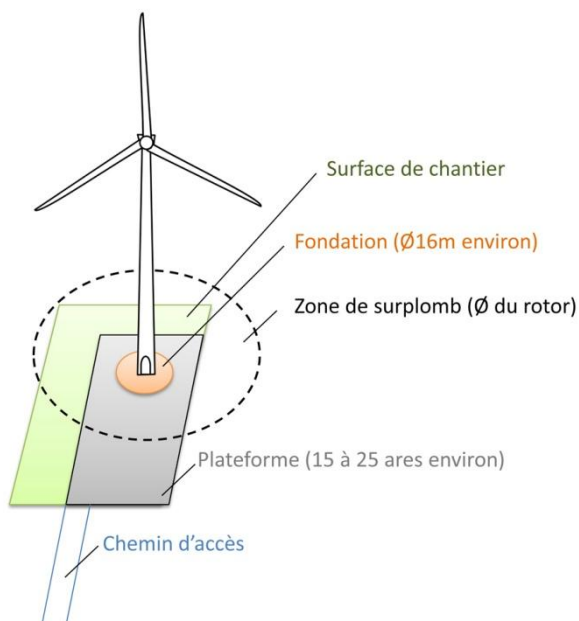


Figure 4 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne
(Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale)

❖ Chemins d'accès

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

- L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants ;
- Pour le parc éolien de Saint Martin de Lamps, aucun chemin ne sera créé dans les parcelles agricoles, les éoliennes étant alignées le long d'un chemin existant.

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

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

❖ Autres installations

Aucune autre installation n'est prévue sur le parc éolien de Saint Martin de Lamps.

IV.1.2. ACTIVITÉ DE L'INSTALLATION

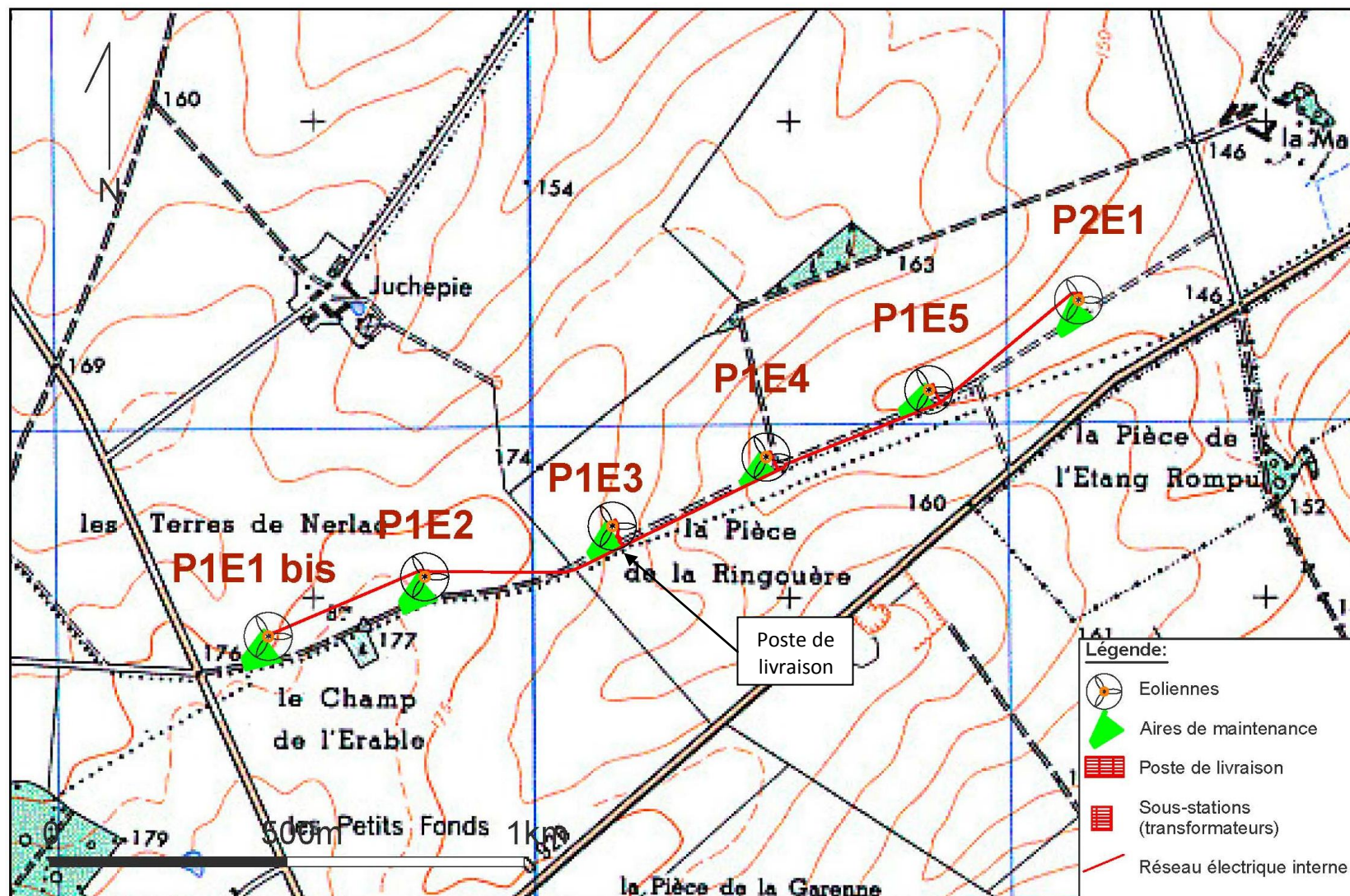
L'activité principale du parc éolien de Saint-Martin-de-Lamps est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) de 101,5 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

IV.1.3. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien de Saint-Martin-de-Lamps est composé de 6 aérogénérateurs et d'1 poste de livraison. Les transformateurs de chaque éolienne seront implantés au pied de chaque mât. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 99,5 mètres (soit une hauteur de mât de 101,5 mètres au sens de la réglementation ICPE) et un diamètre de rotor de 101 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 150 mètres.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de livraison en Lambert 2 étendu :

Numéro de l'éolienne	Longitude (X)	Latitude (Y)	Altitude en mètres NGF
P1E1bis	539887	2217921	174
P1E2	540217	2218047	177
P1E3	540612	2218154	170
P1E4	540936	2218299	155
P1E5	541279	2218440	149
P2E1	541595	2218630	148



Carte 16 : Plan détaillé de l'installation

(Les sous-stations de transformation sont très peu visibles du fait de leur petite taille et de leur proximité à l'éolienne)

IV.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

IV.2.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AÉROGÉNÉRATEUR

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque **l'anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 15 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre «lent» lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

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

Pour un aérogénérateur de 2,3 MW par exemple, la production électrique atteint 2 300 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

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

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

L'éolienne SWT101-2.3MW :

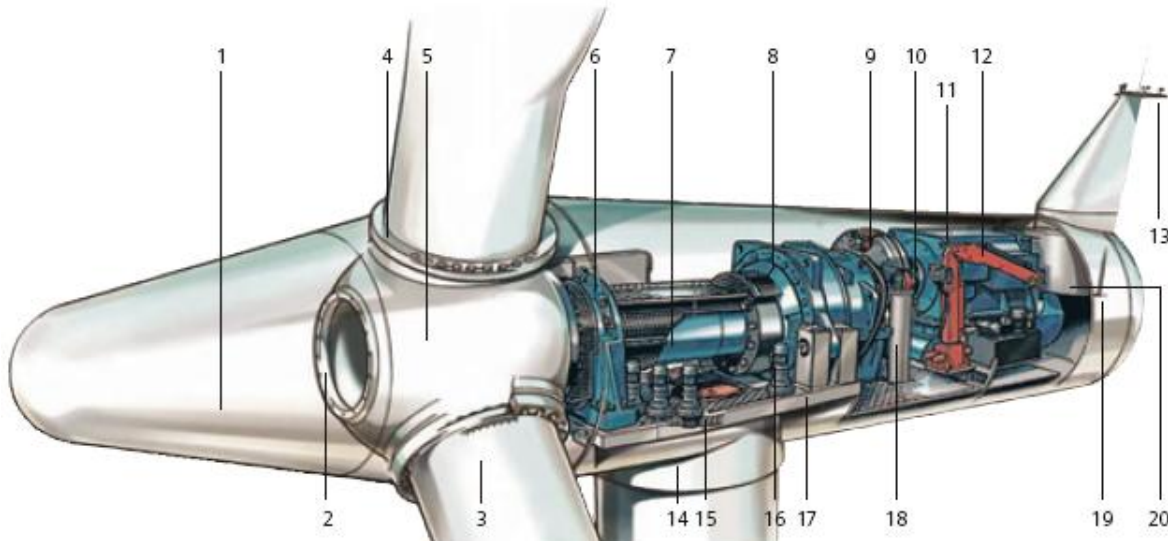
L'éolienne envisagée pour le parc de Saint Martin de Lamps est une Siemens SWT-2.3-101, adaptée pour les vents moyens. Le tableau suivant donne les principaux éléments constitutifs des éoliennes SWT101-2.3MW.

Tableau 13 : Principaux éléments constitutifs de l'aérogénérateur

Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	20 m de diamètre et une profondeur de 2,5 à 3,6 m. (les dimensions précises seront définies une fois l'étude géotechnique réalisée pour chaque éolienne)
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	3,96 m de diamètre à la base et 2,39 m au sommet 99,5 m de hauteur
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	Longueur de 11,39m, la largeur maximale de 3,5 m et une hauteur de 3,9m L'électricité produite au niveau de la nacelle a une tension de 690V
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	101 m de diamètre Surface balayée 8012m ²
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Dimensions : 2,5 x 2,55 x 2,65(H) m Elève la tension de 690V à 20 000V. Il est prévu à l'extérieur de l'éolienne
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Dimension 11m x 3m Tension dans le poste 20 000V

Leurs caractéristiques principales sont :

- Puissance nominale de 2,3 MW (2300 kW) ;
- Régulation de la puissance s'effectuant par variation de l'angle des pales (régulation pitch). ;
- Vitesse du rotor : Variable de 6 à 16 tours/minute ;
- Vitesse de vent de démarrage : de 4 m/s ;
- Vitesse de vent à puissance nominale : de 12-13 m/s ;
- Limites de fonctionnement :
 - Vitesse de vent de coupure : 25 m/s,
 - Résistance au vent jusqu'à 55 m/s (198 km/h) pendant 3 secondes,
- Les éoliennes et tous les composants sont fabriqués suivant la norme de qualité ISO 9001 ;
- Le système de freinage est à la fois aérodynamique et mécanique. Les trois pales indépendantes les unes des autres peuvent être mises en drapeau en quelques secondes. Le blocage complet du rotor n'est effectué que lorsqu'on utilise l'arrêt d'urgence ou en cas d'entretien (frein à disque mécanique).



Agencement de la nacelle

- | | |
|------------------------|-----------------------------------|
| 1. Nez | 11. Génératrice |
| 2. Support du nez | 12. Grue de service |
| 3. Pale | 13. Capteurs météorologiques |
| 4. Roulement de calage | 14. Mât |
| 5. Moyeu | 15. Couronne d'orientation |
| 6. Palier principal | 16. Motoréducteur d'orientation |
| 7. Arbre principal | 17. Plaque de base de la nacelle |
| 8. Multiplicateur | 18. Filtre à huile |
| 9. Frein à disque | 19. Habitacle de la nacelle |
| 10. Accouplement | 20. Ventilateur de la génératrice |

Figure 5 : Schéma de la nacelle SWT101-2.3MW

D'un point de vue aérodynamique, les éoliennes doivent être suffisamment distantes l'une de l'autre de sorte que les perturbations liées aux courants d'air engendrés par la rotation des pales soient atténuées au niveau de l'éolienne voisine. Sur le site du projet, les éoliennes seront ainsi implantées à 350 m minimum l'une de l'autre afin de rétablir une circulation fluide de l'air.

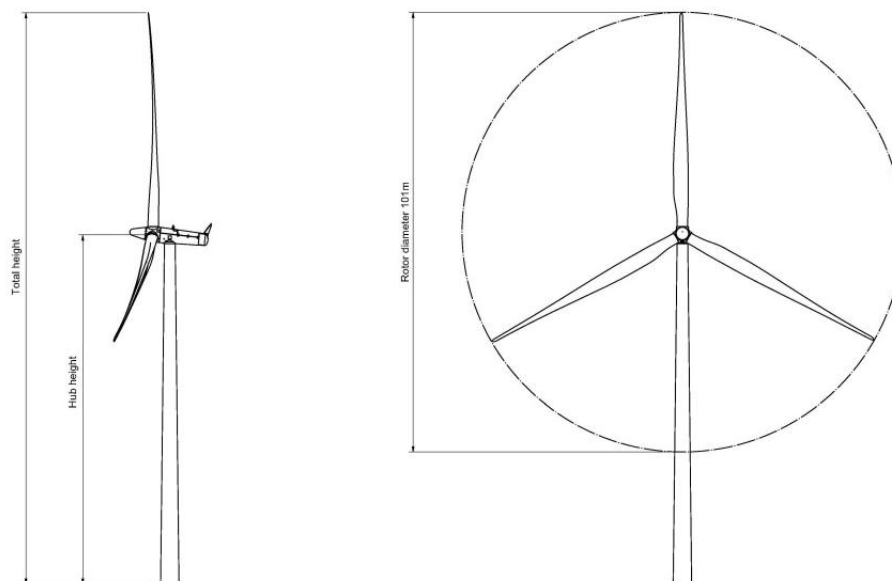


Figure 6 : Schéma en élévation de l'éolienne SWT101-2.3MW avec une hauteur de moyeu de 99,5m et un rotor de 101m

IV.2.2. SÉCURITÉ DE L'INSTALLATION

L'installation respecte la réglementation applicable en vigueur en matière de sécurité. Elle 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'à l'ensemble des lois et normes qui assurent la sécurité de l'installation.

L'aérogénérateur :

- L'aérogénérateur respecte la Directive Machine 2006/42/CE.
- La société Siemens Wind Power atteste de la conformité de ses aérogénérateurs à l'ensemble des dispositions contenues dans l'Arrêté du 26 août 2011. Les articles respectés sont précisés en Annexe 5 : Document Siemens : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 – Régime des ICPE.
- Le Type Certificate (Certification CE) atteste la conformité de l'aérogénérateur à la norme CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 (Annexe 6 : Certificat de type (type certificate))

Le balisage :

- Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.
- Des panneaux présentant les prescriptions au public sont installés sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur.

La fondation :

Le dimensionnement des fondations respecte les codes de construction pour l'Europe, les Eurocodes.

Les principaux utilisés pour le calcul des fondations sont :

- Eurocode 2 : Calcul des structures en béton
- Eurocode 7 : Calcul géotechnique

Les installations électriques extérieures :

Le poste de livraison et les transformateurs sont conformes aux normes suivantes :

- NFC 15-100 (version compilée de 2008)

- NFC 13-100 (version de 2001)
- NFC 13-200 (version de 2009)

Volkswind est chargé de l'entretien de ces équipements, qui seront contrôlés avant la mise en service puis tous les ans.

IV.2.3. OPÉRATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

La société SIEMENS atteste de la conformité de ses aérogénérateurs à l'ensemble des dispositions contenues dans l'Arrêté du 26 août 2011 y compris les essais de mise en service ainsi que les vérifications de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt.

Compte tenu de la préfabrication des éoliennes, les opérations de montage de l'éolienne sur site se font dans un délai relativement court (un à deux jours par éolienne pour assembler les diverses parties).

Après montage, les opérations de raccordements électriques ainsi que les réglages et essais de fonctionnement de l'éolienne demandent quelques semaines.

Tout au long des années de fonctionnement de l'éolienne, des opérations de maintenance programmées vérifient l'état et le fonctionnement des sous systèmes de l'éolienne. Pour la Siemens SWT101-2.3, les opérations de maintenance annuelle sont organisées de la manière suivante :

Tableau 14 : Opérations de maintenance annuelle de l'éolienne SWT101-2.3MW (source Siemens)

SIEMENS

N°	Tâches de maintenance annuelle DD, GD - Siemens Wind Turbine Generators -
1.	Inspection des Boulons (vérification au niveau de la nacelle, rotor et pales avec serrage selon planification)
2.	Contrôle des pales: - détection de fissures et bruits inhabituels pendant le fonctionnement, - contrôle de l'intérieur des pales, - contrôle des systèmes de protection anti-foudre.
3.	Système de lubrification des roulements de pales: - remplacement/vidage des godets de vidange, - ajout de graisse neuve, - contrôle de lubrification des roulements.
4.	Circuit foudre: - contrôle de contacts allant des pales jusqu'aux fondations, - contrôle des cartes de détection de foudre.
5.	Armoires électriques: - vérification et tests des capteurs de température, - vérification et tests des détecteurs de fumée, - vérification et tests des ventilateurs, - remplacement des filtres à air.
6.	Convertisseur: - idem contrôle armoires électriques, - contrôle du système de refroidissement, - remplacement du liquide de refroidissement suivant planification.
7.	Système central de lubrification des roulements et du système d'orientation: - remplissage de graisses neuves, - contrôle de l'absence de fuite.
8.	Systèmes hydrauliques (frein, rotation de pales, grue, capot de nacelle et multiplicateur si applicable): - prélèvement d'échantillon d'huile, - remplacement des filtres, - contrôle du système de refroidissement, - vérification d'absence de fuite, - Vérification des pompes, - vérification et tests des capteurs de niveaux, de pression et de température, - vérification des vannes, soupapes et accumulateurs.
9.	Réglage de l'alignement de la génératrice et vérification des connexions mécaniques.
10.	Vérification et reserrage de tous les raccordements électriques (système de commande, convertisseur, réactance principale, disjoncteur principal, et génératrice).
11.	Contrôles mécaniques (système d'orientation, génératrice et multiplicateur si applicable): - Inspection des engrenages, - vérification du graissage, - contrôle d'usure, - contrôle des supports d'amortissement.
12.	Système de freinage: - contrôle visuel du disque de frein, - contrôle des garnitures.
13.	Test des systèmes de sécurité: - contrôle des capteurs de survitesse (tests et simulations de régime de survitesse), - contrôle des systèmes de détection de vibrations (tests et simulations de balourd), - contrôle des boutons d'arrêt d'urgence.
14.	Nacelle: - contrôle des joints et capots, - contrôle de la grue de service, - nettoyage de la nacelle.
15.	Tour: - contrôle visuel des points d'ancrage, - contrôle de corrosion, - écaillage de peinture sur la tour, - recherche de pénétration d'eau et de fissures dans le scellement, - contrôle de l'ascenseur de service, - nettoyage des plateformes.

Tous ces contrôles sont décrits en détail dans des procédures spécifiques et font l'objet de formulaires d'enregistrement des opérations effectuées. Ces procédures évoluent avec l'expérience de SIEMENS. Elles sont régulièrement mise à jour suivant une logique d'amélioration continue.

IV.2.4. STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

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

IV.2.5. PROCÉDURE EN CAS D'INCIDENT

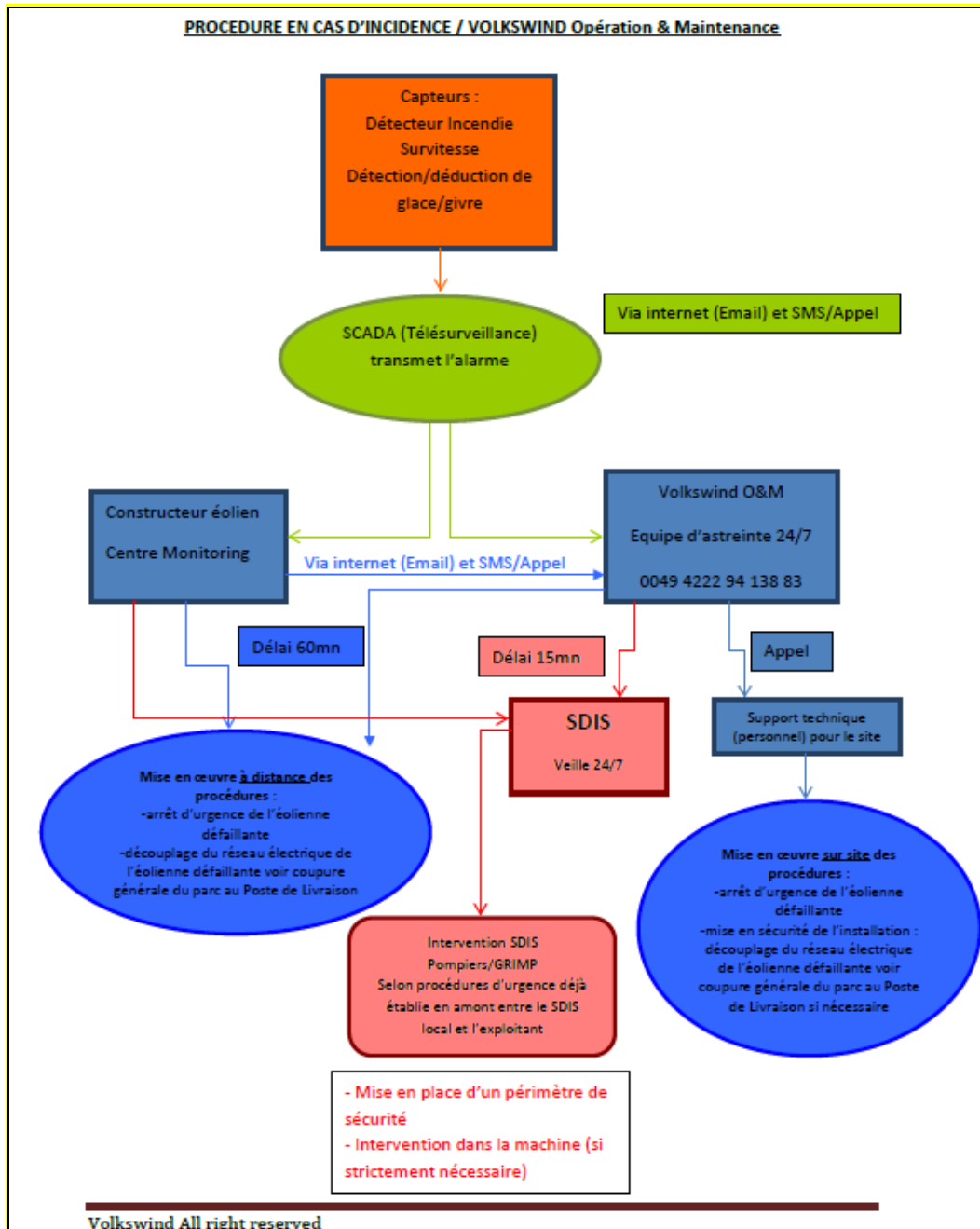


Figure 7 : Procédure VOLKSWIND en cas d'incident

Description :

- Capteurs :

Les éoliennes exploitées par la société Volkswind sont équipées des capteurs/détecteurs nécessaires répondant aux demandes d'ICPE (voir chapitre sur les fonctions de sécurité).

Ces dispositifs sont implantés dans les machines selon les normes EN et NF et subissent des tests périodiques et fonctionnels particuliers et adaptés.

Leurs rôles sont de détecter des anomalies survenues au cours de l'exploitation d'une éolienne. En cas d'entrée en fonctionnement anormal de l'éolienne, l'automate de l'éolienne génère une alarme spécifiant le type d'événement : incendie (détecteur de fumée), survitesse (rotor ou génératrice s'emballe), risque de glace/givre (déducteur ou calculateur différentiel).

Enfin, l'alarme est transmise aux opérateurs (constructeur et exploitant) via la voie internet (Email) ou SMS/Appel téléphonique.

