



DOSSIER MODIFICATIF – AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE
PROJET DE PARC ÉOLIEN « ÉOLIENNES DE MYOSOTIS »
ÉTUDE DE DANGERS

Communes d'Écly et de Son (08) – Août 2020





Sommaire

INTRODUCTION.....	5	2.2.7 - Risques d'effondrement.....	21
PREAMBULE.....	6	2.2.8 - Risques de tornades.....	21
1 – CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	7	3 – ENVIRONNEMENT MATERIEL	22
2 – NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES....	7	3.1 - Voies de communication.....	22
INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION	9	3.2 - Réseaux publics et privés	23
1 – RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS	10	4 - CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE	25
2 – LOCALISATION DU SITE	10	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....	41
3 – DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE	10	1 – CARACTERISTIQUE DE L'INSTALLATION	42
ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	12	1.1 - Caractéristique générale d'un parc éolien.....	42
1 – ENVIRONNEMENT HUMAIN	13	1.1.1 - Eléments constitutifs d'un aérogénérateur	42
1.1 - Zones urbanisées.....	13	1.1.2 - Emprise au sol	42
1.2 - Etablissements recevant du public	13	1.1.3 - Chemin d'accès.....	43
1.3 - Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base....	13	1.1.4 - Autres installations.....	43
1.4 - Autres activités.....	15	1.2 - Activités de l'installation.....	43
2 – ENVIRONNEMENT NATUREL	18	1.3 - Composition de l'installation	43
2.1 – contexte climatique.....	18	2 – FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	58
2.2 – Risques naturels	19	2.1 – Principes de fonctionnement d'un aérogénérateur ...	58
2.2.1 – Risques sismiques	19	2.2 - Sécurité de l'installation.....	59
2.2.2 – Mouvement de terrain	19	2.2.1 - Nature et organisation des secours	60
2.2.3 – Aléa retrait – gonflement des argiles	20	2.2.2 - Consignes et procédures de sécurité	62
2.2.4 - Le risque de foudroiement	20	2.3 - Opérations de maintenance de l'installation.....	63
2.2.5 - Incendies de forêts et de cultures.....	20	2.3.2 - Modalités de maintenance.....	63
2.2.6 - Risques d'inondation	21	2.5 - Fonctionnement des réseaux de l'installation.....	65
		2.5.1 - Raccordement électrique	65
		2.5.2 - Autres réseaux.....	65
		IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	67
		1 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	68
		2 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	69

L'étude de dangers a été coordonnée par :

H2AIR SAS
29 Rue des Trois Cailloux, 80 000 Amiens
Intervenants : Manon HUTIN / Charles STRAUSS

L'étude de dangers :
IXSANE,
11b Rue de l'Harmonie, 59650 Villeneuve d'Ascq
Intervenant : Nicolas Hochart

En concertation avec :
Les collectivités locales et les services de l'Etat
La DREAL, la DDTM, l'INERIS