- La télésurveillance : système SCADA

C'est le système informatique qui permet de visualiser les paramètres techniques dans une éolienne. Plusieurs capteurs/sondes de température y sont reliés ce qui permet à l'opérateur de contrôler l'état d'une éolienne à distance et d'interagir avec elle (arrêt/mise en pause ou redémarrage si besoin la machine).

- Centre Monitoring

Ce service est proposé par le constructeur de l'éolienne. Les opérateurs surveillent 24/7 les éoliennes du constructeur à l'échelle mondiale. En cas d'événement anormal, une vérification des paramètres techniques est réalisée afin de lever le doute. Si nécessaire, une équipe peut être envoyée sur site pour lever visuellement le doute.

En cas d'alerte (feu ou survitesse), l'opérateur arrête immédiatement la machine pour la mettre en sécurité et enclenche la procédure d'information à l'exploitant et/ou aux secours si nécessaire.

- VOLKSWIND Opération & Maintenance

La Ferme Eolienne délègue le service Opération & Maintenance à VOLKSWIND.

Une équipe qualifiée est d'astreinte 24/7. Elle est chargée de gérer l'exploitation technique des éoliennes.

Le personnel, basé en France et en Allemagne, est en mesure de se connecter en permanence au SCADA des parcs éoliens et réalise la surveillance à distance en redondance avec les constructeurs.

Cette équipe est joignable en permanence sur un numéro générique d'exploitation qui figure sur les panneaux d'avertissement à proximité de chaque éolienne en exploitation ce qui permet à un tiers, témoin d'un problème de fonctionnement, de contacter directement l'exploitant.

Ce numéro est également communiqué à tous les acteurs principaux du site en exploitation tel que : les constructeurs, sous-traitants électriques, ERDF, SDIS, etc. Tous les appels téléphoniques seront transférés à une personne en charge qui traitera la demande en fonction de la nature de l'événement survenu et sera responsable de prévenir les services de secours dans les 15mn suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'éolienne.

- Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS)

C'est le service compétent à qui l'alerte doit être transmise en cas de nécessité. Ce service va mobiliser les moyens humains et techniques nécessaires en cas d'intervention selon ses propres procédures.

Un travail en amont sera réalisé avec le SDIS concerné par le projet afin d'identifier les informations pratiques du site éolien tel que : identification du parc, nombre et type d'éolienne, localisation de l'installation, des accès possibles, numéro de l'exploitant et des intervenants possibles, etc. afin de garantir les meilleures conditions possibles pour l'intervention des secours (rapidité, mobilisation des bons moyens d'intervention, etc.).

Le SDIS est informé des moyens déjà à disposition dans les éoliennes en cas d'intervention :

- Les extincteurs portatifs à disposition dans la nacelle et en bas de la tour.
- Kit d'évacuation en hauteur par la trappe et palan dans la nacelle.
- La disposition des boutons d'Arrêt d'Urgence dans l'éolienne.
- Numéro du centre de conduite ERDF -> couper l'alimentation du Poste de Livraison à distance.

En accord avec le SDIS, des consignes types sont indiquées sur site permettant d'identifier clairement les éléments d'information à donner aux secours lors d'un appel d'urgence, via le **numéro 18** (type d'incidence, accident avec personne ou non, incendie, etc). Ainsi le SDIS sera en mesure de mobiliser les moyens adéquates : pompiers, GRIMP, évacuation en hélicoptère ou tout simplement mise en sécurité du périmètre s'il n'y a pas de possibilité /nécessité d'intervenir dans les éoliennes.

- Procédure d'urgence

C'est un document rédigé par le SDIS, en collaboration avec l'exploitant au moment de la mise en service du site, comportant les recommandations d'intervention en fonction du type d'incident. Il s'agit d'un document propre à chaque SDIS.

Les consignes de sécurité aux personnels du SDIS et du site y sont identifiées.

IV.3. FONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX DE L'INSTALLATION

IV.3.1. RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

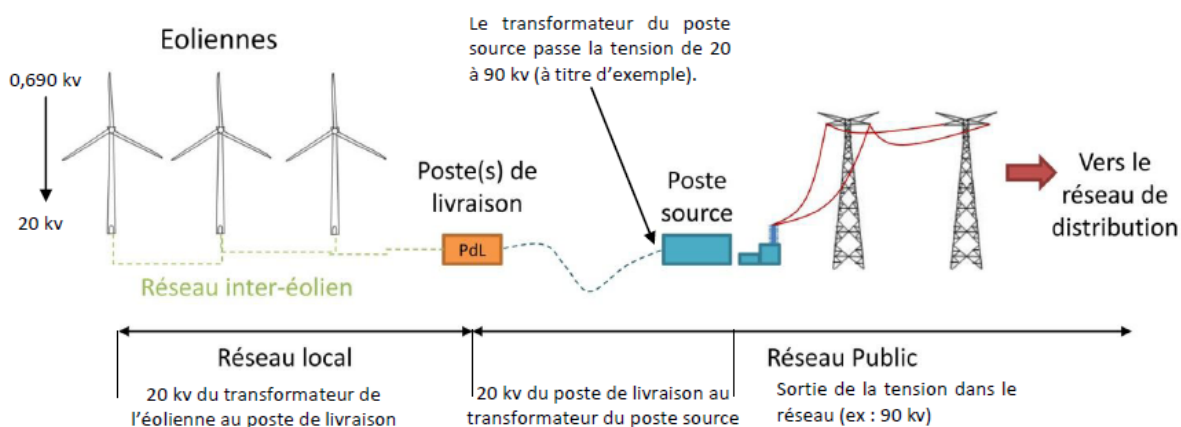


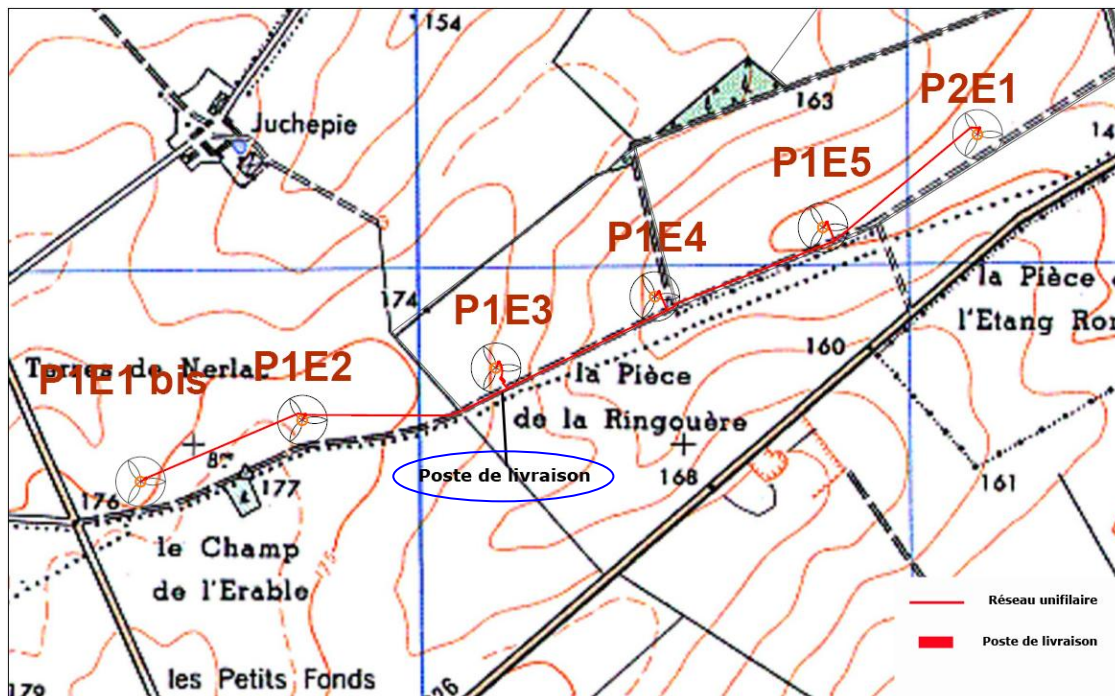
Figure 8 : Raccordement électrique des installations

L'énergie produite dans la génératrice a une tension de 0,690 kV. A l'intérieur même de chaque éolienne se trouve un transformateur qui augmente la tension jusqu'à 20 000 volts. Le cheminement passe ensuite par le poste de livraison puis par le poste source où la tension reste la même (20 kV). Enfin, dans le poste source, la tension est augmentée de 20 kV à la tension du réseau (90 kV dans l'exemple présenté ici) pour être évacuée dans le réseau de distribution.

On notera que dans le cas de postes sources relativement anciens, le niveau de tension du poste source est de 15KV au lieu de 20. Dans ce cas, la tension en sortie de poste de livraison jusqu'au poste source sera de 15 KV.

❖ Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, installé au pied du mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.



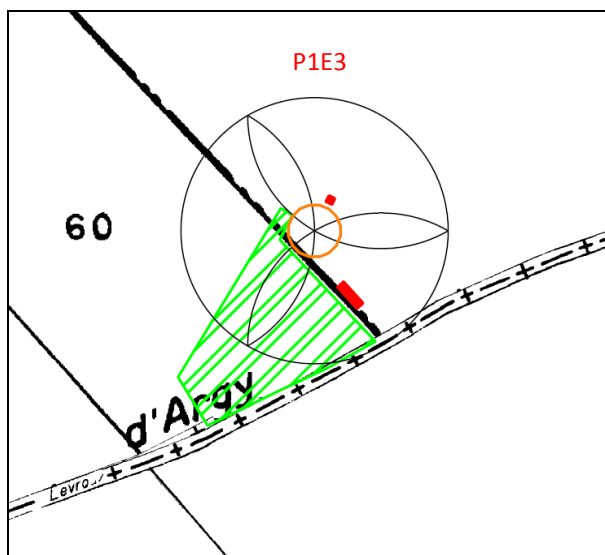
Carte 17 : Tracé du réseau inter-éolien et localisation du poste de livraison

❖ 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.

Ce poste de livraison sera composé de compteurs électriques, de cellules de protection, de sectionneurs et de filtres électriques. La tension réduite de ces équipements (20 000 volts) n'entraîne pas de risque magnétique important. Son impact est donc globalement limité à son emprise au sol de 33 m² (11 m x 3 m).

Afin de réaliser les connections et le comptage entre le projet éolien et le poste de source de Levroux, Valençay ou Buzançais (en fonction des disponibilités lorsque les autorisations de construire et d'exploiter seront obtenues), le poste de livraison sera disposé au sein du parc, à proximité des fondations de l'éolienne P1E3.



Carte 18 : Implantation cadastrale du poste de livraison

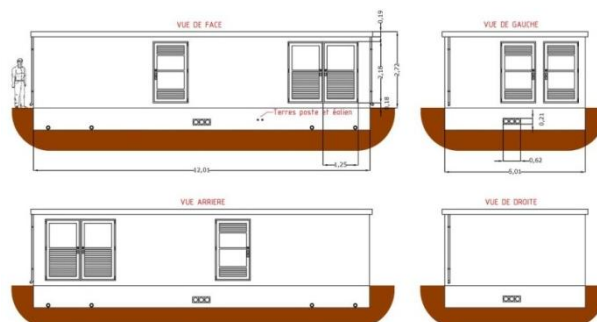


Figure 9 : Plan du poste de livraison



Photographie 2 : exemple de poste de livraison brut

❖ Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie le poste 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.

IV.3.2. AUTRES RÉSEAUX

Le parc éolien de Saint Martin de Lamps 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.

IV.3.3. LES DISPOSITIFS PARTICULIERS

IV.3.3.1. LE BALISAGE AÉRONAUTIQUE

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

L'arrêté du 13 novembre 2009 (relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques) fixe les exigences de réalisation du balisage des éoliennes qui constituent un obstacle à la navigation aérienne.

Le balisage lumineux d'obstacle sera :

- Installé sur toutes les éoliennes,

- Assuré de jour par des feux à éclats blancs,
- Assuré de nuit par des feux à éclats rouges,
- Assure la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°),
- Des feux de basse intensité de type B seront installés sur le mat à 45m de hauteur,
- Synchronisé de jour comme de nuit.



Figure 10 : Exemple de balisage

IV.3.3.2. LE BALISAGE DES PRESCRIPTIONS

Conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux éoliennes, un balisage d'information des prescriptions à observer par les tiers sont affichées sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur et sur le poste de livraison.

Les prescriptions figurant sur les panneaux sont :

- les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale,
- interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur,
- mise en garde face aux risques d'électrocution,
- mise en garde face au risque de chute de glace.

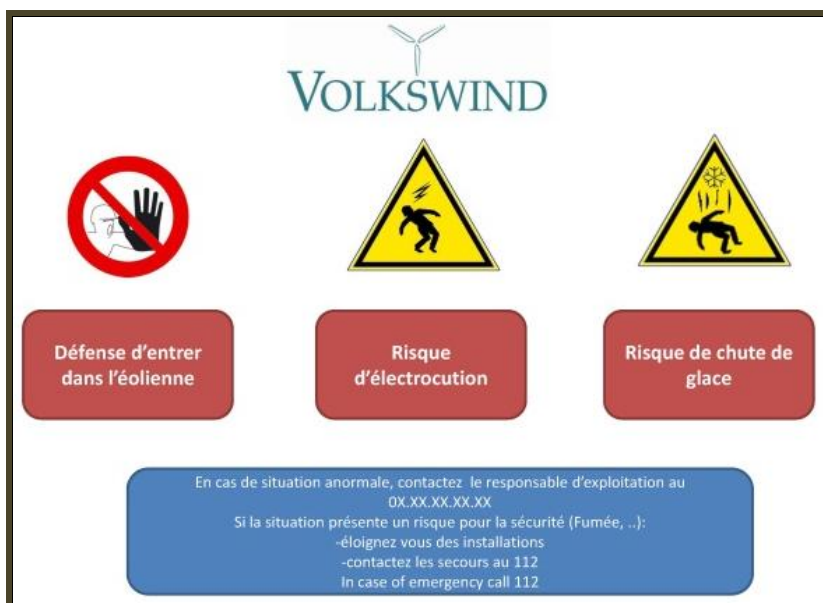


Figure 11 : Exemple de panneau d'affichage des prescriptions

V. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

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

V.1. POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS

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

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

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

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

V.1.1. INVENTAIRE DES PRODUITS

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

- L'huile hydraulique (circuit haute pression) dont la quantité présente est de l'ordre de 250 litres.
- L'huile de lubrification du multiplicateur (1 170 litres).
- L'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), qui est utilisée comme liquide de refroidissement, dont le volume total de la boucle est d'environ 400 litres) ;
- Les graisses pour les roulements et systèmes d'entrainements ;
- L'hexafluorure de soufre (SF₆), qui est le gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique. La quantité présente varie entre 1.5 kg et 2.15 kg suivant le nombre de caissons composant la cellule.

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

Tableau 15 : Quantité et type des produits chimiques entrants utilisés

Localisation	Produits	Quantité	Unité
Nacelle	Graisse	23	L
Nacelle	Huile	786	L
Nacelle	Azote	18	L
Hub	Graisse	69	L
Hub	Huile	146	L
Hub	Azote	240	L
Tour	Eau contenant du Glycérol	325	L
Transformateur	SF6	1 à 2	kg

V.1.2. DANGERS DES PRODUITS









V.1.2.1. INFLAMMABILITÉ ET COMPORTEMENT VIS-À-VIS DE L'INCENDIE

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

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









Le SF₆ est pour sa part ininflammable.

Tableau 16 : Dangers associés aux produits utilisés pour le fonctionnement

									Commentaires / Mesures de prévention
Graisse type I			X*			X*			Bacs de récupération - Nettoyage régulier. Alimentation automatique - Port d'EPI adaptés
Graisse type II						X*			Bacs de récupération - Nettoyage régulier. Alimentation automatique - Port d'EPI adaptés
Huile hydraulique			X*			X* ⁽¹⁾			Surveillance du niveau. Maintenance annuelle Bac de rétention - Port d'EPI adaptés
Huile mécanique									Biodégradable - Port d'EPI adaptés
Eau glycolée			X						Surveillance du niveau. Maintenance annuelle Port d'EPI adaptés
Option : présence de transformateur 20 kV dans les machines									
SF6						X*			Cellule hermétique - Pas d'entretien sur site
Huile transformateur									Bacs de rétention intégrés - Port d'EPI adaptés

*Effets à long terme – (1) Dépend du produit utilisé selon les conditions climatiques

Tableau 17 : Types de produits et dangers associés lors des opérations de maintenance

									Commentaires / Mesures de prévention
Produits de nettoyage - Bidons			X						Bac de rétention - Port d'EPI adaptés - kit anti-pollution
Colles			X						Port d'EPI adaptés
Gaz (butane-Propane)		X			X				Port d'EPI adaptés et respect des consignes de stockage
Produit anti-rouille - Spray			X		X				Port d'EPI adaptés - Stockage dans une armoire spécifique
Graisse			X*			X*			Port d'EPI adaptés
Huile - Bidons			X*			X*	(1)		Bac de rétention - Port d'EPI adaptés - kit anti-pollution
Peinture - Pots			X		X	X			Port d'EPI adaptés - Stockage dans une armoire spécifique
Gaz pour la calibration des détecteurs de fumée			X		X				Port d'EPI adaptés - Stockage dans une armoire spécifique
Pâte d'acier inoxydable - Pots			X		X	X			Port d'EPI adaptés - Stockage dans une armoire spécifique
Nettoyant de surface métallique - Spray			X		X	X			Port d'EPI adaptés - Stockage dans une armoire spécifique
Liquide refroidissement - Bidons			X						Bac de rétention - Port d'EPI adaptés - kit anti-pollution
Huile Stérile - Spray					X				Port d'EPI adaptés - Stockage dans une armoire spécifique
Huile de coupe - Spray					X				Port d'EPI adaptés - Stockage dans une armoire spécifique

*Effets à long terme – (1) Dépend du produit utilisé selon les conditions climatiques

V.1.2.2. TOXICITÉ POUR L'HOMME

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

V.1.2.3. DANGEROUSITÉ POUR L'ENVIRONNEMENT

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

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

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

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

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Saint Martin de Lamps sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'énergie mécanique	Survitesse	Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique
Système de refroidissement	Refroidissement continu des éléments de la nacelle	Perte de circulation d'eau, fuite dans le circuit, arrêt du ventilateur	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
Transformateur	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d'éléments	Energie cinétique de projection
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets

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

L'étude de dangers doit préciser les mesures qui sont prises afin de réduire les potentiels de danger identifiés par rapport à l'installation.

V.3.1. PRINCIPALES ACTIONS PRÉVENTIVES

Les choix d'implantation des aérogénérateurs diminuent significativement les potentiels de dangers :

- **Les habitations :**

La distance minimale imposée par la loi est de 500m entre une éolienne et une habitation ou zone urbanisable.

Aucune zone urbanisable n'est recensée sur les communes du projet ou alentour et l'habitation la plus proche dans le cadre de ce projet est à 570 m de la première éolienne.

- **Les voies de communication :**

La réglementation impose une servitude de reculement de 75m des routes à grande circulation (article L.111-1-4 du code de l'urbanisme) et de 100m concernant les autoroutes. Les RD926 et RD7 ont un trafic journalier inférieur à 2000 véhicules, elles ne sont donc pas classées en routes à grande circulation.

N° de la RD	Distance à l'éolienne la plus proche	N° de l'éolienne
RD7	142m	P1E1bis
RD926	181m	P2E1

Ces distances importantes aux habitations ainsi qu'au réseau viaire permettent de réduire les potentiels de dangers.

- **Les réseaux :**

Il existe un certain nombre de réseaux autour du projet : ligne électrique souterraine, réseau d'eau potable.

La distance entre ces réseaux et les éoliennes respectent les préconisations des gestionnaires et de ce fait, limitent le risque de dommage du fait de la construction ou de l'exploitation des éoliennes.

Concernant la ligne électrique souterraine, celle-ci devra être précisément localisée en phase de travaux car elle longe un chemin rural qui sera utilisé pour l'accès aux éoliennes, et qui nécessitera donc d'être renforcé.

- **Choix de l'éolienne SWT101-2.3MW**

Cette éolienne de dernière génération présente toutes les caractéristiques intrinsèques indispensables au respect de l'arrêté du 26 août 2011.

L'éolienne SWT101-2.3 de Siemens est adaptée aux régions à régime de vent modéré. Le rotor de 101m est conçu pour optimiser le rendement énergétique dans ces gammes de vent et le mât de 101m permet de capter des vents plus importants et plus réguliers que pour des tailles inférieures.

La technologie utilisée pour la conception des pales permet en outre un fonctionnement plus silencieux. La pale B49, montée sur un rotor de 101 mètres de diamètre et conçue avec une régulation à calage variable, optimise la puissance délivrée et améliore la maîtrise du rendement énergétique.

La structure résistante, associée à un système de lubrification automatique, un conditionnement de l'air intérieur et un système de génératrice sans bague collectrice, contribue à un fort niveau de fiabilité.

Enfin, ses dimensions et émissions acoustiques ont été étudiées dans le cadre des volets écologique, paysager et acoustique de l'étude d'impact. Ces études concluent à la bonne adaptation de cette éolienne pour le site choisi.

- **Les dispositifs particuliers**

Le balisage aéronautique :

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

L'arrêté du 13 novembre 2009 (relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques) fixe les exigences de réalisation du balisage des éoliennes qui constituent un obstacle à la navigation aérienne.

Le balisage lumineux d'obstacle sera :

- Installé sur toutes les éoliennes ;
- Assuré de jour par des feux à éclats blancs ;
- Assuré de nuit par des feux à éclats rouges ;
- Assure la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°) ;
- Des feux de basse intensité de type B seront installés sur le mât à 45m de hauteur ;
- Synchronisé de jour comme de nuit.



Figure 12 : Exemple de balisage

Le balisage des prescriptions :

Conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux éoliennes, un balisage d'information des prescriptions à observer par les tiers sont affichées sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur et sur le poste de livraison.

Les prescriptions figurant sur les panneaux sont :

- Les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ;
- Interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur ;
- Mise en garde face aux risques d'électrocution ;
- Mise en garde face au risque de chute de glace.

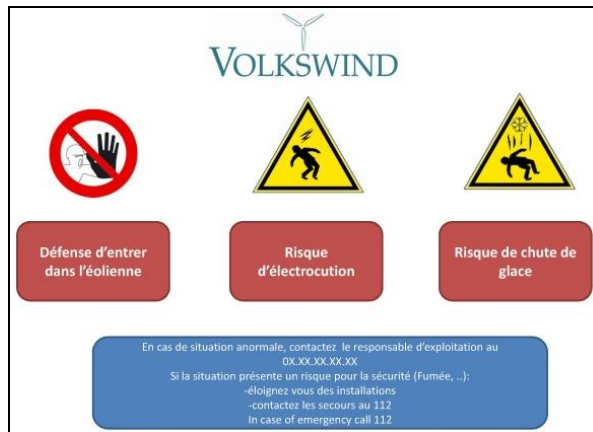


Figure 13 : Exemple de panneau d'affichage de prescriptions

V.3.1.1. RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS

Les produits présents sur chaque éolienne (huile, fluide de refroidissement) sont des produits classiques utilisés dans ce type d'activité.

Ils ne présentent pas de caractère dangereux marqué et les quantités mises en œuvre sont adaptées aux volumes des équipements.

Une éventuelle pollution liée à l'entretien des éoliennes (déchets, produits d'entretien, huiles) n'est pas à négliger; ces nuisances peuvent toutefois être limitées par des techniques appropriées (bâches destinées à collecter les déchets).