3 - REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE.....	69	7 - CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	91	2.4.3 - Gravité.....	103
3.1 - Principales actions préventives.....	69	ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	92	2.4.4 - Probabilité.....	104
3.2 - Utilisation des meilleures techniques disponibles.....	70	1 - RAPPEL DES DEFINITIONS.....	93	2.4.5 - Acceptabilité.....	105
ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	71	1.1 - Cinétique.....	93	2.5 - Projection de glace.....	105
1 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE.....	72	1.2 - Intensité.....	93	2.5.1 - Zone d'effet.....	105
2 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL.....	73	1.3 - Gravité.....	94	2.5.2 - Intensité.....	105
3 - SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	74	1.4 - Probabilité.....	94	2.5.3 - Gravité.....	106
3.1 - Analyse d'évolution des accidents en France.....	74	2- CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS.....	95	2.5.4 - Probabilité.....	107
3.2 - Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents	75	2.1 - Effondrement de l'éolienne.....	95	2.5.5 - Acceptabilité.....	107
3.3 - Accidentologie relative aux éoliennes exploitées par le groupe H2air.....	75	2.1.1 - Zone d'effet.....	95	3 - SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE	108
4 - LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE	75	2.1.2 – Intensité.....	95	3.1 - Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	108
ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	77	2.1.3 - Gravité.....	96	3.2 - Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	109
1 - OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	78	2.1.4 - Probabilité.....	97	3.3 - Cartographie des risques.....	109
2 - RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES.....	78	2.1.5 - Acceptabilité.....	97	CONCLUSIONS.....	116
3 - RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES.....	78	2.2 - Chutes de glace.....	98	ANNEXES.....	119
3.1 - Agressions externes liées aux activités humaines.....	78	2.2.1 - Considérations générales.....	98	ANNEXE 1 – MÉTHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DÉTERMINATION DE LA GRAVITÉ POTENTIELLE D'UN ACCIDENT À PROXIMITÉ D'UNE ÉOLIENNE	120
3.2 - Agressions externes liées aux phénomènes naturels ..	80	2.2.2 - Zone d'effet.....	98	ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE.....	121
4 - SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	80	2.2.3 - Intensité.....	98	ANNEXE 3 – SCÉNARIOS GÉNÉRIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES.....	123
5 - EFFETS DOMINOS.....	84	2.2.4 - Gravité.....	98	ANNEXE 4 – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL.....	126
6 - MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	84	2.2.5 - Probabilité.....	99	ANNEXE 5 – GLOSSAIRE	127
		2.2.6 - Acceptabilité.....	99	ANNEXE 6 – BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES UTILISÉES.....	129
		2.3 - Chute d'éléments de l'éolienne.....	100	ANNEXE 7 – CERTIFICAT DE CONFORMITE DE LA N149130.....	129
		2.3.1 - Zone d'effet.....	100	ANNEXE 8 - ORGANISATION DU RESEAU ELECTRIQUE INTERNE.....	131
		2.3.2 - Intensité.....	100		
		2.3.3 - Gravité.....	100		
		2.3.4 - Probabilité.....	101		
		2.3.5 - Acceptabilité.....	102		
		2.4 - Projection de pales ou de fragments de pales.....	102		
		2.4.1 - Zone d'effet.....	102		
		2.4.2 - Intensité.....	102		



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Bâtiment agricole	15
Figure 2 : Vue sur les bâtiments des vergers de Thorin	15
Figure 3 : Diagramme ombro-thermique de Châlons-en-Champagne	18
Figure 4 : Normales annuelles de la station de Charleville-Mézières	18
Figure 5 : Comptage routier 2019 – Source CD08	25
Figure 6 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur	42
Figure 7 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne	43
Figure 8 : Fiche de sécurité d'intervention des secours	61
Figure 9 : SDIS 08	62
Figure 10 : Raccordement électrique des installations	65
Figure 11 : Répartition des événements accidentels sur les parcs éoliens français entre 2000 et 2015	72
Figure 12 : Répartition des accidents liés à des parcs éoliens dans le monde entre 2000 et 2015	74
Figure 13 : Répartition des causes premières d'effondrement ..	74
Figure 14 : Répartition des causes premières de rupture de pale	74
Figure 15 : Répartition des causes premières d'incendie	74
Figure 16 : Evolution du nombre d'incidents annuels et nombre d'éoliennes installées	75

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre de personnes exposées par éolienne (dans le périmètre de 500 m)	25
Tableau 2 : Décomposition des surfaces considérées dans les zones autour de chaque éolienne	26
Tableau 3 : Gabarit type pris en considération dans le cadre de l'étude de dangers	44
Tableau 4 : Coordonnées géographiques des éoliennes et du poste de livraison	44
Tableau 5 : Présentation des différentes composantes de l'installation (exemple de la Vestas V150)	58
Tableau 6 : Inspections prévues sur la V150 après 3 mois de fonctionnement	64
Tableau 7 : Inspections prévues annuellement sur la V150	65
Tableau 8 : Liste des dangers potentiels identifiés dans le cadre du fonctionnement d'un parc éolien	69
Tableau 9 : Principales agressions externes liées aux activités humaines	79

Tableau 10 : Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels	80
Tableau 11 : Niveau d'intensité pour le risque effondrement de l'éolienne	95
Tableau 12 : Calcul du nombre équivalent de personnes permanentes pour l'effondrement de l'éolienne	96
Tableau 13 : Gravité pour le risque effondrement de l'éolienne	96
Tableau 14 : Probabilité du risque effondrement de l'éolienne	97
Tableau 15 : Acceptabilité du risque effondrement de l'éolienne	97
Tableau 16 : Intensité du risque chute de glace	98
Tableau 17 : Calcul du nombre équivalent de personnes permanentes pour la chute de glace	99
Tableau 18 : Gravité du risque chute de glace	99
Tableau 19 : Acceptabilité du risque chute de glace	100
Tableau 20 : Intensité du risque de chute d'éléments de l'éolienne	100
Tableau 21 : Calcul du nombre équivalent de personnes permanentes pour la chute d'éléments	101
Tableau 22 : Gravité du risque chute d'éléments	101
Tableau 23 : Acceptabilité du risque chute d'éléments	102
Tableau 24 : Intensité du risque de projection de pale	103
Tableau 25 : Calcul du nombre équivalent de personnes permanentes pour la projection de pale	103
Tableau 26 : Gravité du risque projection de pale	104
Tableau 27 : Eléments bibliographiques de la probabilité de projection de pale	104
Tableau 28 : Acceptabilité du risque projection de pale	105
Tableau 29 : Intensité du risque de projection de glace	106
Tableau 30 : Calcul du nombre équivalent de personnes permanentes pour la projection de glace	106
Tableau 31 : Gravité du risque projection de morceaux de glace	107
Tableau 32 : Niveau de risque de la projection de glace	108
Tableau 33 : Synthèse de l'étude détaillée des risques	108

LISTE DES CARTES

carte 1. Implantation retenue	11
carte 2. Autres parcs éoliens les plus proches	13
carte 3. Contexte éolien	14
carte 4. Présentation de la zone d'étude	16
carte 5. Distance aux habitations et zones urbanisables	17
carte 6. Types de climat en France	18
carte 7. Zonage sismique de Champagne-Ardenne en vigueur depuis le 1er mai 2011	19
carte 8. Sensibilité du périmètre immédiat de l'étude à l'aléa retrait – gonflement des argiles	20
carte 9. Densité de foudroiement pour l'année 2010	20

carte 10. Sensibilité du secteur d'étude à l'aléa remontée de nappe	21
carte 11. Recensement des cavités à proximité de la zone d'étude	21
carte 12. Fréquence des tornades par rapport à la moyenne nationale	22
carte 13. Trafic moyen journalier annuel	22
carte 14. Réseaux publics et privés	24
carte 15. Cartographie de synthèse du parc éolien « Eoliennes des Myosotis »	27
carte 16. Cartographie de l'exposition par éolienne du parc « Eoliennes des Myosotis »	28
carte 17. Cartographie de synthèse : éolienne E1	29
carte 18. Cartographie de synthèse : éolienne E2	30
carte 19. Cartographie de synthèse : éolienne E3	31
carte 20. Cartographie de synthèse : éolienne E4	32
carte 21. Cartographie de synthèse : éolienne E5	33
carte 22. Cartographie de synthèse : éolienne E6	34
carte 23. Cartographie de synthèse : éolienne E7	35
carte 24. Cartographie de synthèse : éolienne E8	36
carte 25. Cartographie de synthèse : éolienne E9	37
carte 26. Cartographie de synthèse : éolienne E10	38
carte 27. Cartographie de synthèse : éolienne E11	39
carte 28. Cartographie de synthèse : éolienne E12	40
carte 29. Plan détaillé de l'installation et de ses abords	45
carte 30. Plan détaillé Eolienne E1 et ses abords	46
carte 31. Plan détaillé Eolienne E2 et ses abords	47
carte 32. Plan détaillé Eolienne E3 et ses abords	48
carte 33. Plan détaillé Eolienne E4 et ses abords	49
carte 34. Plan détaillé Eolienne E5 et ses abords	50
carte 35. Plan détaillé Eolienne E6 et ses abords	51
carte 36. Plan détaillé Eolienne E7 et ses abords	52
carte 37. Plan détaillé Eolienne E8 et ses abords	53
carte 38. Plan détaillé Eolienne E9 et ses abords	54
carte 39. Plan détaillé Eolienne E10 et ses abords	55
carte 40. Plan détaillé Eolienne E11 et ses abords	56
carte 41. Plan détaillé Eolienne E12 et ses abords	57
carte 42. Synthèse globale des risques	110
carte 43. Cartographie de synthèse du risque effondrement	111
carte 44. Cartographie de synthèse du risque de chute d'élément	112
carte 45. Cartographie de synthèse du risque de chute de glace	113
carte 46. Cartographie de synthèse du risque de projection de pale	114
carte 47. Cartographie de synthèse du risque de projection de glace	115
carte 48. Raccordement interéolien	131