Les transports d'huiles, de liquide de refroidissement et de graisse se font dans leur emballage d'origine ou contenants adaptés. Ils sont hissés du sol jusqu'à la nacelle grâce au palan interne. Les huiles usagées sont récupérées et traitées par une société spécialisée (Valorisation, réutilisation des huiles).

Les éoliennes sont par ailleurs équipées de bacs de rétention capables de retenir l'intégralité des hydrocarbures présents notamment dans la nacelle pour lubrification. Un kit anti-pollution est aussi nécessaire pour chaque intervention.

Les déchets liquides polluant pouvant entraîner une pollution de l'eau (eau glycolée) ne sont pas jetés à l'égout, ni mélangés aux huiles usagées. Ils sont stockés dans des fûts ou cuves étanches.

Le SF6 est un très bon isolant et ne dispose pas à ce jour de produit de substitution présentant des qualités équivalentes. De plus, malgré son caractère de gaz à effet de serre, il ne présente pas de danger pour l'homme (inflammable et non toxique). Il n'est donc pas prévu de solution de substitution. Il faut rappeler que ce gaz est contenu dans les cellules d'isolement disposées en pied d'éolienne (cellules étanches) qui sont des matériels du commerce.

V.3.2. UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

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

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

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

VI. ANALYSE DES RETOURS D'EXPÉRIENCE

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 scénarii les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans la partie VIII. Analyse détaillée des risques.

VI.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien de Saint-Martin-de-Lamps. 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

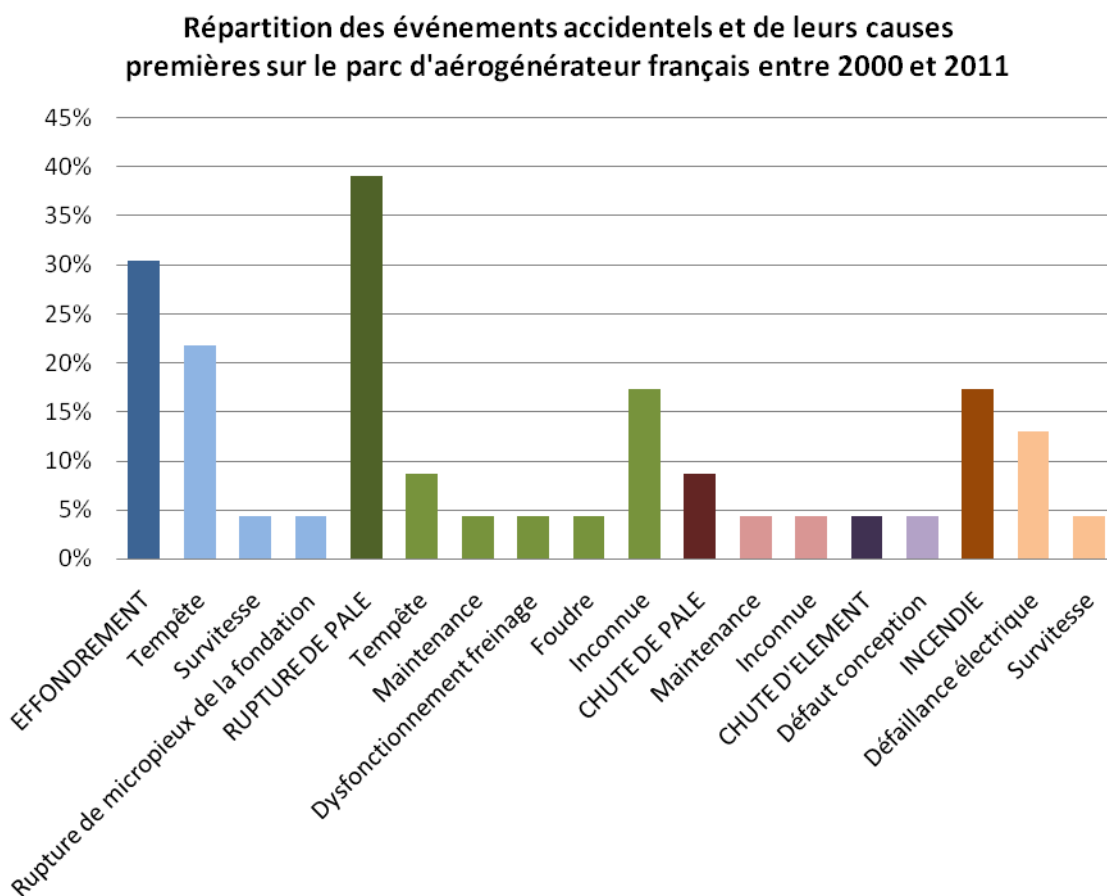
Dans le cadre de ce recensement, il n'a pas été réalisé d'enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d'incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

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 apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012 (voir tableau détaillé en annexe). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

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

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

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



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

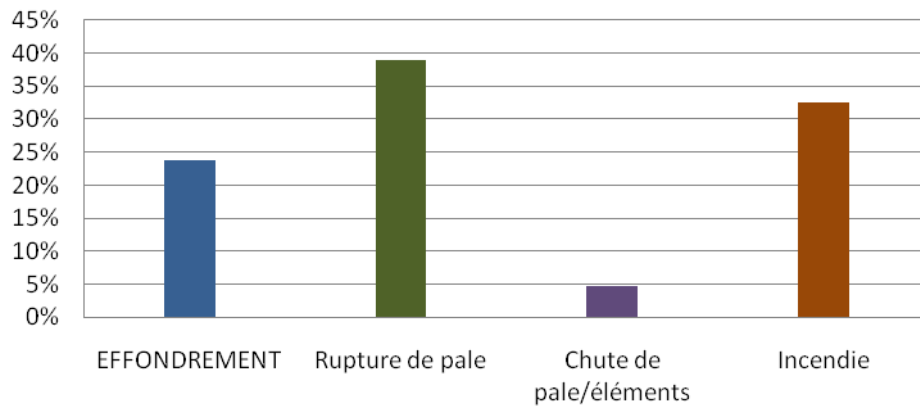
VI.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS À L'INTERNATIONAL

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

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

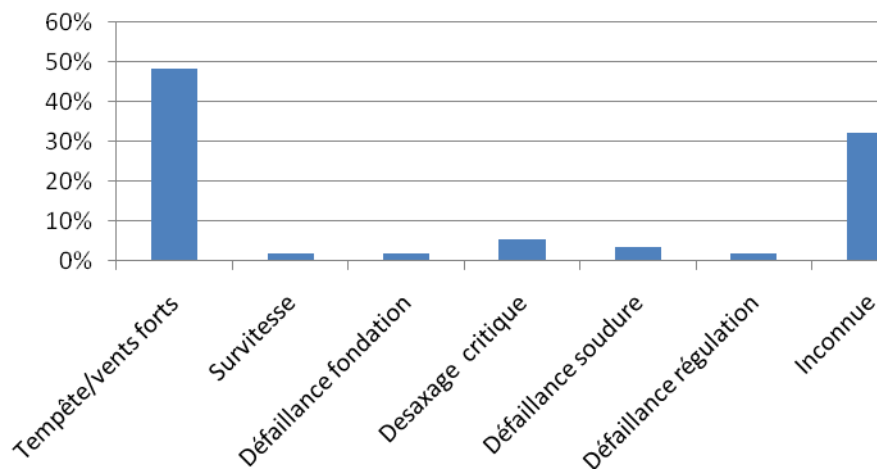
Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.

Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

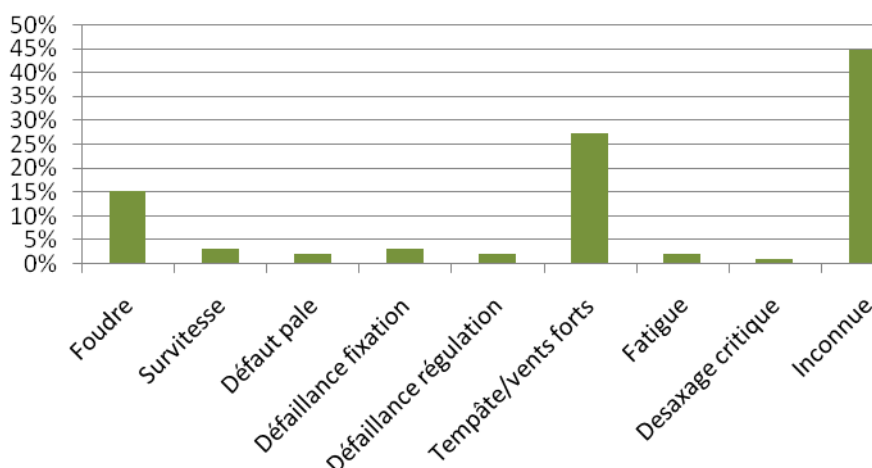


Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés).

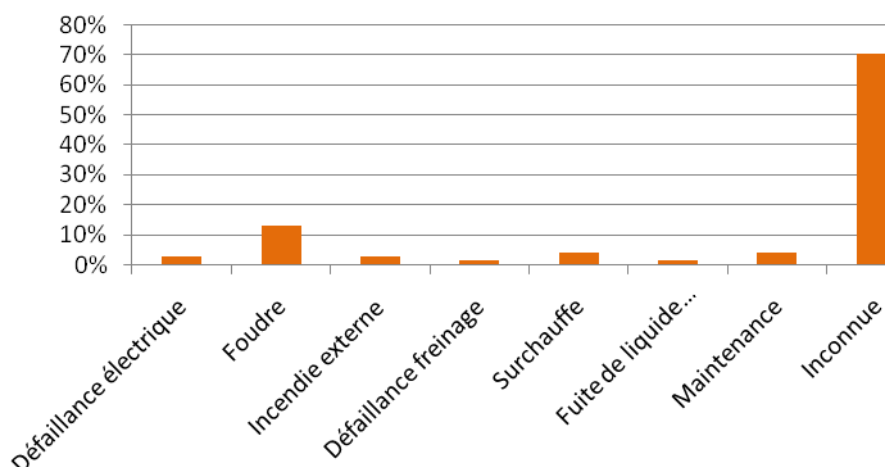
Répartition des causes premières d'effondrement



Répartition des causes premières de rupture de pale



Répartition des causes premières d'incendie



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

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

«Aucun accident majeur n'est à signaler sur les parcs de l'exploitant.

Seul un incident mineur peut-être signalé à titre d'information: il s'agit du changement d'une pale sur le parc de Benet (85) en 2009 du fait du foudroiement de celle-ci.

La pale, endommagée par le choc malgré les systèmes de parafoudre, a été remplacée. On ne note aucun autre dégât sur l'éolienne mais surtout que les systèmes de sécurité ont parfaitement fonctionnés car:

- 1) l'éolienne s'est mise en sécurité: arrêt de la rotation du rotor et blocage automatique de celui-ci;
- 2) transmission d'un message d'alerte au service O&M entraînant une levée de doute sur site et conduisant à la mise hors service temporaire de la machine durant les réparations;

- 3) aucune chute d'éléments de la pale à l'aplomb de celle-ci, ni projection de débris n'a été constaté; la sécurité des biens et des personnes n'a donc pas été compromise ;
- 4) aucune conséquence sur l'environnement et arrêt de la production de l'éolienne durant 4 jours (temps de livraison d'une nouvelle pale et de la pose) ;

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

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

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

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

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

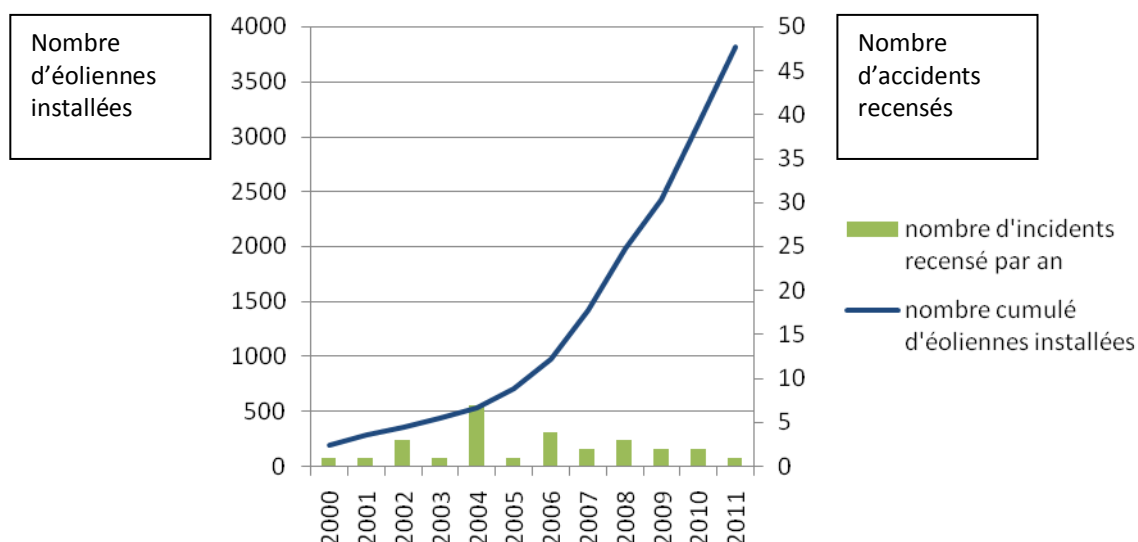


Figure 14 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

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

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

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

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

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

Les retours d'expérience présentés ci-dessus doivent être pris avec précaution. Ils comportent notamment les biais suivants :

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

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

VII. ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

VII.2. RECENSEMENT DES ÉVÉNEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

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

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

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

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

Concernant le risque sismique, la commune de Saint Martin de Lamps est située en zone de sismicité faible (Zone 2). Dans l'Indre, Les installations d'un parc éolien relèvent pour le poste de livraison de la catégorie d'importance III de la classification des bâtiments dans le cadre du risque sismique défini aux articles R563-2 et 3 du code de l'environnement et par l'arrêté ministériel du 22 Octobre 2010. Les postes de transformation n'étant pas des bâtiments (armoires électriques), ils ne sont pas soumis à cette réglementation. De même, les éoliennes ne font pas l'objet de l'arrêté bâtiment. Le poste de livraison devra répondre aux règles de construction dites règles Eurocode 8 « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes) :

- définition du spectre enveloppe dans chaque direction (longitudinale, transversale et verticale)
- application des méthodes de dimensionnement de l'Eurocode 8
- application des dispositions constructives de l'Eurocode 8

Ces règles Eurocode 8 sont traduites par les normes françaises :

- NF EN 1998 – 1 septembre 2005
- NF EN 1998 – 3 décembre 2005
- NF EN 1998 – 5 septembre 2005 et annexes nationales associées
- Règles PS92 à titre transitoire jusqu'au 31 Octobre 2012

L'ensemble de ces mesures permet de soustraire le scénario « séisme » de l'analyse des risques

VII.3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

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

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

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

VII.3.1. AGRESSION EXTERNES LIÉES AUX ACTIVITÉS HUMAINES

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

Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 m (distance à partir de laquelle l'activité considérée ne constitue plus un agresseur potentiel) sont recensées ici, à l'exception de la présence des aérodromes qui sera reportée lorsque ceux-ci sont implantés dans un rayon de 2km et des autres aérogénérateurs qui seront reportés dans un rayon de 500m.

Infrastructure	Fonction	Evénement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes (m)					
					P1E1bis	P1E2	P1E3	P1E4	P1E5	P2E1
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	(200 m)						
				RD7	142	494	896	1252	1622	1988
				RD926	764	643	466	360	242	181
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	(2000 m) Châteauroux-Villers	Plus de 14km					
Ligne HT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	NA car ligne électrique souterraine						
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	(500 m) Parc St Martin de Lamps*	353	409	355	370	369	369
Agriculture	Exploitation agricole	Engin agricole percutant le poste de livraison	Energie cinétique des véhicules	NA						
Chasse	Loisir	Balle perdue sur les parois du mât ou sur les pales	Energie cinétique de la balle	NA						

*distance avec l'éolienne d'à côté

VII.3.2. AGRESSIONS EXTERNES LIÉES AUX PHÉNOMÈNES NATURELS

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	La rafale maximale de vent enregistrée à Châteauroux-Déols atteint 36 m/s (mesurée en Février 2010)
Foudre	Niveau kéraunique 17, inférieur au niveau national Respect de la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)
Glissement de sols/ affaissement miniers	Aléa de retrait-gonflement d'argile de niveau faible à nul au niveau de la zone de projet. Pas de cavités souterraines recensées et aléa mouvement de terrain nul sur la zone de projet

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

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

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

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

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

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

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

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

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

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C3	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la sur vitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

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

Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en annexe 3 du présent guide.

VII.5. EFFETS DOMINOS

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

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

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

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

VII.6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SÉCURITÉ

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc de Saint Martin de Lamps. 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.

La mention NA signifie Non Applicable.

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de déduction du givre et de mise à l'arrêt de la machine + Procédure adéquate de redémarrage		
Description	<p>Système de détection redondant du givre (par exemple : analyse des données de fonctionnement de l'éolienne + système de mesure des oscillations et des vibrations) permettant, en cas de déduction de glace, une mise à l'arrêt immédiate de l'aérogénérateur.</p> <p>Application du plan d'urgence ("NOTICE Santé Sécurité Environnement Exploitation et Maintenance") en cas de déduction de glace.</p> <p>Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.</p>		
Indépendance	<p>Non</p> <p>Ce système s'appuie sur le système utilisé pour l'exploitation du parc</p>		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Test des capteurs et du déclenchement de la chaîne de sécurité au moment de la mise en service et à chaque maintenance.		
Maintenance	annuelle		

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

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques + Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant + Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	Les capteurs de température se trouvent dans les composants les plus importants: paliers, freins, systèmes hydrauliques, multiplicateur, enroulements d'alternateur, etc.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 60 sec		
Efficacité	100 %		
Tests	Test des capteurs et du déclenchement de la chaîne de sécurité au moment de la mise en service et à chaque maintenance.		
Maintenance	Annuelle		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	<p>Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande.</p> <p>Protection contre les survitesses grâce à 2 capteurs:</p> <ul style="list-style-type: none"> - électronique au niveau du générateur - mécanique au niveau du moyeu <p>Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) couplé à un frein mécanique auxiliaire</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	<p>Temps de détection < 1 minute</p> <p>L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.</p>		
Efficacité	100 %		
Tests	<p>Test des capteurs, du déclenchement de la chaîne de sécurité et du système hydraulique de freinage et de mise en drapeau au moment de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la mise en service (conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011) - lors de chaque arrêt machine (autosurveillance de la machine) - à chaque maintenance. 		
Maintenance	Annuelle		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	<p>Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	<p>Inspection visuelle des composants électriques, vérification du couple de serrage des connexions de puissance, opérations d'enclenchement et déclenchement du disjoncteur principal lors de la mise en service et lors de chaque maintenance.</p>		
Maintenance	Contrôle avant la mise en service puis maintenance Annuelle		

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010)		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat		
Efficacité	100 %		
Tests	Inspection et vérification des connexions sur la totalité de la chaîne de protection de la machine (pales, moyeu, nacelle et tour) lors de: <ul style="list-style-type: none"> - la mise en service - lors de chaque détection de foudre - Inspection et vérification des connexions moyeu, nacelle et tour lors de la maintenance. 		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours		
Description	Prévention Active (divers détecteurs) avec arrêt machine en cas de détection, Prévention Passive (anti-propagation), Présence d'équipement de lutte anti-incendie (extincteurs dans tour et nacelle) Application du plan d'urgence ("NOTICE Santé Sécurité Environnement Exploitation et Maintenance") en cas d'incendie.		
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	Test des capteurs et du déclenchement de la chaîne de sécurité au moment de la mise en service et à chaque maintenance.		
Maintenance	Annuelle		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Nacelle et hub faisant office de bac de rétention. Procédure d'urgence + kit antipollution.		
Description	<p>Application du plan d'urgence ("NOTICE Santé Sécurité Environnement Exploitation et Maintenance") en cas de pollution</p> <p>Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange.</p> <p>Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> – de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; – d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; – de récupérer les déchets absorbés. <p>Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Autosurveillance de la machine sur les niveaux et pressions d'huile et de liquides de refroidissement. Tests des capteurs de pression et de température et inspection visuelle des niveaux à chaque défaut détecté par la machine et à chaque maintenance.		
Maintenance	annuelle		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des interfaces tour/fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités		
Description	NA		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Contrôle de serrage systématique après la mise en service (500hrs). Contrôle de serrage systématique à la fin de la première année. Contrôle de serrage échantillonné lors de la maintenance et systématique tous les 5 ans.		
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		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Formation systématique des techniciens. Niveau 7 requis pour être habilité à effectuer la maintenance.		
Maintenance	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes + transmission CPU + arrêt automatique et mise en drapeau des pâles progressivement (diminution de la prise au vent)		
Description	Arrêt machine suite à la détection de vitesses de vents excessifs. Surveillance en continu à l'aide de 2 capteurs.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De 1s à 10min suivant les conditions		
Efficacité	100 %.		
Tests	Test des capteurs au moment de la mise en service et à chaque maintenance.		
Maintenance	Annuelle		

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.7. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

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

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	<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/m^2 n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.</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 et sous-stations de transformation) 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>
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>De plus, les éoliennes, transformateurs et postes de livraison sont dotés de bacs de rétention dimensionnés pour récupérer l'ensemble du volume d'huile présent dans ces éléments.</p>

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

VIII. ETUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

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

VIII.1. RAPPEL DES DÉFINITIONS

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

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

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

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

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

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

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

VIII.1.1. CINÉTIQUE

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

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

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

VIII.1.2. INTENSITÉ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VIII.1.3. GRAVITÉ

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

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

VIII.1.4. PROBABILITÉ

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

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	<i>Courant</i> 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	<i>Probable</i> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	<i>Improbable</i> 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	<i>Rare</i> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	<i>Extrêmement rare</i> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VIII.2. CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS RETENUS

VIII.2.1. EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE

❖ Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 150 m dans le cas des éoliennes du parc de Saint Martin de Lamps.

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

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Saint Martin de Lamps. R est la longueur de pale ($R = 50,5\text{m}$), H la hauteur du mât ($H = 99,5\text{m}$) et L la largeur du mât ($L = 3,96\text{m}$) et LB la largeur de la pale à la base ($LB = 2,4\text{m}$).

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 150m)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = (H) \times L + 3 \times R \times LB / 2$ $= 576\text{m}^2$	$Z_e = \pi \times (H+R)^2$ $= 70\,686\text{m}^2$	$d = Z_i / Z_e$ $= 0,8\%$	exposition modérée

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

❖ Gravité

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

- Plus de 100 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important »
- Au plus 1 personne exposée → « Sérieux »
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré »

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

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 150m)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
P1E1bis	0,09	Sérieux
P1E2	0,08	Sérieux
P1E3	0,08	Sérieux
P1E4	0,09	Sérieux
P1E5	0,09	Sérieux
P2E1	0,08	Sérieux

❖ Probabilité

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

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

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience⁵, soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C », à savoir : « *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.

⁵ 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.