INTRODUCTION

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la Société d'exploitation du parc éolien « Eoliennes des Myosotis » pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien « Eoliennes des Myosotis », 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 en question.

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 « Eoliennes des Myosotis », 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.

PREAMBULE

PREAMBULE.....	6
1 – CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE.....	7
2 – NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES.....	7



1 – CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

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

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation [Annexe 6 réf 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.

2 – NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

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

A Nomenclature des installations classées				
N°	Désignation de la rubrique	Régime	Rayon	Caractéristique de l'installation
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs 1 – Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât à une hauteur supérieure ou égale à 50 m	Autorisation	6	12 éoliennes de 180 m

Le parc éolien « Eoliennes des Myosotis » 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.

Dans le cadre de l'autorisation unique environnementale cette étude de danger spécifique est annexée à l'étude d'impact qu'elle vient compléter.

Les éoliennes sont des machines qui participent à la protection de l'environnement car elles utilisent une énergie propre et entièrement renouvelable.

Les éoliennes modernes sont conçues avec toutes les nouvelles technologies de pointes pour améliorer leur efficacité. Elles respectent toutes les normes de sécurité exigées.

Les impacts des éoliennes implantées sur le site du parc des éoliennes des Myosotis sont très limités, temporaires et réversibles.



INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION.....	9
1 – RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS.....	10
2 – LOCALISATION DU SITE.....	10
3 – DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE.....	10

1 – RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Les premières études de préféabilité portant sur le projet éolien sur les communes d'Ecly et de Son ont été entamées dès 2014 par la société H2air, développant le projet. Cette société possède une solide expérience dans la conduite de ce type de projet.

Nom de la Société du porteur de projet	H2air
Raison Sociale	SAS
Adresse	29 rue des Trois Cailloux 80000 AMIENS
Numéro d'immatriculation au RCS	502 009 061
Numéro de TVA	FR54 502 009 061

La société d'exploitation « Eoliennes des Myosotis » exploite le parc du même nom.

Nom de la Société d'exploitation	« Eoliennes des Myosotis »
Numéro d'immatriculation au RCS d'Amiens	500 031 984
Code NAF	3511Z

Cette étude a été réalisée par M. Hochart Nicolas, Chargé d'études en environnement au sein du Bureau d'études IXSANE, basé à Villeneuve d'Ascq.

2 – LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien « Eoliennes des Myosotis », composé de 12 aérogénérateurs, est localisé sur les communes d'Ecly et de Son, située dans le département des Ardennes en région Grand Est (voir carte ci-après)