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 de Saint Martin de Lamps, 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, soit 150m)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
P1E1bis	Sérieux	Acceptable
P1E2	Sérieux	Acceptable
P1E3	Sérieux	Acceptable
P1E4	Sérieux	Acceptable
P1E5	Sérieux	Acceptable
P2E1	Sérieux	Acceptable

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

VIII.2.2. CHUTE DE GLACE

❖ Considérations générales

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

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

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

❖ Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien de Saint Martin de Lamps, la zone d'effet à donc un rayon de 50,5 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien de Saint Martin de Lamps. Z_i est la zone d'impact, Z_e est la zone d'effet, R est la longueur de pale ($R = 50,5\text{m}$), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG = 1\text{ m}^2$).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2$ = zone de survol, soit 50,5m)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = SG$ $= 1\text{m}^2$	$Z_e = \pi \times R^2$ $= 9\,012\text{m}^2$	$d = Z_i/Z_e$ $= 0,01\%$	exposition modérée

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

❖ Gravité

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

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »

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

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol, soit 50,5m)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
P1E1bis	0,008	Modéré
P1E2	0,008	Modéré
P1E3	0,01	Modéré
P1E4	0,01	Modéré
P1E5	0,01	Modéré
P2E1	0,01	Modéré

❖ Probabilité

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

❖ Acceptabilité

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol, soit 50,5m)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
P1E1bis	Modéré	Acceptable
P1E2	Modéré	Acceptable
P1E3	Modéré	Acceptable
P1E4	Modéré	Acceptable
P1E5	Modéré	Acceptable
P2E1	Modéré	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saint Martin de Lamps, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

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

VIII.2.3. CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE

❖ Zone d'effet

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

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

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Saint Martin de Lamps. d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R = 50,5\text{m}$) et LB la largeur de la base de la pale ($LB = 2,4\text{m}$).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2$ = zone de survol, soit 50,5m)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R \cdot LB / 2$ $= 60,6\text{m}^2$	$Z_E = \pi \times R^2$ $= 8012\text{m}^2$	$D = Z_i / Z_E$ $= 0,76\%$	exposition modérée

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

❖ Gravité

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

- Plus de 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, soit 50,5m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité

P1E1bis	0,008	Modérée
P1E2	0,008	Modérée
P1E3	0,01	Modérée
P1E4	0,01	Modérée
P1E5	0,01	Modérée
P2E1	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 de Saint Martin de Lamps, 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, soit 50,5m)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
P1E1bis	Modérée	Acceptable
P1E2	Modérée	Acceptable
P1E3	Modérée	Acceptable
P1E4	Modérée	Acceptable
P1E5	Modérée	Acceptable
P2E1	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saint Martin de Lamps, le phénomène de chute d'élément de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

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

❖ Zone d'effet

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

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

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

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

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Saint Martin de Lamps. d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_e la zone d'effet, R la longueur de pale ($R = 50,5\text{m}$) et LB la largeur de la base de la pale ($LB = 2,4\text{m}$).

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R \cdot LB / 2$ $= 60,6 \text{ m}^2$	$Z_e = \pi \times R^2$ $= 8012 \text{ m}^2$	0,76%	Exposition modérée

❖ Gravité

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

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

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

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
P1E1bis	0,91	modéré
P1E2	0,85	modéré
P1E3	0,87	modéré
P1E4	0,91	modéré
P1E5	0,94	modéré
P2E1	0,96	modéré

❖ Probabilité

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

❖ Acceptabilité

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

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
P1E1bis	modéré	Acceptable
P1E2	modéré	Acceptable
P1E3	modéré	Acceptable
P1E4	modéré	Acceptable
P1E5	modéré	Acceptable
P2E1	modéré	Acceptable

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

VIII.2.5. PROJECTION DE GLACE

❖ Zone d'effet

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

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

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

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

❖ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien de Saint Martin de Lamps. d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la

longueur de pale ($R = 50,5\text{m}$), H la hauteur au moyeu ($H = 99,5\text{m}$) et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne, soit 301m)			
<i>Zone d'impact en m^2</i>	<i>Zone d'effet du phénomène étudié en m^2</i>	<i>Degré d'exposition du phénomène étudié en %</i>	<i>Intensité</i>
$Z_i = SG$ $= 1\text{m}^2$	$Z_e = \pi \times (1,5 \times (H+2R))^2$ $= 284\,159\text{ m}^2$	$3,52 \times 10^{-4}$	Exposition modérée

❖ Gravité

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

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

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

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne, soit 301m)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
P1E1bis	0,35	modéré
P1E2	0,31	modéré
P1E3	0,31	modéré
P1E4	0,33	modéré
P1E5	0,35	modéré
P2E1	0,36	modéré

❖ Probabilité

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

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

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

❖ **Acceptabilité**

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

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne, soit 301m)			
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage</i>	<i>Niveau de risque</i>
P1E1bis	modéré	oui	Acceptable
P1E2	modéré	oui	Acceptable
P1E3	modéré	oui	Acceptable
P1E4	modéré	oui	Acceptable
P1E5	modéré	oui	Acceptable
P2E1	modéré	oui	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Saint Martin de Lamps, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

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

VIII.3.1. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

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

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	exposition forte	D (pour des éoliennes récentes) ⁶	Sérieux pour toutes les éoliennes
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	exposition forte	C	Modéré pour toutes les éoliennes
			exposition modérée		
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	A	Modéré pour toutes les éoliennes
Projection	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes) ⁷	Modéré pour toutes les éoliennes
Projection de glace	$1,5 \times (H + 2R)$ autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	B	Modéré pour toutes les éoliennes

⁶ Voir paragraphe VIII.2.1

⁷ Voir paragraphe VIII.2.4

VIII.3.2. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

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

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

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Effondrement			
Modéré		Projection de pale	Chute d'élément de l'éolienne	Projection de glace	Chute de glace

Légende de la matrice

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

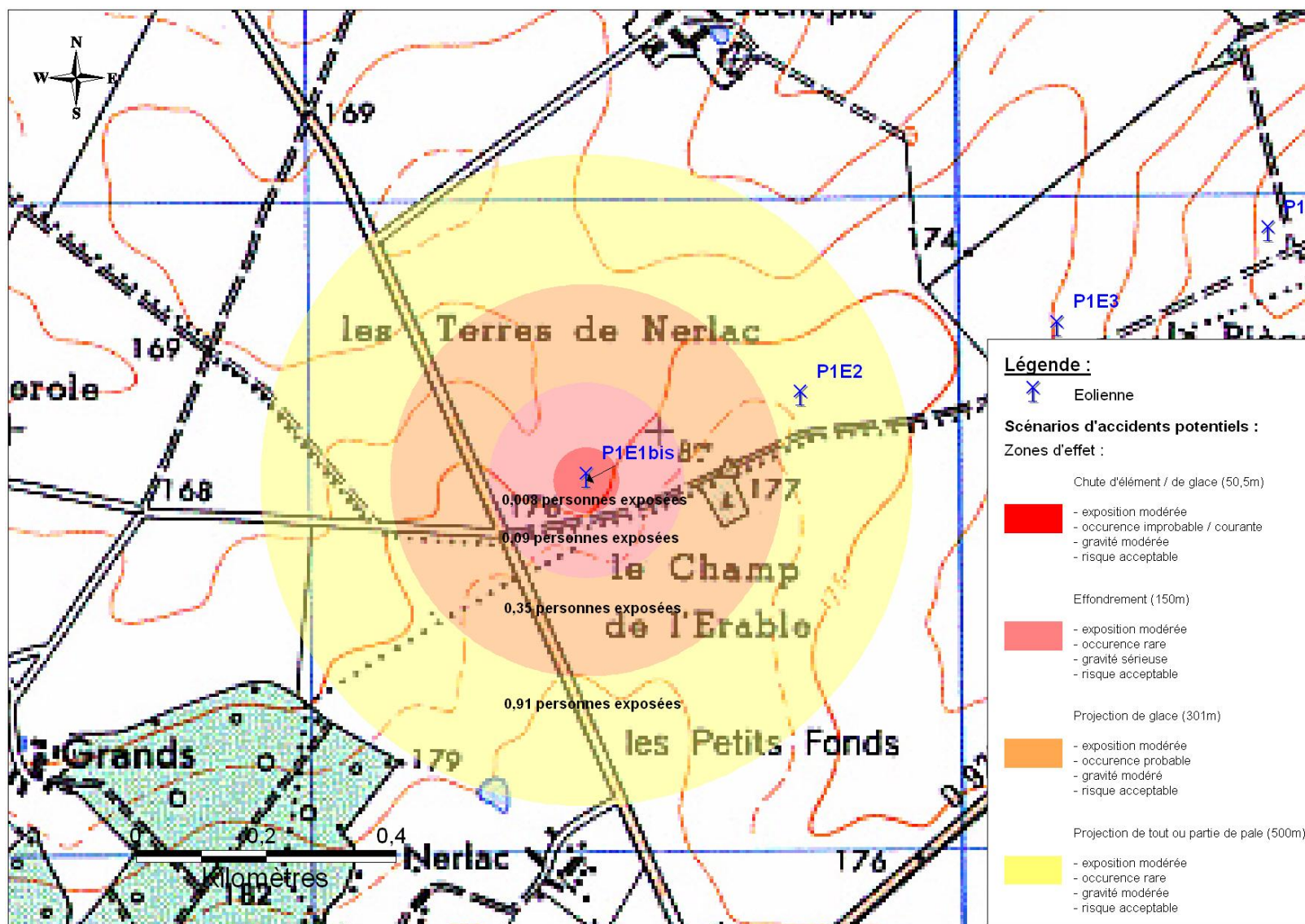
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 sont mises en place.

Evènement	Nombre de personnes exposées	Mesures de sécurité	Niveau de risque
Chute de glace	Entre 0,008 et 0,01 personne exposée selon les éoliennes	Installation d'un panneau informant du risque de chute de glace au pied de chaque éolienne Système de déduction de la formation de glace permettant une mise à l'arrêt de l'éolienne	Acceptable

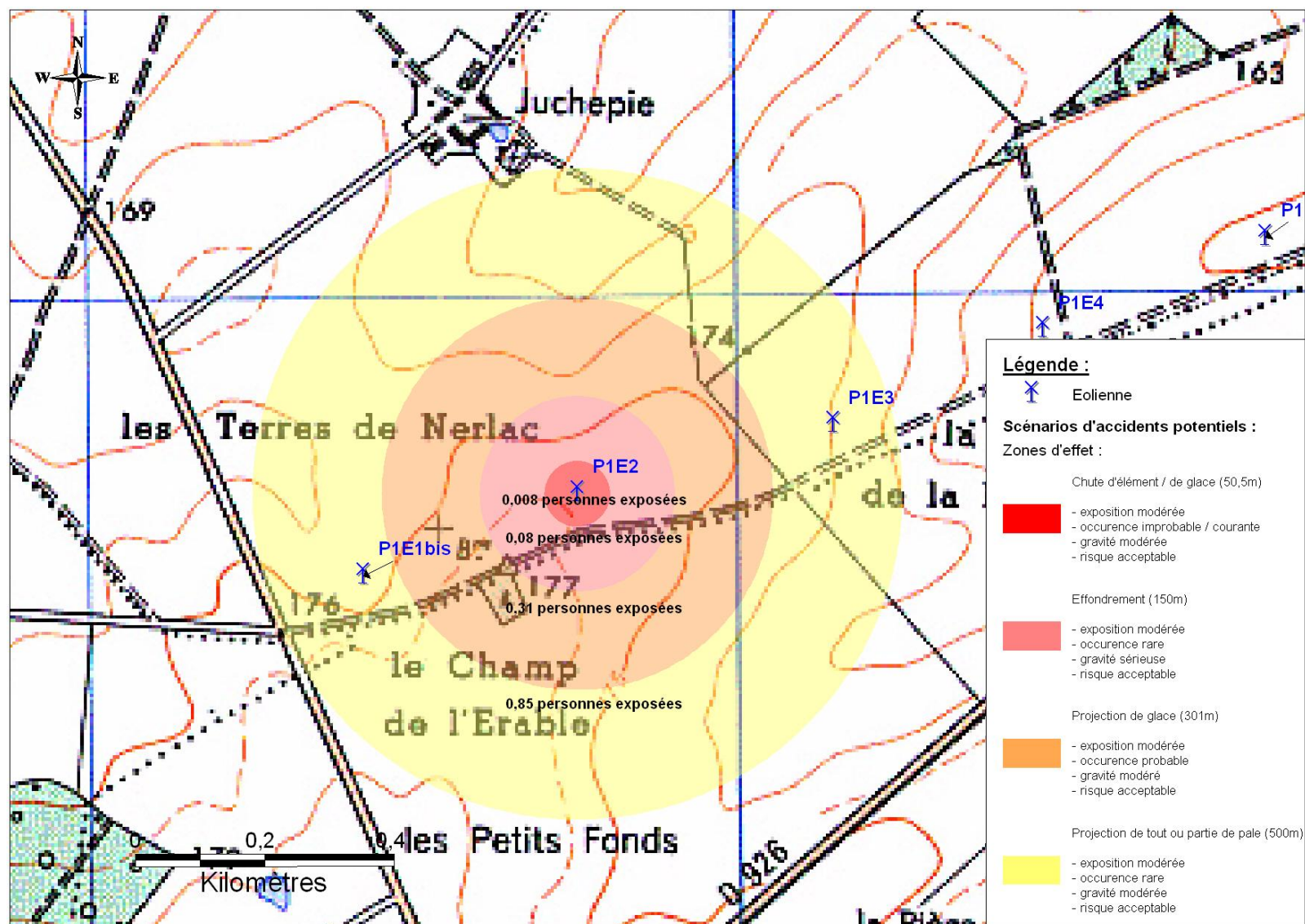
VIII.3.3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

Les cartes de synthèse ci-dessous sont proposées pour chaque aérogénérateur. Elles font apparaître, pour les scénarii détaillés dans le tableau de synthèse :

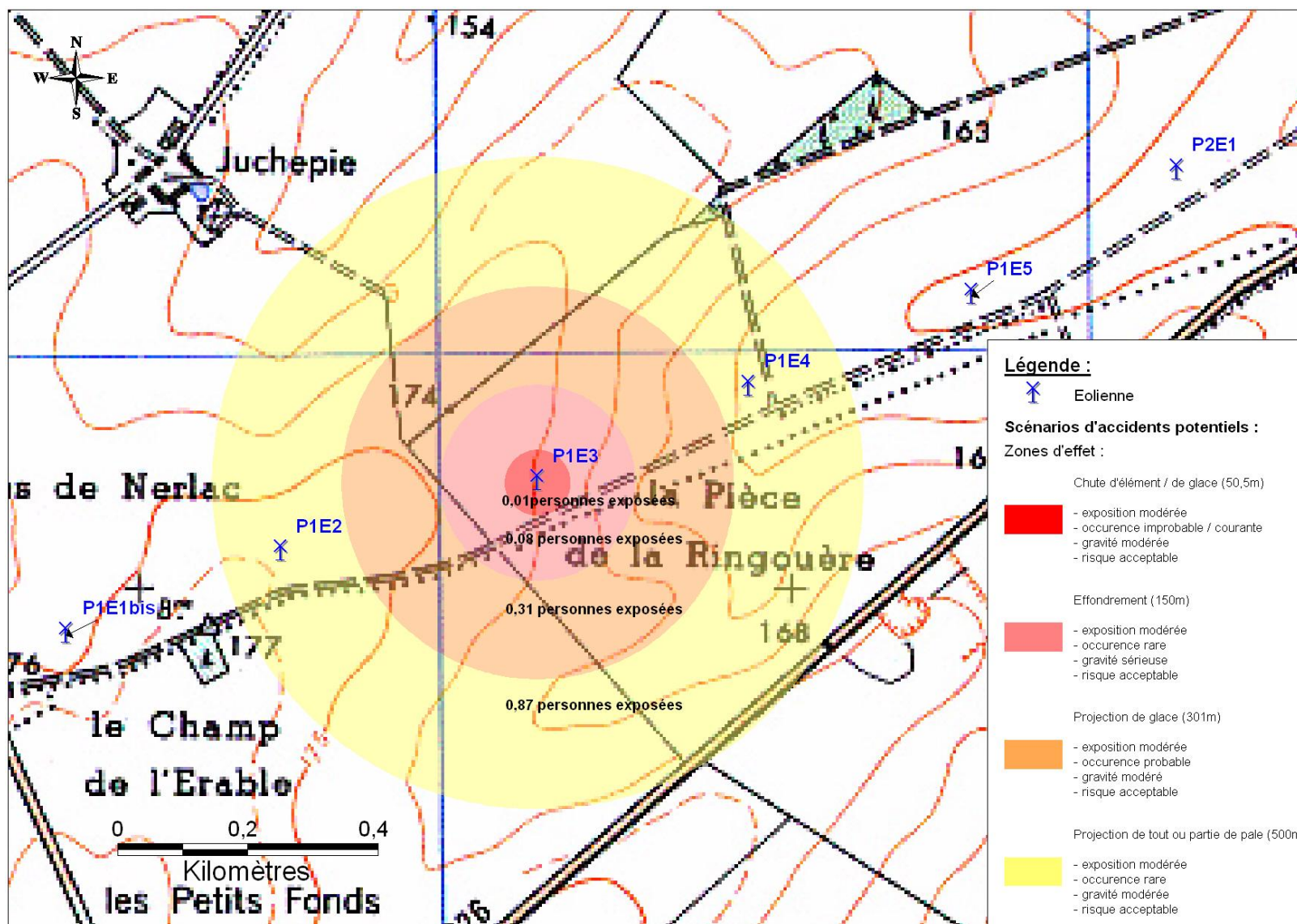
- Les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques ;
- L'intensité des différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de chaque phénomène dangereux ;
- Le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.



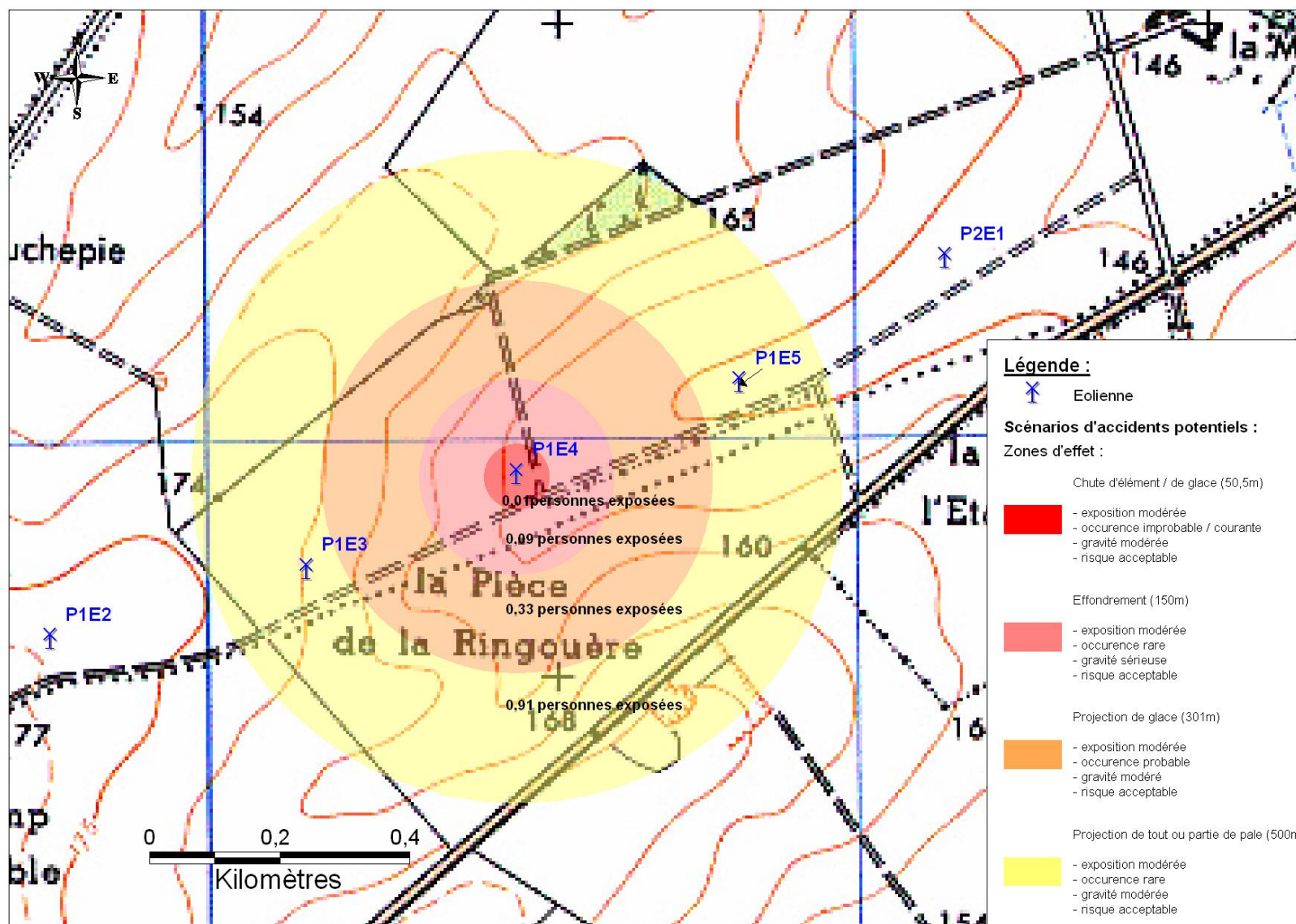
Carte 19 : synthèse des risques pour l'éolienne P1E1bis



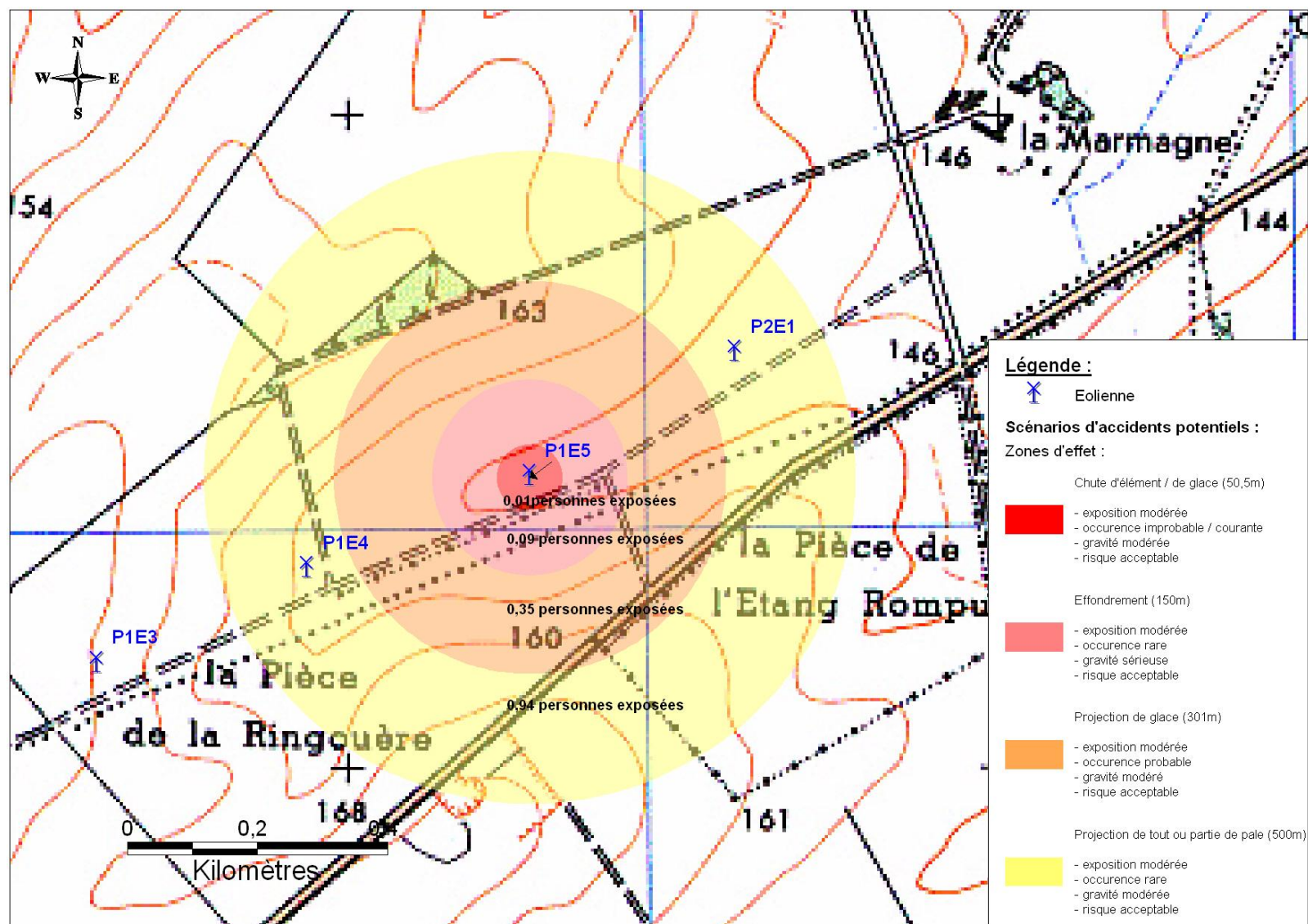
Carte 20 : synthèse des risques pour l'éolienne P1E2



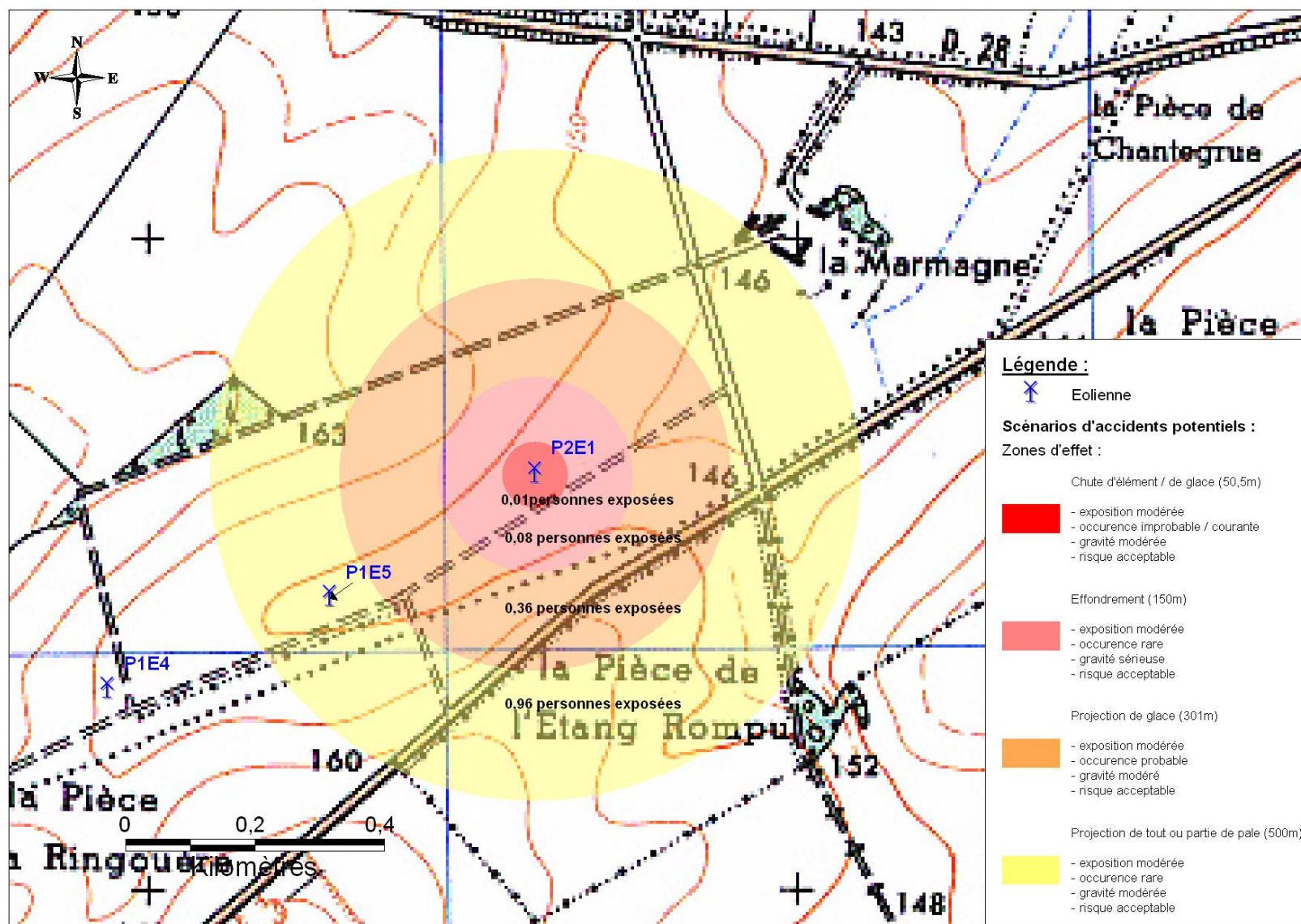
Carte 21 : synthèse des risques pour l'éolienne P1E3



Carte 22 : synthèse des risques pour l'éolienne P1E4



Carte 23 : synthèse des risques pour l'éolienne P1E5



Carte 24 : synthèse des risques pour l'éolienne P2E1

IX. CONCLUSION

Cette étude de dangers a pour objectif de répondre aux exigences du classement des éoliennes à la nomenclature ICPE. Ce document est réalisé par la société Volkswind France grâce au document générique produit par le groupe de travail SER-FEE – INERIS.

Tout d'abord, cette étude a décrit l'environnement du site ainsi que l'installation et son fonctionnement. Cela a permis de présenter le respect de l'ensemble de la réglementation s'appliquant aux éoliennes mais aussi la prise en compte des préconisations et avis des organismes consultés (aviation militaire, civile, etc). L'ensemble des cibles humaines dans le périmètre d'étude ont été identifiées et quantifiées ;

Ensuite, l'étude a identifié les potentiels de dangers de l'installation qu'ils soient liés aux produits ou au fonctionnement de l'installation (chute d'éléments, projection d'éléments, effondrement, échauffement de pièces mécaniques, court-circuit électrique).

Puis, le retour d'expérience a permis de mettre en lumière les événements accidentels au niveau national et international. Il en ressort que l'incendie, l'effondrement, la rupture de pale et la chute d'éléments sont les principaux accidents.

L'analyse préliminaire des risques (APR) a permis d'identifier les scénarii d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarii de se produire ou en limitent les effets. L'APR a ainsi identifié l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux pouvant déclencher la libération du danger. Les scénarii ont été regroupés par thème : Glace, Incendie, Fuite, Chute d'élément, Projection et Effondrement.

L'analyse du séquençage du déroulement des phénomènes accidentels permet de concevoir les mesures appropriées à apporter pour supprimer, réduire ou limiter le danger. L'APR, en répondant à l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux par des mesures appropriées, sélectionne les scénarii qui font l'objet de l'Etude Détaillée des Risques en excluant ceux dont l'intensité est faible.

Un ensemble de mesures de maîtrise des risques est mise en place pour prévenir ou limiter les conséquences des accidents majeurs dont voici les principales :

- 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 des pièces mécaniques
- Prévenir la survitesse
- Prévenir les courts-circuits
- Prévenir les effets de la foudre
- Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage
- Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort

L'Etude Détaillée des Risques a caractérisé les scénarii sélectionnés en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Les scénarii retenus sont : projection de tout ou une partie de pale, effondrement de l'éolienne, chute d'éléments de l'éolienne, chute de glace et projection de glace.

L'Etude Détaillée des Risques a caractérisé les scénarii sélectionnés en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Les scénarii retenus sont :

- projection de tout ou une partie de pale
- effondrement de l'éolienne
- chute d'éléments de l'éolienne
- chute de glace
- projection de glace.

Le calcul d'un niveau d'intensité (en fonction du ratio entre la zone d'impact et la zone d'effet du phénomène étudié) et l'estimation d'un niveau de gravité (en fonction du nombre de personnes exposées), associé à une

probabilité d'occurrence (issue de la bibliographie) pour chaque scénario permet de définir si le risque est acceptable ou non.

Le niveau de gravité le plus important concerne l'effondrement de l'éolienne, mais sa probabilité d'occurrence fait partie des plus faible, avec le scénario de projection de tout ou partie de pale. A l'inverse, les scénarii de chute d'élément de l'éolienne et de projection de glace ont un niveau de gravité plus faible mais une probabilité d'occurrence plus importante. Le scénario de chute de glace présente un niveau de gravité faible mais sa probabilité d'occurrence est élevée. Une mesure de sécurité est prévue pour prévenir du risque de chute de glace ; des panneaux d'information seront installés sur les chemins d'accès aux éoliennes, en amont de la zone d'effet.

L'ensemble de ces scénarii présentent donc un risque « acceptable ».

Le scénario de fuite d'huile avec risque d'infiltration dans le sol n'a pas été traité dans l'analyse détaillée des risques car les volumes de substances susceptibles d'être libérés dans le sol restent mineurs. D'autre part, un bac de rétention permettant de récupérer l'intégralité des hydrocarbures (graisses et huiles) présents notamment dans la nacelle sont présents sur chaque éolienne, ainsi que sur les sous-stations de transformation et le poste de livraison. Enfin, en cas d'écoulement accidentel hors de l'éolienne (pendant les vidanges par exemple), des solutions de dépollution sont également prévues.

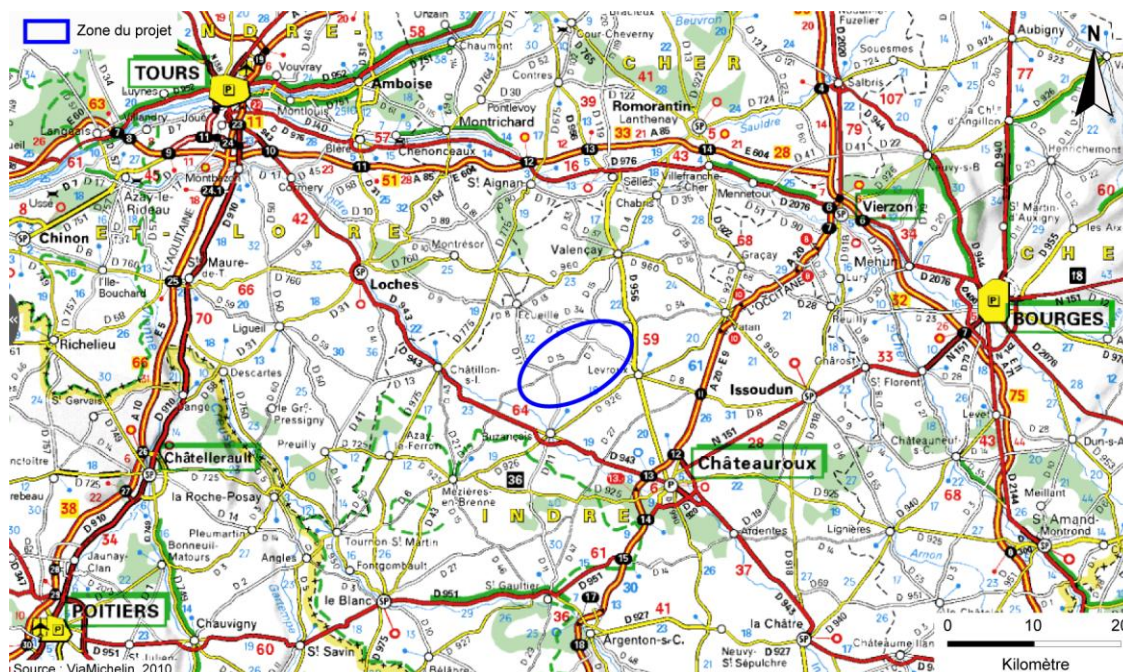
En conclusion, les éléments exposés par la présente étude de dangers montrent objectivement que les risques résiduels sont acceptables sur le site choisi.

X. RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

L'étude de dangers a pour rôle d'identifier de manière exhaustive les potentiels de dangers et les risques associés afin de déterminer et de mettre en oeuvre les moyens pour en réduire les impacts et la probabilité.

I. Localisation du site

Le parc éolien de Saint Martin de Lamps est localisé sur la commune de Saint Martin de Lamps, dans le département de l'Indre (36), en Région Centre.



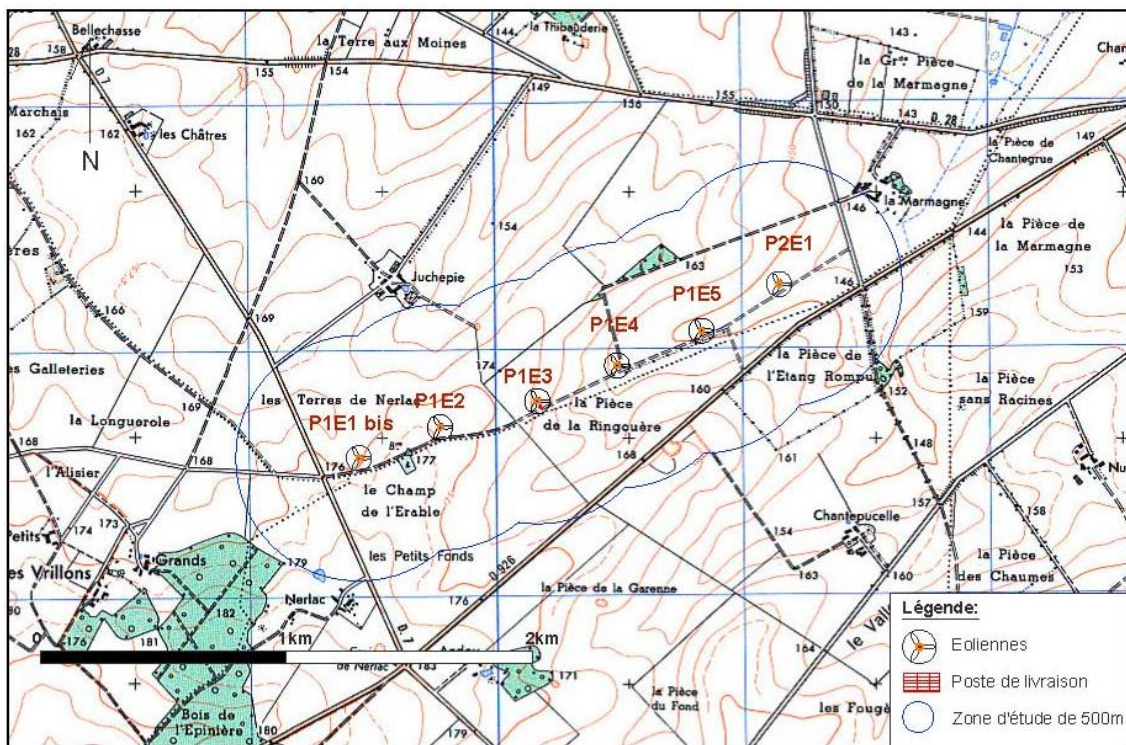
Localisation de la zone de projet

II. Définition du périmètre d'étude

Le « périmètre d'étude » est le périmètre autour du projet dans lequel sera étudié plus particulièrement les potentiels de dangers et risques associés identifiés dans le cadre de cette étude. Il correspond à la plus grande distance d'effet des scénarii développés dans la suite de l'étude.

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

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



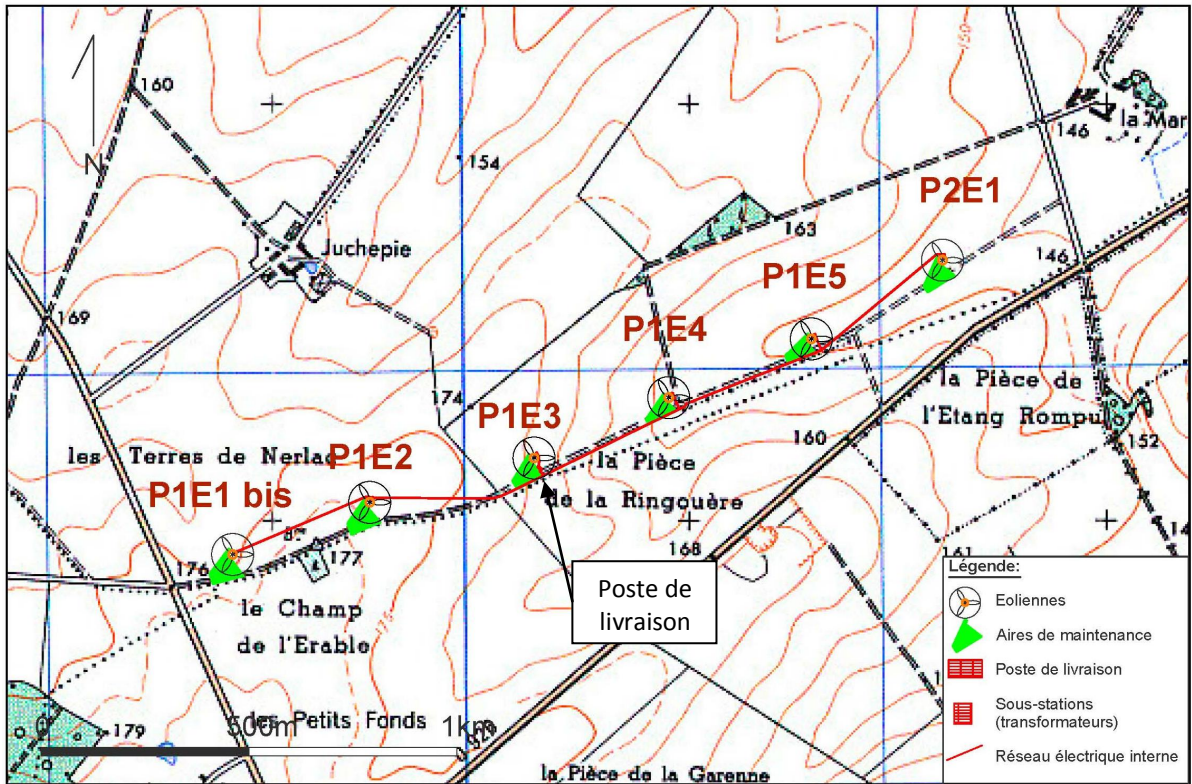
Périmètre d'étude autour du parc de Saint martin de Lamps

III. Description de l'environnement de l'installation

III.1 Le parc éolien

Le parc éolien se situe sur la commune de Saint Martin de Lamps dans le département de l'Indre, en Région Centre. La puissance totale du parc est de 13,8MW, il est composé de 6 éoliennes implantées en ligne le long d'un chemin rural, et d'un poste de livraison localisé à proximité de l'éolienne P1E3.

Les éoliennes seront équipées d'un balisage lumineux et des panneaux d'informations seront disposés à l'entrée de chaque aire de maintenance.



Plan du parc éolien de Saint Martin de Lamps

III.2 L'éolienne

Les éoliennes prévues sont des SIEMENS SWT101-2.3MW, de 101m de diamètre de rotor et de 99,5m de mât à hauteur de moyeu, pour une hauteur totale de 150m.



Photographie 3 : Eolienne SWT101-2.3MW de 150m (source Volkswind)

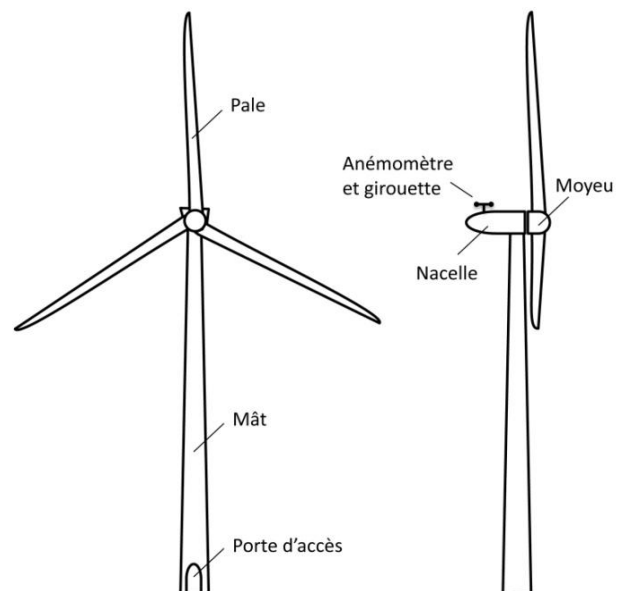


Figure 15 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

Les principaux éléments constitutifs de l'aérogénérateur sont :

Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	20 m de diamètre et une profondeur de 2,5 à 3,6 m. (les dimensions précises seront définies une fois l'étude géotechnique réalisée pour chaque éolienne)
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	3,96 m de diamètre à la base et 2,39 m au sommet 99,5 m de hauteur
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	Longueur de 11,39m, la largeur maximale de 3,5 m et une hauteur de 3,9m L'électricité produite au niveau de la nacelle a une tension de 690V
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	101 m de diamètre Surface balayée 8012m ²
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Dimensions : 2,5 x 2,55 x 2,65(H) m Elève la tension de 690V à 20 000V. Il est prévu à l'extérieur de l'éolienne
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Dimension 11m x 3m Tension dans le poste 20 000V

➤ Le principe de fonctionnement

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque **l'anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 15 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

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

Pour un aérogénérateur de 2,3 MW par exemple, la production électrique atteint 2 300 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

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

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

➤ Sécurité de l'installation

L'installation respecte la réglementation applicable en vigueur en matière de sécurité. Elle 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'à l'ensemble des lois et normes qui assurent la sécurité de l'installation.

L'aérogénérateur :

- L'aérogénérateur respecte la Directive Machine 2006/42/CE.
- La société Siemens Wind Power atteste de la conformité de ses aérogénérateurs à l'ensemble des dispositions contenues dans l'Arrêté du 26 août 2011. Les articles respectés sont précisés en Annexe 5.
- Le Type Certificate (Certification CE) atteste la conformité de l'aérogénérateur à la norme CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 (Annexe 6).

Le balisage :

- Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.
- Des panneaux présentant les prescriptions au public sont installés sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur.

La fondation :

Le dimensionnement des fondations respecte les codes de construction pour l'Europe, les Eurocodes.

Les principaux utilisés pour le calcul des fondations sont :

- Eurocode 2 : Calcul des structures en béton
- Eurocode 7 : Calcul géotechnique

➤ **Opérations de maintenance de l'installation**

La société SIEMENS atteste de la conformité de ses aérogénérateurs à l'ensemble des dispositions contenues dans l'Arrêté du 26 août 2011 y compris les essais de mise en service ainsi que les vérifications de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt.

Compte tenu de la préfabrication des éoliennes, les opérations de montage de l'éolienne sur site se font dans un délai relativement court (un à deux jours par éolienne pour assembler les diverses parties).

Après montage, les opérations de raccordements électriques ainsi que les réglages et essais de fonctionnement de l'éolienne demandent quelques semaines.

Tout au long des années de fonctionnement de l'éolienne, des opérations de maintenance programmées vérifient l'état et le fonctionnement des sous systèmes de l'éolienne. Pour la Siemens SWT101-2.3, les opérations de maintenance annuelle sont organisées de la manière suivante :

Opérations de maintenance annuelle de l'éolienne SWT101-2.3MW (source Siemens)

SIEMENS

N°	Tâches de maintenance annuelle DD, GD - Siemens Wind Turbine Generators -
1.	Inspection des Boulons (vérification au niveau de la nacelle, rotor et pales avec serrage selon planification)
2.	Contrôle des pales: - détection de fissures et bruits inhabituels pendant le fonctionnement, - contrôle de l'intérieur des pales, - contrôle des systèmes de protection anti-foudre.
3.	Système de lubrification des roulements de pales: - remplacement/vidage des godets de vidange, - ajout de graisse neuve, - contrôle de lubrification des roulements.
4.	Circuit foudre: - contrôle de contacts allant des pales jusqu'aux fondations, - contrôle des cartes de détection de foudre.
5.	Armoires électriques: - vérification et tests des capteurs de température, - vérification et tests des détecteurs de fumée, - vérification et tests des ventilateurs, - remplacement des filtres à air.
6.	Convertisseur: - idem contrôle armoires électriques, - contrôle du système de refroidissement, - remplacement du liquide de refroidissement suivant planification.
7.	Système central de lubrification des roulements et du système d'orientation: - remplissage de graisses neuves, - contrôle de l'absence de fuite.
8.	Systèmes hydrauliques (frein, rotation de pales, grue, capot de nacelle et multiplicateur si applicable): - prélèvement d'échantillon d'huile, - remplacement des filtres, - contrôle du système de refroidissement, - vérification d'absence de fuite, - Vérification des pompes, - vérification et tests des capteurs de niveaux, de pression et de température, - vérification des vannes, soupapes et accumulateurs.
9.	Réglage de l'alignement de la génératrice et vérification des connections mécaniques.
10.	Vérification et reserrage de tous les raccordements électriques (système de commande, convertisseur, réactance principale, disjoncteur principal, et génératrice).
11.	Contrôles mécaniques (système d'orientation, génératrice et multiplicateur si applicable): - Inspection des engrenages, - vérification du graissage, - contrôle d'usure, - contrôle des supports d'amortissement.
12.	Système de freinage: - contrôle visuel du disque de frein, - contrôle des garnitures.
13.	Test des systèmes de sécurité: - contrôle des capteurs de survitesse (tests et simulations de régime de survitesse), - contrôle des systèmes de détection de vibrations (tests et simulations de balourd), - contrôle des boutons d'arrêt d'urgence.
14.	Nacelle: - contrôle des joints et capots, - contrôle de la grue de service, - nettoyage de la nacelle.
15.	Tour: - contrôle visuel des points d'ancrage, - contrôle de corrosion, - écaillage de peinture sur la tour, - recherche de pénétration d'eau et de fissures dans le scellement, - contrôle de l'ascenseur de service, - nettoyage des plateformes.

Tous ces contrôles sont décrits en détail dans des procédures spécifiques et font l'objet de formulaires d'enregistrement des opérations effectuées. Ces procédures évoluent avec l'expérience de SIEMENS. Elles sont régulièrement mise à jour suivant une logique d'amélioration continue.

III.3 Les aires de montage

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.

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.

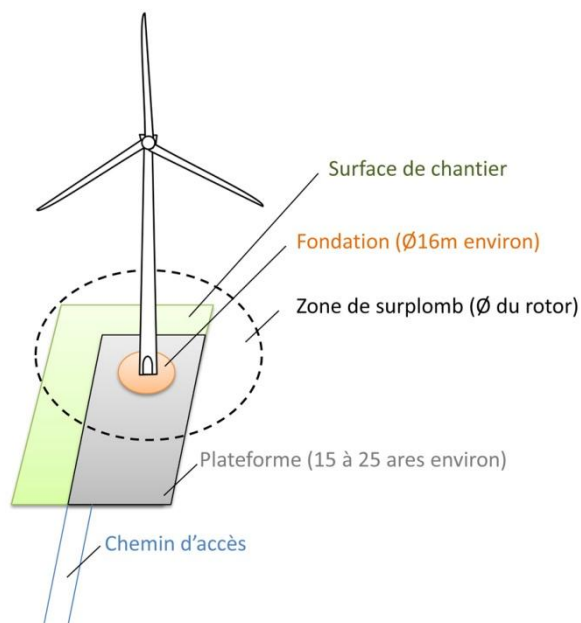


Illustration des emprises au sol d'une éolienne

III.4 Le raccordement

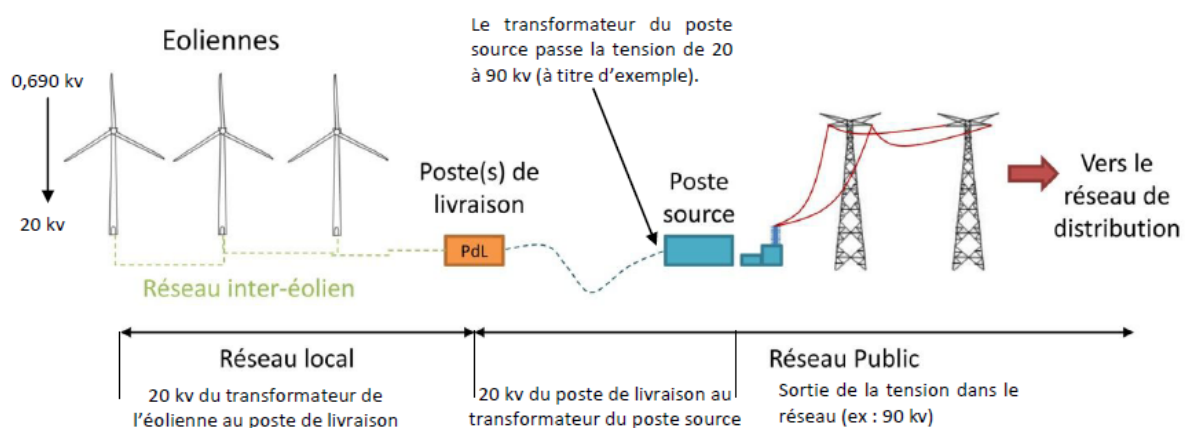


Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

➤ Réseau inter-éolien

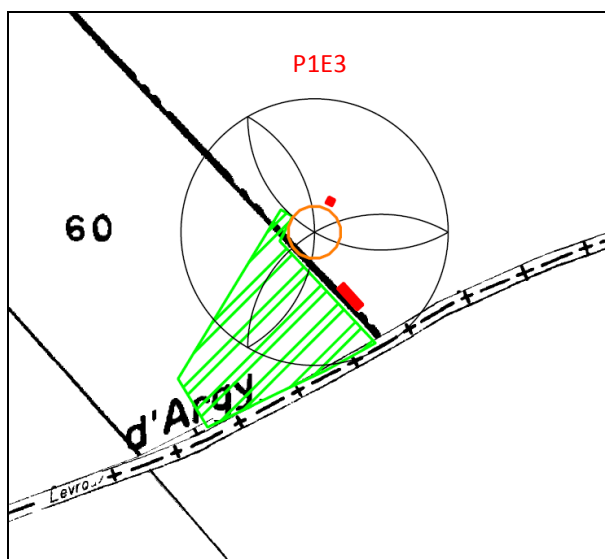
Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, implanté au pied de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

➤ 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.

Ce poste de livraison sera composé de compteurs électriques, de cellules de protection, de sectionneurs et de filtres électriques. La tension réduite de ces équipements (20 000 volts) n'entraîne pas de risque magnétique important. Son impact est donc globalement limité à son emprise au sol de 33 m² (3 m x 11 m).

Afin de réaliser les connections et le comptage entre le projet éolien et le poste de source de Levroux, Valençay ou Buzançais (en fonction des disponibilités lorsque les autorisations de construire et d'exploiter seront obtenues), le poste de livraison sera disposé au sein du parc, à proximité des fondations de l'éolienne P1E3.



Carte 25 : Implantation cadastrale du poste de livraison

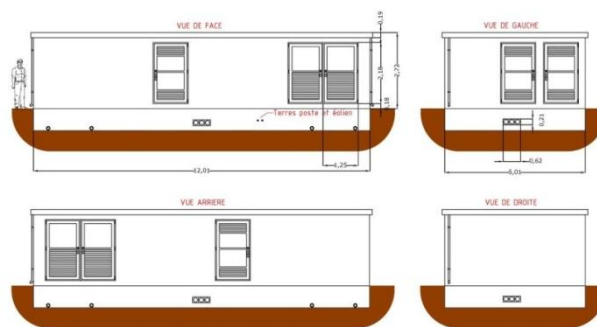
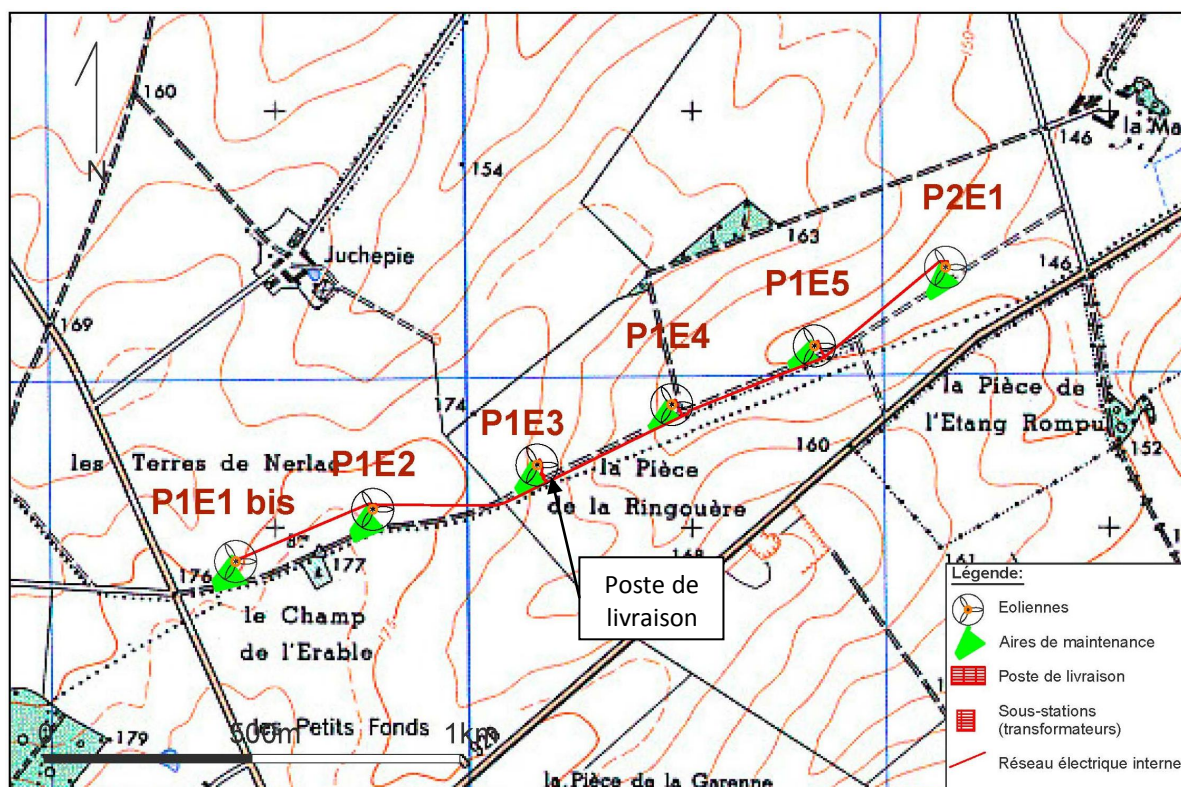


Figure 16 : Plan du poste de livraison



Photographie 4 : exemple de poste de livraison brut



Carte de localisation du réseau inter-éolien

IV. Description de l'environnement

IV.1 L'environnement humain et matériel

➤ Les zones urbanisées

La commune de Saint Martin de Lamps compte 165 habitants au recensement de 2009 (source INSEE).

Aucune habitation ne se trouve dans le périmètre de 500m autour des éoliennes.

	Saint Martin de Lamps
Distance de l'habitation la plus proche du projet	570m
N° de l'éolienne la plus proche	P1E2

La commune de Saint Martin de Lamps dispose d'une carte communale approuvée depuis Décembre 2010. La zone d'implantation des éoliennes de même que les fermes de Juchepie et la Marmagne sont classées en zone A (Agricole). Le règlement concernant cette zone n'impose aucune restriction quant à l'implantation d'éoliennes.

L'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 impose une distance de 500m de toute zone destinée à l'habitation. Les éoliennes du projet respectent bien la règle des 500m vis-à-vis des limites de propriété (ici, les limites cadastrales sur lesquelles se trouvent les habitations les plus proches).

➤ Etablissements recevant du public (ERP)

Il n'y a pas d'ERP au sein du périmètre d'étude. Les ERP les plus proches se trouvent au sein des bourgs de Saint-Martin-de-Lamps, Saint-Pierre-de-Lamps, Françillon et Levroux, dont le centre Bourg se trouve respectivement à 4km, 3km, 2,1km et 3,7km du parc projeté.

➤ Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base

Aucun établissement SEVESO ni installation nucléaire de base (INB) ne se trouve dans ou à proximité du périmètre d'étude.

Enfin, la commune de Saint-Martin-de-Lamps n'est pas concernée par un plan de prévention des risques technologiques.

➤ Les voies de communication

Aucune route structurante (routes dont le trafic journalier est supérieur à 2000 véhicules/jour) ne traverse le périmètre d'étude. Cependant, deux routes départementales passent à l'intérieur du périmètre d'étude :

- La RD 7 qui passe à l'Ouest du projet
- La RD 926 qui passe au sud du projet

N°Eolienne	Distance à la RD7	Distance à la RD926	Distance à la voirie communale
P1E1bis	142m	764m	1598m
P1E2	494m	643m	1450m
P1E3	896m	466m	1286m
P1E4	1252m	360m	1088m
P1E5	1622m	242m	907m
P2E1	1988m	181m	681m

Aucune voie ferroviaire, ni fleuve navigable, ni aéroport ne se trouve à proximité du projet.

➤ Réseaux publics et privés

Une ligne électrique souterraine traverse la zone d'étude en longeant les routes départementales et les voies communales. Il s'agit d'une ligne haute tension HTA (20 000V). La distance minimale de 47m entre l'éolienne P2E1 permet de respecter les préconisations du gestionnaire (ERDF Beauce Sologne).

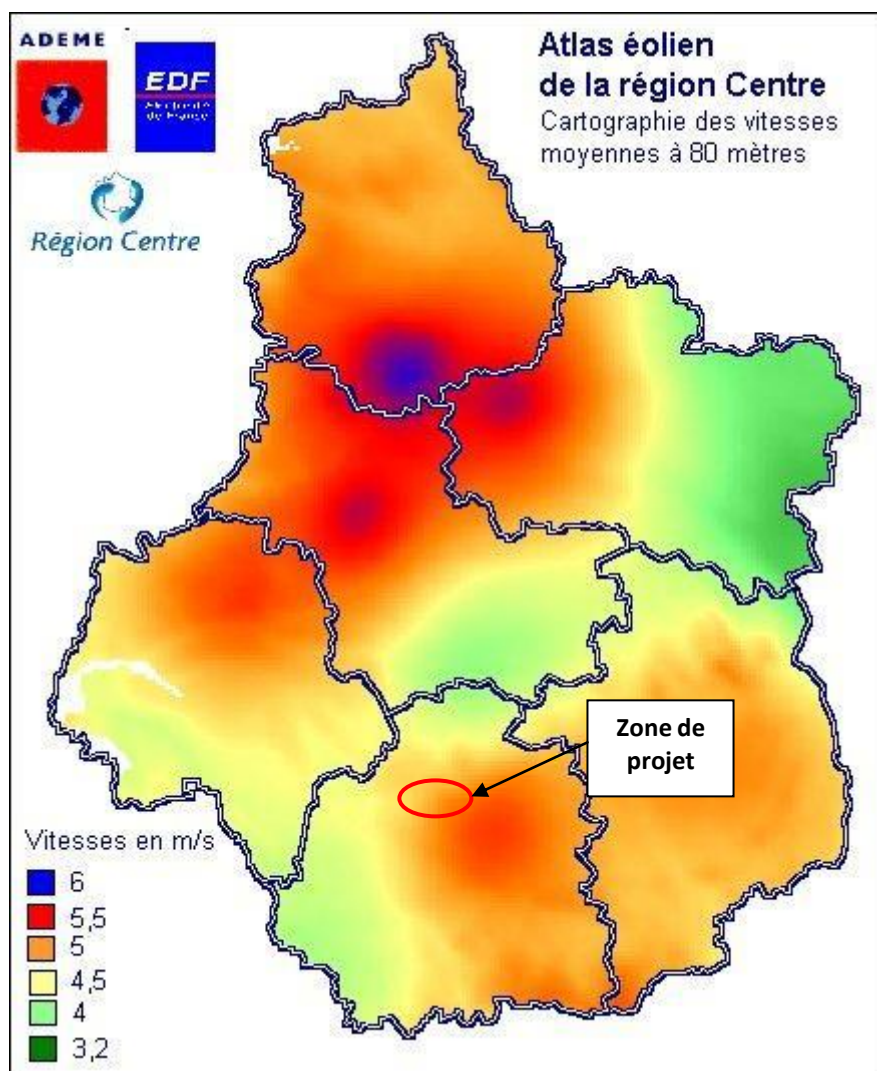
Par ailleurs, le recalibrage ou la création des voies d'accès aux éoliennes devra prendre en compte la présence de cet ouvrage de sorte que tout terrassement à proximité des supports ne puisse compromettre leur stabilité et leur intégrité lors des passages des engins de gros gabarit (grue).

IV.2 L'environnement naturel

➤ Climat

Potentiel éolien

D'après les informations recueillies dans l'atlas éolien de la Région Centre, le secteur d'étude bénéficie de vitesse de vents de 4,5m/s à 5m/s à 80 mètres de hauteur (cf carte ci-après).



Vitesse de vents à 80m de hauteur (source : Atlas éolien de la Région Centre)

Les données de la station météorologique de Châteauroux, station la plus proche du projet, indiquent des vents majoritairement de secteur Sud-Ouest et Nord-Est.

Ces informations (vitesse et direction des vents) sont fournies à titre indicatif mais elles ne sauraient nullement représenter fidèlement les régimes de vent observés au niveau local.

Températures

La moyenne des températures sur l'année est de 11,4°C, avec des températures minimales moyennes de 1,1°C (Janvier) et des températures maximales moyennes de 25,4°C (Août). Le nombre moyen de jours ayant une température inférieure à 0°C (en minimal journalier) est d'au moins 52,4 jours.

➤ Risques naturels

La foudre

Les éoliennes sont des projets de grande dimension, pour lesquels le risque orageux, et notamment la foudre, doit être pris en compte. L'activité orageuse d'une région est définie par le niveau kéraunique (Nk), c'est-à-dire le nombre de jours où l'on entend gronder le tonnerre. Le niveau kéraunique du département est de 17, plus faible que le niveau national qui est de 20.

Le risque sismique

La zone de projet se situe dans la zone où la sismicité est : « faible » (zone 2).

Dans l'Indre, Les installations d'un parc éolien relèvent pour le poste de livraison de la catégorie d'importance III de la classification des bâtiments dans le cadre du risque sismique défini aux articles R563-2 et 3 du code de l'environnement et par l'arrêté ministériel du 22 Octobre 2010. Les éoliennes ne font pas l'objet de l'arrêté bâtiment, comme les transformateurs, qui ne sont pas des bâtiments à proprement parler. Le poste de livraison devra répondre aux règles de construction dites règles Eurocode 8 « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes ».

Mouvements de terrain

La commune de Massay ne présente pas de risque face aux mouvements de terrain.

Le risque inondation

La commune de Saint Martin de Lamps ne dispose d'aucun plan de prévention des risques inondation (PPRI) sur son territoire.

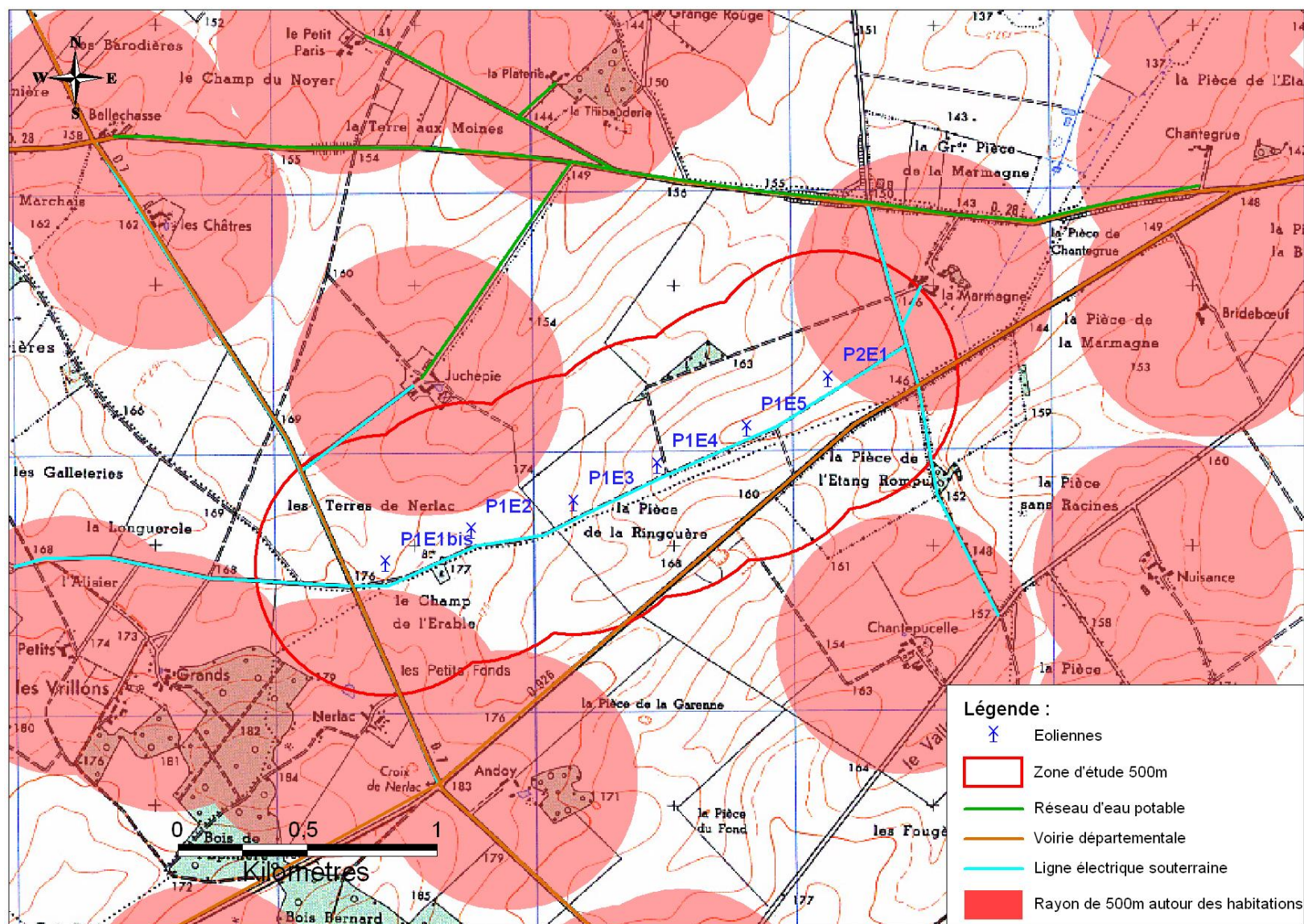
Par contre, le site du projet se trouve en zone de sensibilité faible à fort pour le risque de remontée de nappe. Cette contrainte sera prise en compte lors du dimensionnement des fondations. Dans le cas d'un terrain à masse d'eau sub-affleurante, la fondation devra être plus conséquente (plus étalée), de manière à compenser la perte de portance du sol. Les éléments annexes au parc (ici poste de livraison et transformateurs) feront également l'objet d'un dimensionnement précis de leur fondation sur le même principe.

Le risque de retrait-gonflement des argiles

La zone de projet présente une sensibilité nulle à faible face au risque de retrait-gonflement des argiles.

IV.3 Synthèse des enjeux autour du projet

Voir carte page suivante



Carte de synthèse des enjeux autour du projet

V. Présentation de la méthode d'analyse des risques

V.1 Identification des potentiels de dangers de l'installation

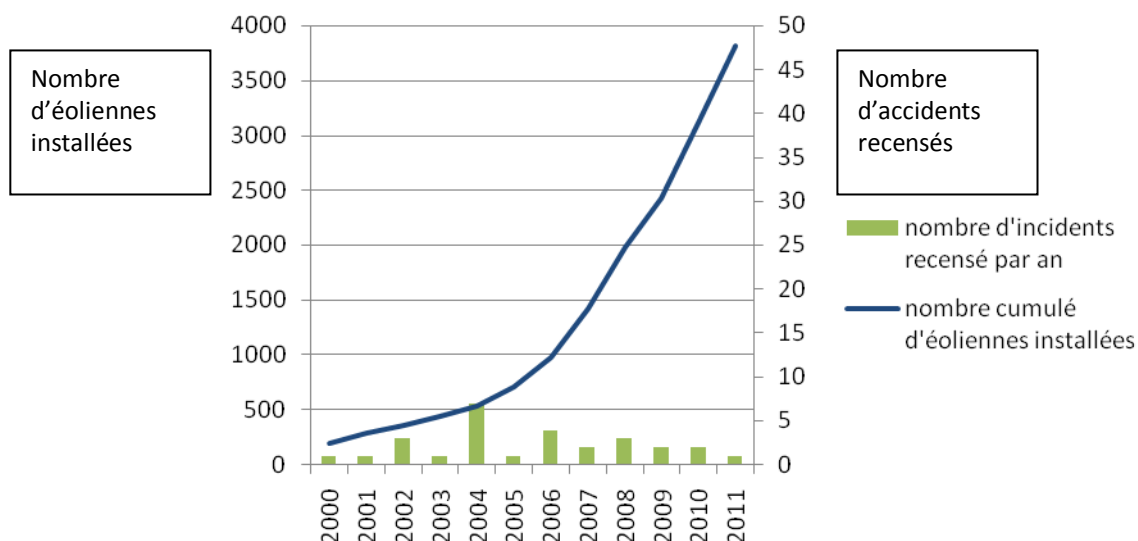
L'analyse des risques concernant ce projet commence par une identification des potentiels de dangers de l'installation. Il s'agit d'identifier les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc...L'identification des enjeux sur la zone de projet et le choix des éoliennes SWT101-2.3MW permettent de réduire significativement ces potentiels de dangers et garantir une sécurité optimale de l'installation.

V.2 Analyse du retour d'expérience

Les principaux phénomènes dangereux potentiels sont ensuite sélectionnés grâce à l'inventaire des incidents et accidents en France et à l'étranger. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne provenant de sources différentes (sources officielles, articles de presse, base de données d'associations, etc.).

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. La foudre est également une cause importante.

Cependant, il apparait 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, du fait d'une évolution technologique plus fiable et plus sûre.



V.3 Analyse préliminaire des risques

Cette analyse a pour objectif d'identifier les scénarii d'accidents majeurs et mes mesures de sécurité qui empêchent ces scénarii de se produire ou en limiter les effets. Les scénarii sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences, permettant ainsi de filtrer les scénarii aux conséquences limitées et ceux induisant des conséquences sur les personnes.

Ainsi le tableau suivant rappelle les principales mesures de maîtrise des risques et leur description :

Fonction de sécurité	Description
Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	Système de déduction du givre et de mise à l'arrêt de la machine + Procédure adéquate de redémarrage
Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées
Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Capteurs de température des pièces mécaniques + Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant + Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement
Prévenir la survitesse	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. Protection contre les survitesses grâce à 2 capteurs: - électronique au niveau du générateur - mécanique au niveau du moyeu Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) couplé à un frein mécanique auxiliaire
Prévenir les court-circuits	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.
Prévenir les effets de la foudre	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur
Prévenir et intervenir en cas d'incendie	Prévention Active (divers détecteurs) avec arrêt machine en cas de détection, Prévention Passive (anti-propagation), Présence d'équipement de lutte anti-incendie (extincteurs dans tour et nacelle) Application du plan d'urgence ("NOTICE Santé Sécurité Environnement Exploitation et Maintenance") en cas d'incendie.
Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage	Contrôles réguliers des interfaces tour/fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités
Prévenir les erreurs de maintenance	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel
Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Arrêt machine suite à la détection de vitesses de vents excessifs. Surveillance en continu à l'aide de 2 capteurs.

Ainsi, en raison de leur faible intensité, les scénarii d'incendie et d'infiltration d'huile dans le sol ne seront pas retenus dans l'analyse détaillée des risques. Les scénarii étudiés sont :

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

V.4 Analyse détaillée des risques

➤ Méthode :

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarii 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 oeuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

Chaque scénario est caractérisé en fonction des paramètres suivants :

- Cinétique
- Intensité
- Gravité
- probabilité

La cinétique d'un accident est supposée « rapide » pour tous les scénarii, ce paramètre ne sera donc pas détaillé pour chacun des phénomènes redoutés.

L'intensité est définie selon un seuil d'effet toxique, de surpression, thermique ou lié à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures. Elle dépend du degré d'exposition, lui-même défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection.

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

La zone d'effet est définie pour chaque événement accidentel comme la surface exposée à cet événement.

Les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre de personnes pouvant être atteint par le phénomène dangereux dans chacune des zones d'effet définies.

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.

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.

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

Pour le scénario d'effondrement d'éolienne, sa probabilité dans la littérature permet de le classer en catégorie « C ». Cependant, les évolutions technologiques des éoliennes, le respect des normes et les contrôles réguliers des installations permettent de le classer en catégorie « D ». D'ailleurs, aucun effondrement d'éolienne n'a été recensé depuis 2005.

Le scénario « Chute d'élément de l'éolienne » a été classé en catégorie « C » d'après le retour d'expérience.

Pour le scénario de projection de pale, la bibliographie renvoie vers des classes de probabilité « B », « C » ou « E ». Le retour d'expérience français montre lui, une classe de probabilité « C ». Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ont fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. C'est pourquoi la classe de probabilité retenue est « D » pour ce scénario.

Concernant la chute de glace (lorsque l'éolienne est à l'arrêt), de façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A ».

Concernant la projection de morceaux de glace, compte tenu de la difficulté à établir un retour d'expérience précis sur cet événement, considérant que l'arrêté du 26 août 2011 précise les mesures de prévention de projection de glace et constatant qu'aucun accident lié à une projection de glace n'a été recensé, une probabilité « B » est proposée pour cet événement.

➤ Résultats

Les niveaux de gravité et de probabilité pour chaque type de cible sont synthétisés dans le tableau suivant. Chaque éolienne ayant le même niveau de gravité et probabilité pour un scénario donné, le tableau est valable pour les 6 éoliennes.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	exposition forte	D (pour des éoliennes récentes) ⁸	Sérieux pour toutes les éoliennes
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	exposition forte	C	Modéré pour toutes les éoliennes.
			exposition modérée		
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	A	Modéré pour toutes les éoliennes
Projection	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes) ⁹	Modéré pour toutes les éoliennes
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	B	Modéré pour toutes les éoliennes

⁸ Voir paragraphe VIII.2.1

⁹ Voir paragraphe VIII.2.4

➤ Synthèse de l'acceptabilité des risques

La dernière étape de cette étude détaillée consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés. 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.

Toutes les éoliennes présentant les mêmes probabilités et gravités, seuls les noms des scenarii sont reportés dans la matrice de criticité ci-dessous.

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Effondrement			
Modéré		Projection de pale	Chute d'élément	Projection de glace	Chute de glace

Légende de la matrice

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

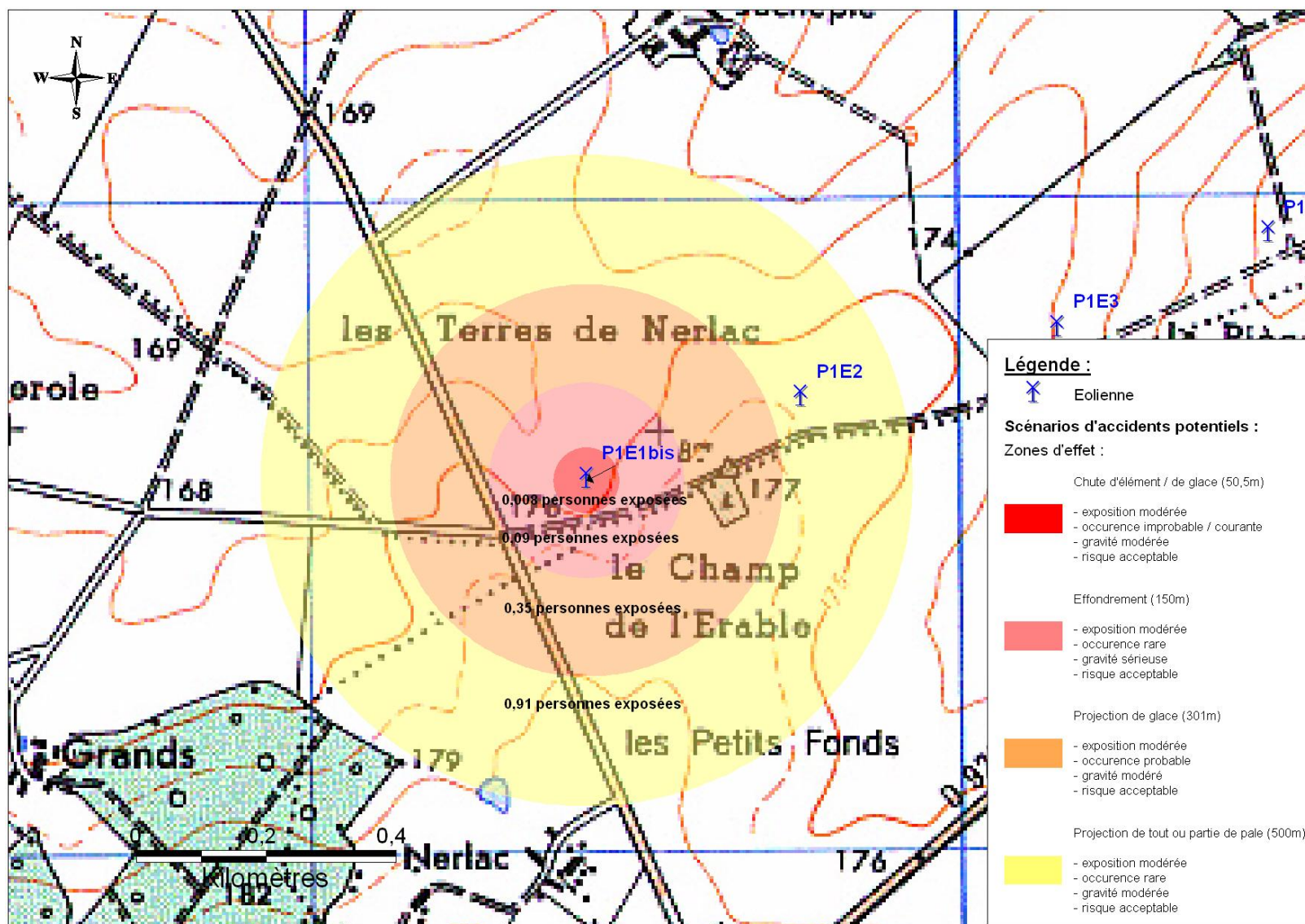
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- 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.

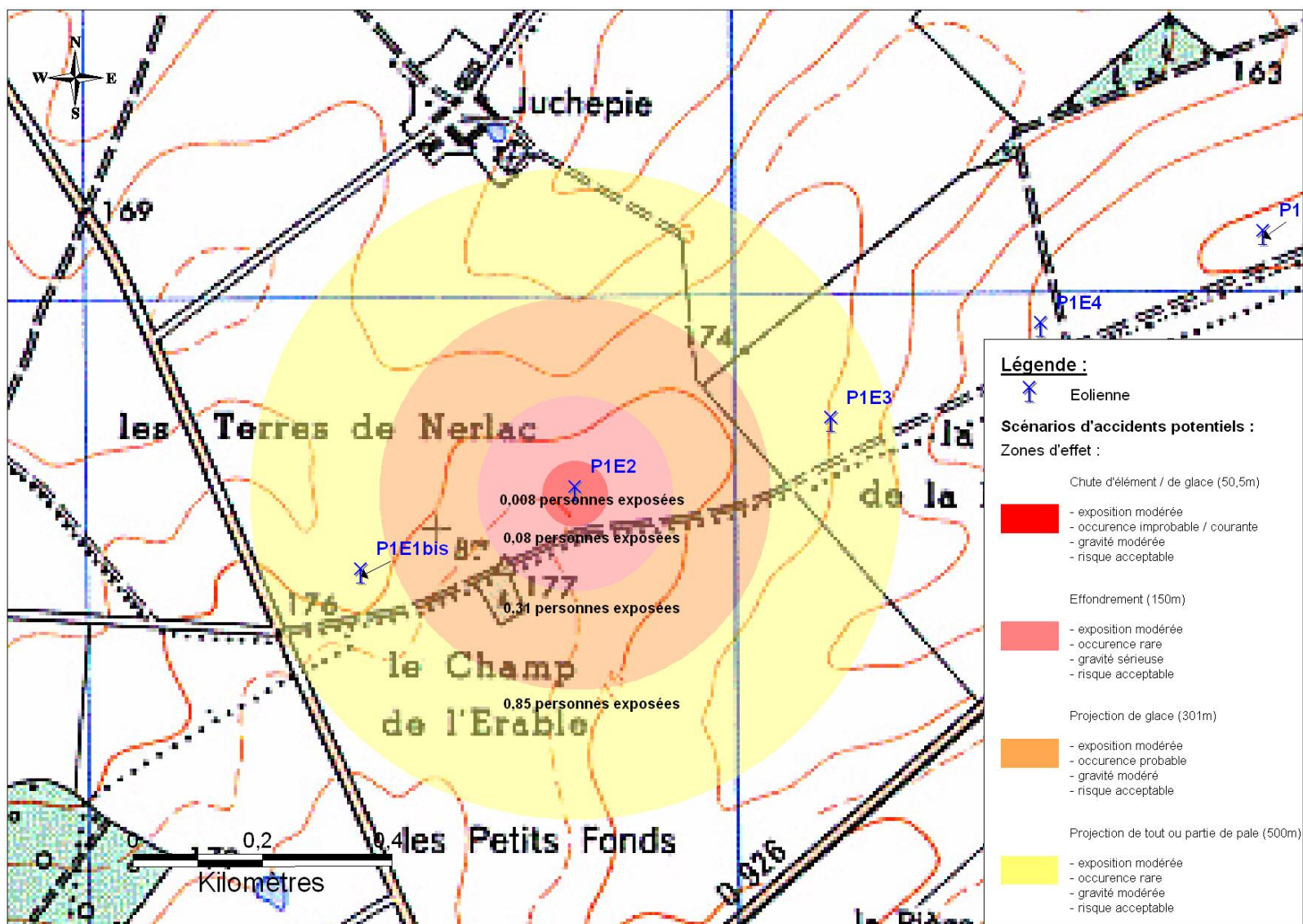
Evènement	Nombre de personnes exposées	Mesures de sécurité	Niveau de risque
Chute de glace	Entre 0,008 et 0,01 personne exposée selon les éoliennes	Installation d'un panneau informant du risque de chute de glace au pied de chaque éolienne Système de déduction de la formation de glace permettant une mise à l'arrêt de l'éolienne	Acceptable

➤ Cartographie des risques

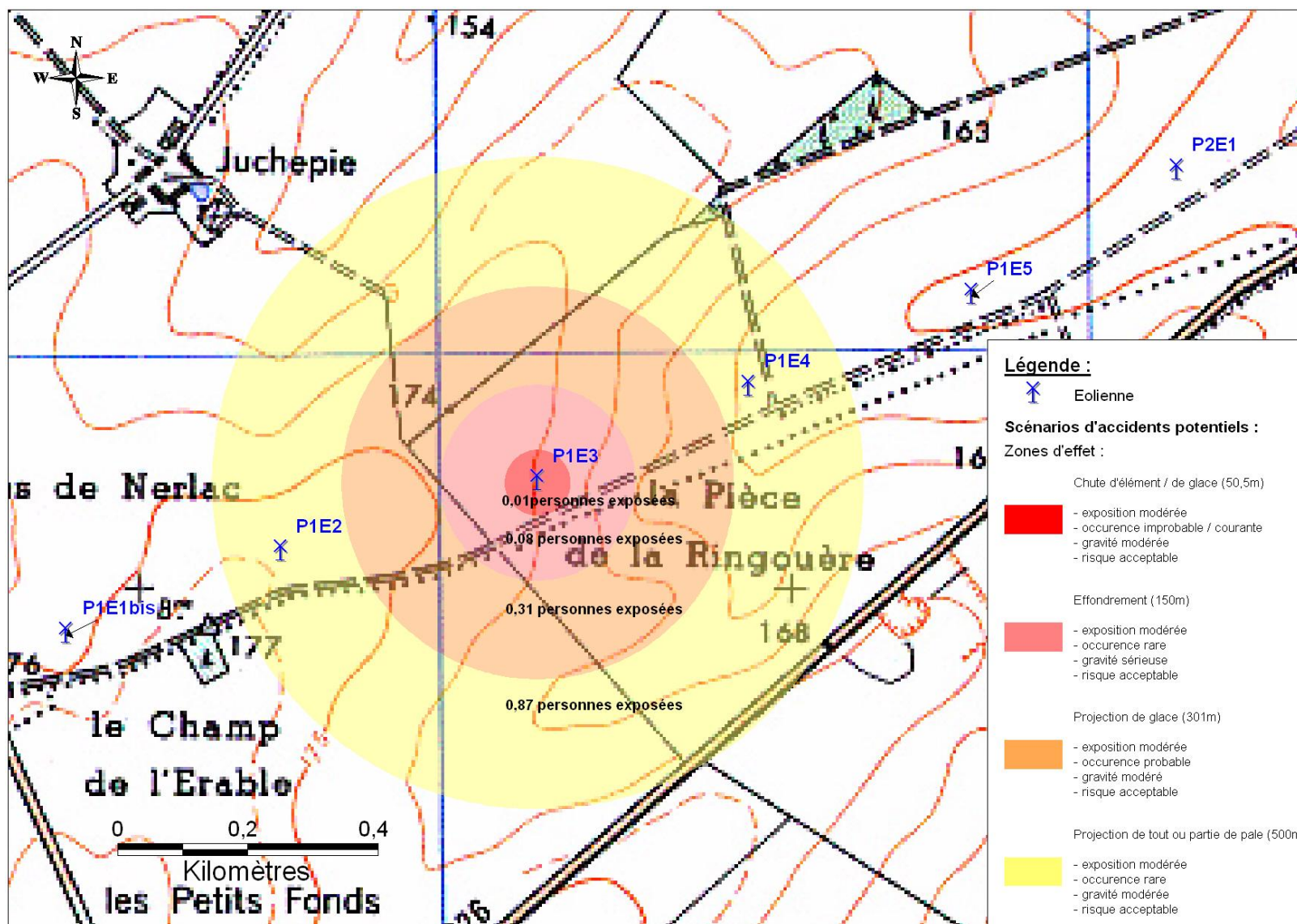
Voir page suivante



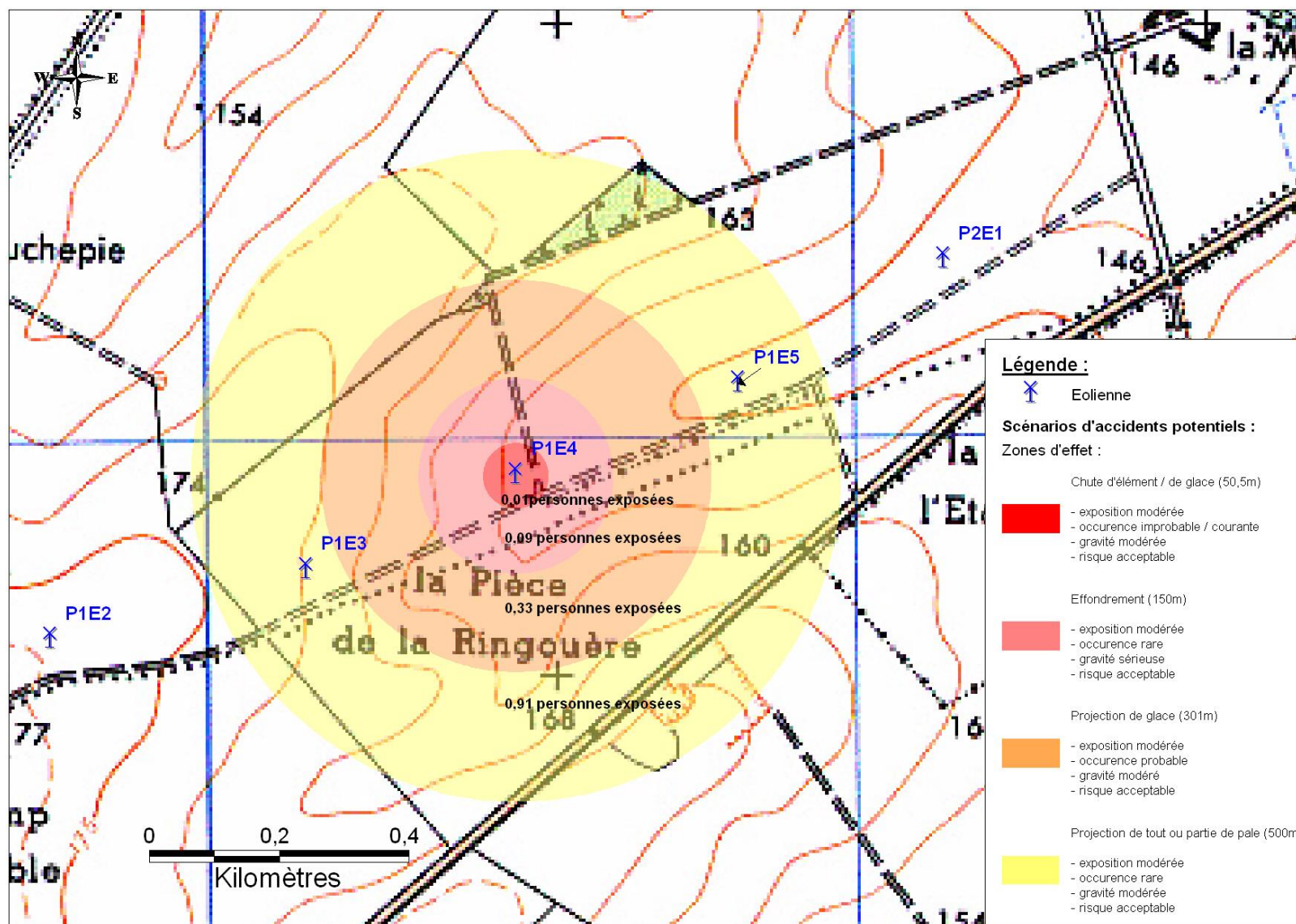
Carte de synthèse des risques pour l'éolienne P1E1bis



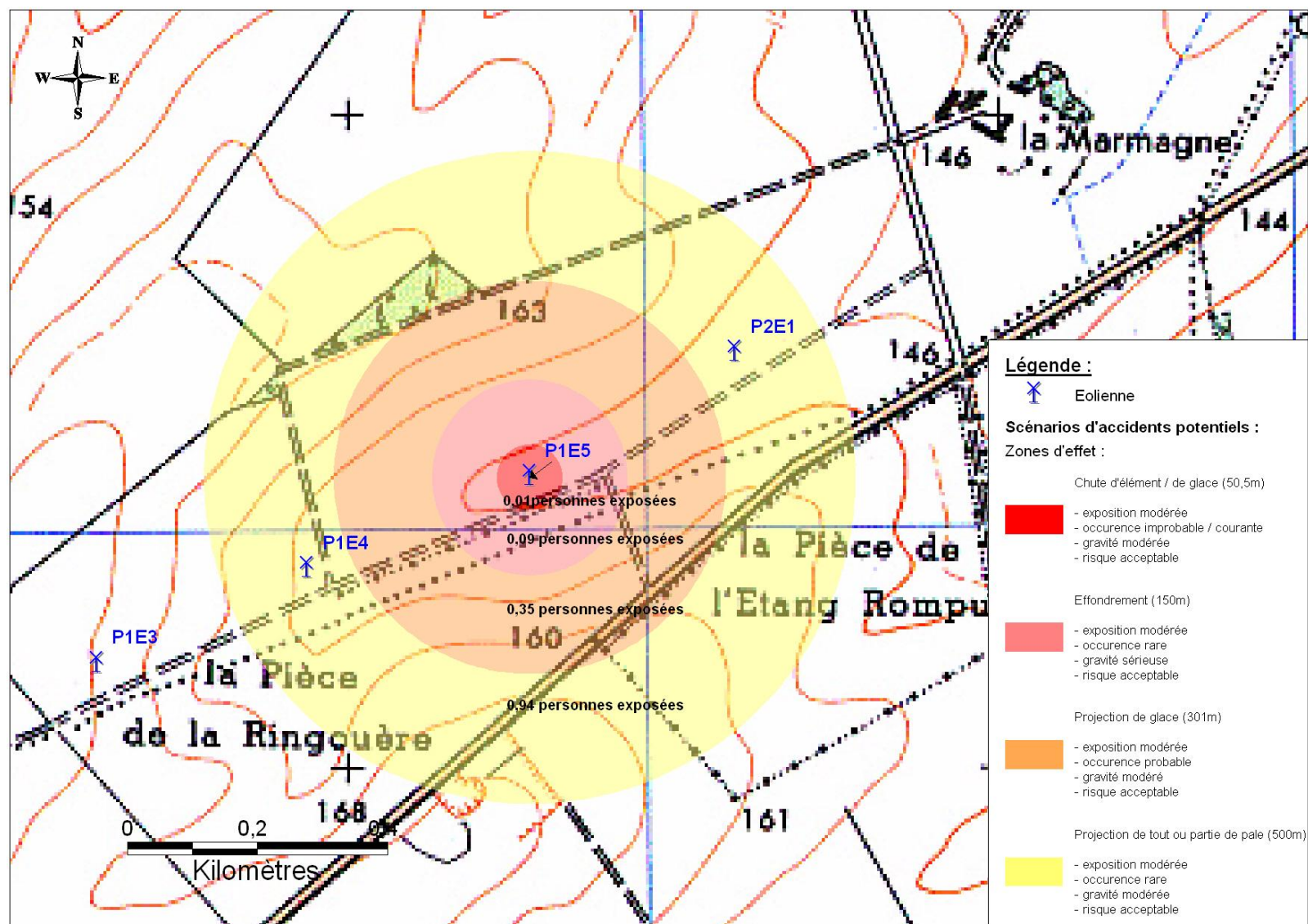
Carte de synthèse des risques pour l'éolienne P1E2



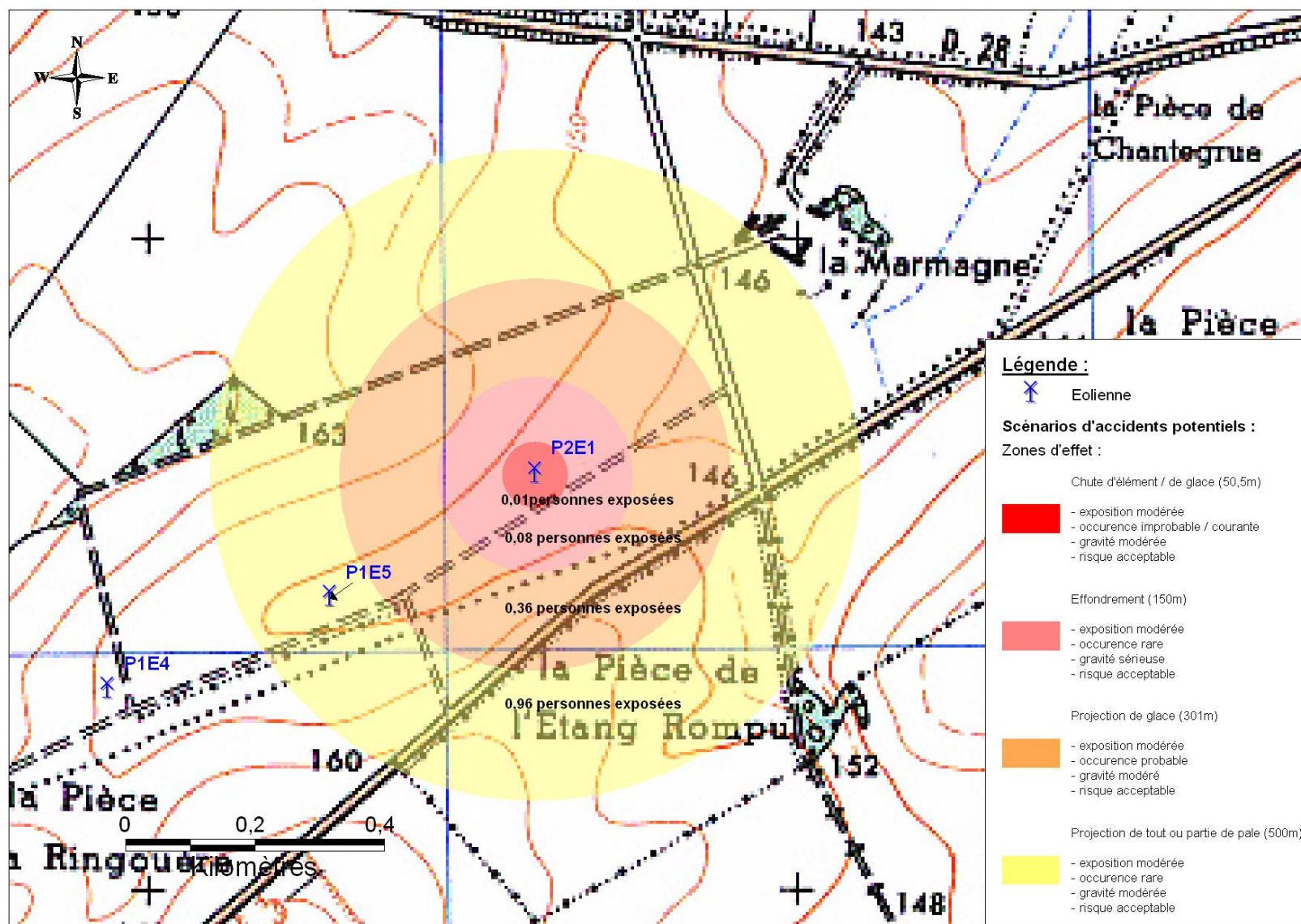
Carte de synthèse des risques pour l'éolienne P1E3



Carte de synthèse des risques pour l'éolienne P1E4



Carte de synthèse des risques pour l'éolienne P1E5



Carte de synthèse des risques pour l'éolienne P2E1

ANNEXES

Annexe 1 : Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne

Annexe 2 : Tableau de l'accidentologie française

Annexe 3 : Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques

Annexe 4 : Probabilité d'atteinte et Risque individuel

Annexe 5 : Document Siemens : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 – Régime des ICPE

Annexe 6 : Certificat de type (type certificate)

Annexe 7 : Glossaire

Annexe 8 : Bibliographie et références

Annexe 1 – Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne

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

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

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

Terrains non bâtis

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

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

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

Voies de circulation

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

Voies de circulation automobiles

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

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

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

Voies ferroviaires

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

Voies navigables

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

Chemins et voies piétonnes

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

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

Logements

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

Etablissements recevant du public (ERP)

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

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

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

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

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

Zones d'activité

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

Annexe 2 – Tableau de l'accidentologie française

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et fin 2011. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de la trame type de l'étude de dangers.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure 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 – Sigeon	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)	-
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

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	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	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise

Etude de Dangers - Parc éolien de Saint Martin de Lamps

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Emballlement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballlement 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)

Etude de Dangers - Parc éolien de Saint Martin de Lamps

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freysenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-

Etude de Dangers - Parc éolien de Saint Martin de Lamps

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

Annexe 3 – Scénarios génériques issus de l’analyse préliminaire des risques

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

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

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

Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)

Scénario G01

En cas de formation de glace, les systèmes de préventions intégrés stopperont le rotor. La chute de ces éléments interviendra donc dans l’aire surplombée par le rotor, le déport induit par le vent étant négligeable.

Plusieurs procédures/systèmes permettront de détecter la formation de glace :

- Système de détection de glace
- Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor
- Arrêt préventif en cas de givrage de l’anémomètre.

① **Note :** Si les enjeux principaux seront principalement humains, il conviendra d’évoquer les enjeux matériels, avec la présence éventuelle d’éléments internes au parc éolien (poste de livraisons, sous-stations), ou extérieurs sous le surplomb de la machine.

Scénario G02

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d’éventuels redémarrage de la machine encore « glacée », ou en cas de formation de glace sur le rotor en mouvement simultanément à une défaillance des systèmes de détection de givre et de balourd.

Aux faibles vitesses de vents (vitesse de démarrage ou « cut in »), les projections resteront limitées au surplomb de l’éolienne. A vitesse de rotation nominale, les éventuelles projections seront susceptibles d’atteindre des distances supérieures au surplomb de la machine.

Scénarios relatifs aux risques d’incendie (I01 à I07)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

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

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

Scénario F01

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

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

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance

- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances
- Procédure de gestion des situations d'urgence

Deux événements peuvent être aggravants :

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

Scénario F02

Lors d'une maintenance, les opérateurs peuvent accidentellement renverser un bidon d'huile, une bouteille de solvant, un sac de graisse ... Ces produits dangereux pour l'environnement peuvent s'échapper de l'éolienne ou être renversés hors de cette dernière et infiltrer les sols environnants.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher le renversement et l'écoulement de ces produits :

- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

Événement aggravant : fortes pluies qui disperseront rapidement les produits dans le sol.

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

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

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

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

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

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

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

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

Scénario P01

En cas de défaillance du système d'arrêt automatique de l'éolienne en cas de survitesse, les contraintes importantes exercées sur la pale (vent trop fort) pourraient engendrer la casse de la pale et sa projection.

Scénario P02

Les contraintes exercées sur les pales - contraintes mécaniques (vents violents, variation de la répartition de la masse due à la formation de givre...), conditions climatiques (averses violentes de grêle, foudre...) - peuvent entraîner la dégradation de l'état de surface et à terme l'apparition de fissures sur la pale.

Prévention : Maintenance préventive (inspections régulières des pales, réparations si nécessaire)

Facteur aggravant : Infiltration d'eau et formation de glace dans une fissure, vents violents, emballement de l'éolienne

Scénarios P03

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

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

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

- Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;

Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant

- Causes externes dues à l'environnement : séisme, ...

Annexe 4 – Probabilité d’atteinte et Risque individuel

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**ANNEXE 5 - Document Siemens : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 –
Régime des ICPE**

Conformité à l'Arrêté du 26 août 2011 - Régime des ICPE -

Suite à l'entrée en vigueur 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 », nous vous informons la stricte conformité de nos aérogénérateurs, de nos procédures de maintenance et de Service après-vente, ainsi que de nos procédures Environnement, Santé et Sécurité à l'ensemble des dispositions contenues audit Arrêté.

Cette conformité que nous sommes en mesure de vous garantir concerne l'ensemble de la gamme de nos aérogénérateurs (Direct Drive et à multiplicateur).

Les informations techniques détaillées ci-après reprennent les différentes dispositions contenues à l'Arrêté du 26 août 2011 et indiquent les réponses de Siemens Wind Power. Ce document pourra par ailleurs être utile dans le cadre d'une procédure administrative qui pourrait être menée.

NOR: DEVP1119348A					
Article	Contenu de l'article	Réponse SIEMENS	Conception	Service après-vente	Environnement, Santé et Sécurité
Art. 5	Afin de limiter l'impact sanitaire lié aux effets stroboscopiques, lorsqu'un aérogénérateur est implanté à moins de 250 mètres d'un bâtiment à usage de bureaux, l'exploitant réalise une étude démontrant que l'ombre projetée de l'aérogénérateur n'impacte pas plus de trente heures par an et une demi-heure par jour le bâtiment.	Aérogénérateurs pouvant être équipés de dispositifs limitant l'impact des ombres projetées	✓		
Art. 6	L'installation est implantée de telle sorte que les habitations ne sont pas exposées à un champ magnétique émanant des aérogénérateurs supérieur à 100 micro teslas à 50-60 Hz.	Caractéristiques des aérogénérateurs permettant la mise en conformité de l'installation	✓		

NOR: DEVP1119348A					
Article	Contenu de l'article	Réponse SIEMENS	Conception	Service après- vente	Environn ement, Santé et Sécurité
Art. 8	L'aérogénérateur est conforme aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne, à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté.	Aérogénérateurs conforme à l'article et normes en référence	✓		
Art. 9	L'installation est mise à la terre. Les aérogénérateurs respectent les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010). L'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée. Les opérations de maintenance incluent un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.	Aérogénérateurs conforme aux normes en vigueur. Opérations de maintenance Siemens Conformés à l'article "A"	✓	✓	
Art. 10	Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables.	Installation électriques conformes à la directive	✓		
Art. 11	Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.	Balisage approprié permettant une conformité aux dispositions de l'article	✓		
Art. 13	Les personnes étrangères à l'installation n'ont pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs. Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.	Procédures d'exploitation conformes et/ou permettant la conformité à l'article "A"		✓	✓
Art. 14	Les prescriptions à observer par les tiers sont affichées soit en caractères lisibles, soit au moyen de pictogrammes 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. Elles concernent notamment: – les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale; – l'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur ; – la mise en garde face aux risques d'électrocution ; – la mise en garde, le cas échéant, face au risque de chute de glace.	Préconisation pour la Signalétique (responsabilité du client) Rédaction de Notice Santé, Sécurité et Environnement conformes aux dispositions de l'article "A"			✓
Art. 15	Avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalise des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent : – un arrêt ; – un arrêt d'urgence ; – un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime. 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.	Procédures d'installation et d'exploitation "A" conformes à l'article	✓	✓	
Art. 16	L'intérieur de l'aérogénérateur est maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables est interdit.	Procédures d'exploitation conformes aux dispositions de l'article "A" Notices Santé, Sécurité et Environnement conformes aux		✓	✓

NOR: DEVP1119348A					
Article	Contenu de l'article	Réponse SIEMENS	Conception	Service après-vente	Environnement, Santé et Sécurité
		dispositions de l'article "A"			
Art. 17	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, le cas échéant, en lien avec les services de secours.	Procédures d'exploitation conformes aux dispositions de l'article "A" Notices Santé, Sécurité et Environnement reprennent ces dispositions		✓	✓
Art. 18	Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât. Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.	Procédures d'exploitation conformes aux dispositions de l'article "A"		✓	
Art. 19	L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. L'exploitant tient à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.	Procédures d'exploitation conformes aux dispositions de l'article "A"		✓	
Art. 20	L'exploitant élimine ou fait éliminer les déchets produits dans des conditions propres à garantir les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement. Il s'assure que les installations utilisées pour cette élimination sont régulièrement autorisées à cet effet. Le brûlage des déchets à l'air libre est interdit.	Procédures d'exploitation conformes aux dispositions de l'article "A" Notices Santé, Sécurité et Environnement conformes aux dispositions de l'article "A"			✓
Art. 22	Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes indiquent : – les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation ; – les limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt ; – les précautions à prendre avec l'emploi et le stockage de produits incompatibles ; – les procédures d'alertes avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours. Les consignes de sécurité indiquent également les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité dans les situations suivantes : survitesse, conditions de gel, orages, tremblements de terre, haubans rompus ou relâchés, défaillance des freins, balourd du rotor, fixations détendues, défauts de lubrification, tempêtes de sable, incendie ou inondation.	Aérogénérateurs équipés de dispositifs appropriés et Notices Santé, Sécurité et Environnement conformes aux dispositions de l'article "A"	✓		✓
Art. 23	Chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur. L'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de quinze minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. L'exploitant dresse la liste de ces détecteurs avec leur	Aérogénérateurs équipés de dispositif de détection appropriés et dispositifs d'alerte et d'entretien "A" conformes à	✓	✓	✓

NOR: DEVP1119348A

Article	Contenu de l'article	Réponse SIEMENS	Conception	Service après-vente	Environnement, Santé et Sécurité						
	fonctionnalité et détermine les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps.	l'article									
Art. 24	Chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, notamment : – d'un système d'alarme qui peut être couplé avec le dispositif mentionné à l'article 23 et qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées à l'article 22 dans un délai de soixante minutes ; – d'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 facilement accessible. 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.	Aérogénérateurs équipés de dispositif de détection appropriés et dispositifs d'alerte et d'entretien "A" conformes à l'article	✓	✓	✓						
Art. 25	Chaque aérogénérateur est équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur est mis à l'arrêt dans un délai maximal de soixante minutes. L'exploitant définit une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales. Cette procédure figure parmi les consignes de sécurité mentionnées à l'article 22.	Aérogénérateurs équipés de dispositif de détection appropriés et procédures d'exploitation "A" conformes à l'article	✓	✓							
Art. 26	<p>L'installation est construite, équipée et exploitée de façon telle que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage.</p> <p>Les émissions sonores émises par l'installation ne sont pas à l'origine, dans les zones à émergence réglementée, d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles définies dans le tableau suivant :</p> <table><tr><th>NIVEAU DE BRUIT MAXIMAL EXISTANT dans les zones à émergence réglementée à l'issue de la mise en exploitation</th><th>ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE du jour de 9 heures à 19 heures</th><th>ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE de nuit de 23 heures à 5 heures</th></tr><tr><td>Sup à 35 dB (A)</td><td>5 dB (A)</td><td>1 dB (A)</td></tr></table> <p>Les valeurs d'émergence mentionnées ci-dessus peuvent être augmentées d'un terme correctif en dB (A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit de l'installation égal à :</p> <p>Trois pour une durée supérieure à vingt minutes et inférieure ou égale à deux heures ;</p> <p>Deux pour une durée supérieure à deux heures et inférieure ou égale à quatre heures ;</p> <p>Un pour une durée supérieure à quatre heures et inférieure ou égale à huit heures ;</p> <p>Zéro pour une durée supérieure à huit heures.</p> <p>En outre, le niveau de bruit maximal est fixé à 70 dB (A) pour la période jour et de 60 dB (A) pour la période nuit. Ce niveau de bruit est mesuré en n'importe quel point du périmètre de mesure du bruit défini à l'article 2. Lorsqu'une zone à émergence réglementée se situe à l'intérieur du périmètre de mesure du bruit, le niveau de bruit maximal est alors contrôlé pour chaque aérogénérateur de l'installation à la distance R définie à l'article 2. Cette disposition n'est pas applicable si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.</p> <p>Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe à l'arrêté du 23 janvier 1997 susvisé, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune</p>	NIVEAU DE BRUIT MAXIMAL EXISTANT dans les zones à émergence réglementée à l'issue de la mise en exploitation	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE du jour de 9 heures à 19 heures	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE de nuit de 23 heures à 5 heures	Sup à 35 dB (A)	5 dB (A)	1 dB (A)	<p>Les caractéristiques techniques des aérogénérateurs ainsi que les dispositifs disponibles donnent la possibilité à l'exploitant de se conformer aux dispositions de cet article</p>	✓		
NIVEAU DE BRUIT MAXIMAL EXISTANT dans les zones à émergence réglementée à l'issue de la mise en exploitation	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE du jour de 9 heures à 19 heures	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE de nuit de 23 heures à 5 heures									
Sup à 35 dB (A)	5 dB (A)	1 dB (A)									

NOR: DEVP1119348A					
Article	Contenu de l'article	Réponse SIEMENS	Conception	Service après- vente	Environn ement, Santé et Sécurité
	des périodes diurne ou nocturne définies dans le tableau ci-dessus. Lorsque plusieurs installations classées, soumises à autorisation au titre de rubriques différentes, sont exploitées par un même exploitant sur un même site, le niveau de bruit global émis par ces installations respecte les valeurs limites ci-dessus.				
Art. 27	Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'installation sont conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier sont conformes à un type homologué. L'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (par exemple sirènes, avertisseurs, hautparleurs), gênant pour le voisinage, est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents.	Procédures d'exploitation Siemens Conforme aux dispositions de l'article		✓	✓
Art. 28	Lorsque des mesures sont effectuées pour vérifier le respect des présentes dispositions, elles sont effectuées selon les dispositions de la norme NF 31-114 dans sa version en vigueur six mois après la publication du présent arrêté ou à défaut selon les dispositions de la norme NFS 31-114 dans sa version de juillet 2011.	Dispositions de l'article en cours de finalisation à date		✓	

REMARQUE : "*" couvert dans le cas d'une souscription à un contrat de service de type LTP ou SAA Siemens Wind Power.

SIEMENS S.A.S.		
Place, Date: Brande (DK), 08/11/2011 Peder Riis NICKELSEN Head of E W EN PLM Signature: 	Place, Date: Saint-Denis, 08/11/2011 Raymond COULOIGNER Head ES SR WP France Signature: 	Place, Date: Saint-Denis, 08/11/2011 Sébastien DUVERGER Q-EHS Coordinator E France Signature: 

ANNEXE 6 - Certificat de type (type certificate)



DET NORSKE VERITAS

TYPE CERTIFICATE

SWT-2.3-101

IEC TC-218904-0
Type Certificate number

2011-12-13
Date of issue

Manufacturer:
Siemens Wind Power A/S
Borupvej 16
DK - 7330 Brande

Valid until: 2016-12-13

Conformity evaluation has been carried out according to **IEC WT 01: 2001 "IEC system for conformity testing and certification of wind turbines, Rules and procedures"**. This certificate attests compliance with IEC 61400-1 ed. 3: 2005 and IEC WT 01 concerning the design and manufacture.

Reference documents:

Design Evaluation Conformity Statement:	IEC DE-218904-0
Type Test Conformity Statement:	IEC TT-218904-0
Manufacturing Conformity Statement:	IEC MC-218904-0

Type Characteristics Measurement Conformity Statement(s):	IEC TM-218904-0
Final Evaluation Report:	PD-642189-1240749-50

Wind Turbine specification:

IEC WT class: II B . For further information see Appendix 1 of this Certificate.

Date: 2011-12-13


Christer Eriksson

Management Representative
Det Norske Veritas, Danmark A/S



DANAK
PROD Reg. no. 7031

Date: 2011-12-13


Bente Vestergaard

Project Manager
Det Norske Veritas, Danmark A/S

DET NORSKE VERITAS, DANMARK A/S

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

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

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

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

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

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

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

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

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

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011 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 références utilisées

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