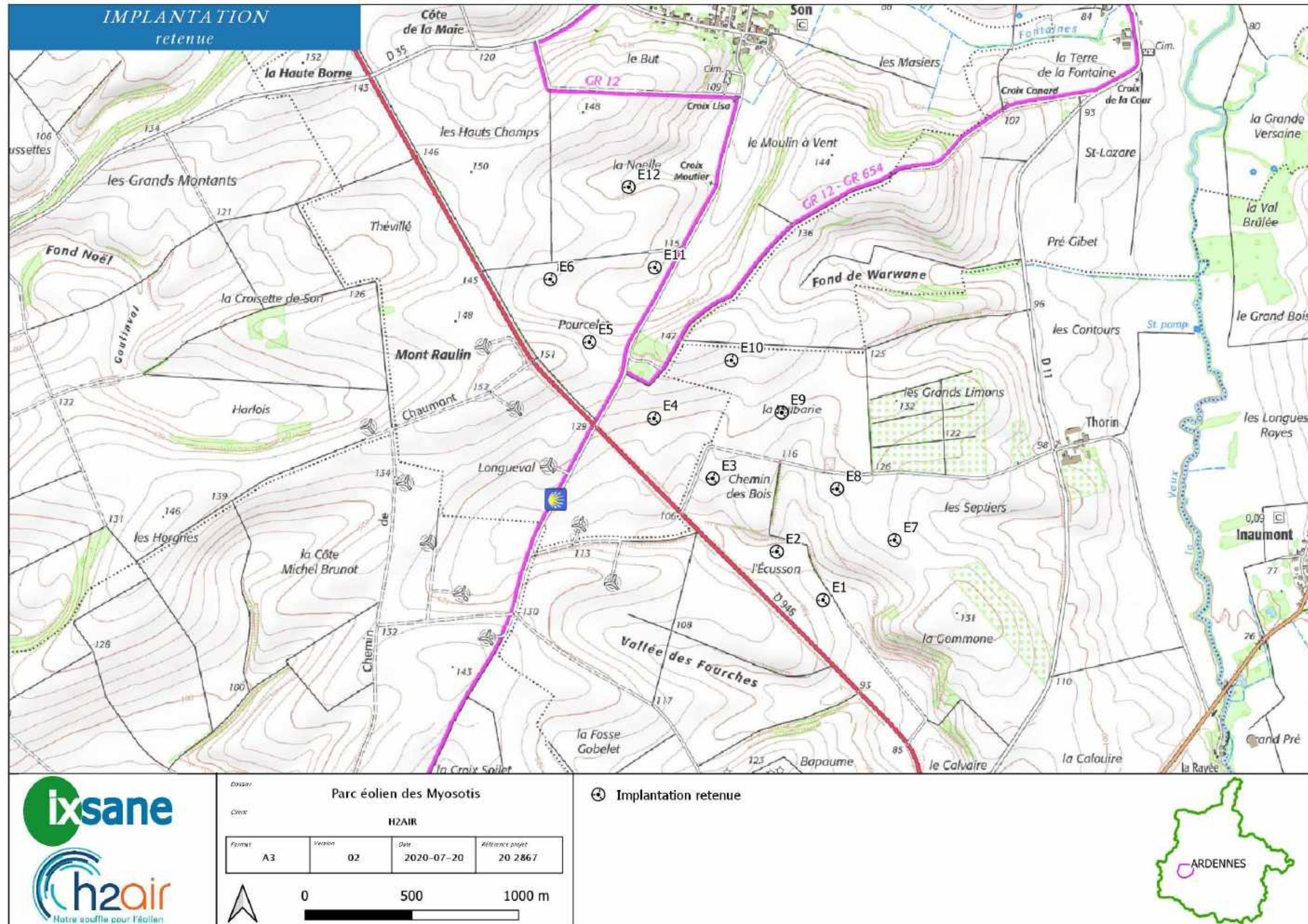
Les cartes de cette étude de dangers sont susceptibles de posséder quelques imprécisions dans la mesure où les fonds de cartes IGN (Scan 1/25000) présentent une précision affichée de l'ordre de la dizaine de mètres (pixellisation de l'image, précision du géoréférencement...).

3 – DEFINITION DE L'AIRES D'ETUDE

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

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

La zone d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison, qui seront néanmoins représentés sur la carte (carte 26 et suivante). 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 1. Implantation retenue

ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	12
1 – ENVIRONNEMENT HUMAIN	13
2 – ENVIRONNEMENT NATUREL	18
3 – ENVIRONNEMENT MATERIEL	22
4 - CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE	25



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).

1 – ENVIRONNEMENT HUMAIN

1.1 - ZONES URBANISEES

Commune	Code INSEE	Code postal	Pop totale (INSEE 2014)	Superficie (km²)	Densité (hab/km²)
Ecly	08150	08300	183	9,4	19,5
Son	08426	08300	95	9	10,5

Les cartes suivantes exposent les zones urbanisées ainsi que les habitations à proximité de la zone d'étude.

Aucun bâtiment à usage d'habitation ne se situe à moins de 500 mètres de l'installation.

1.2 - ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC

Dans les limites de la zone d'étude, aucun bâtiment relevant de la dénomination établissement recevant du public (ERP) n'est recensé (article R123-2 du Code de la construction et de l'habitation).

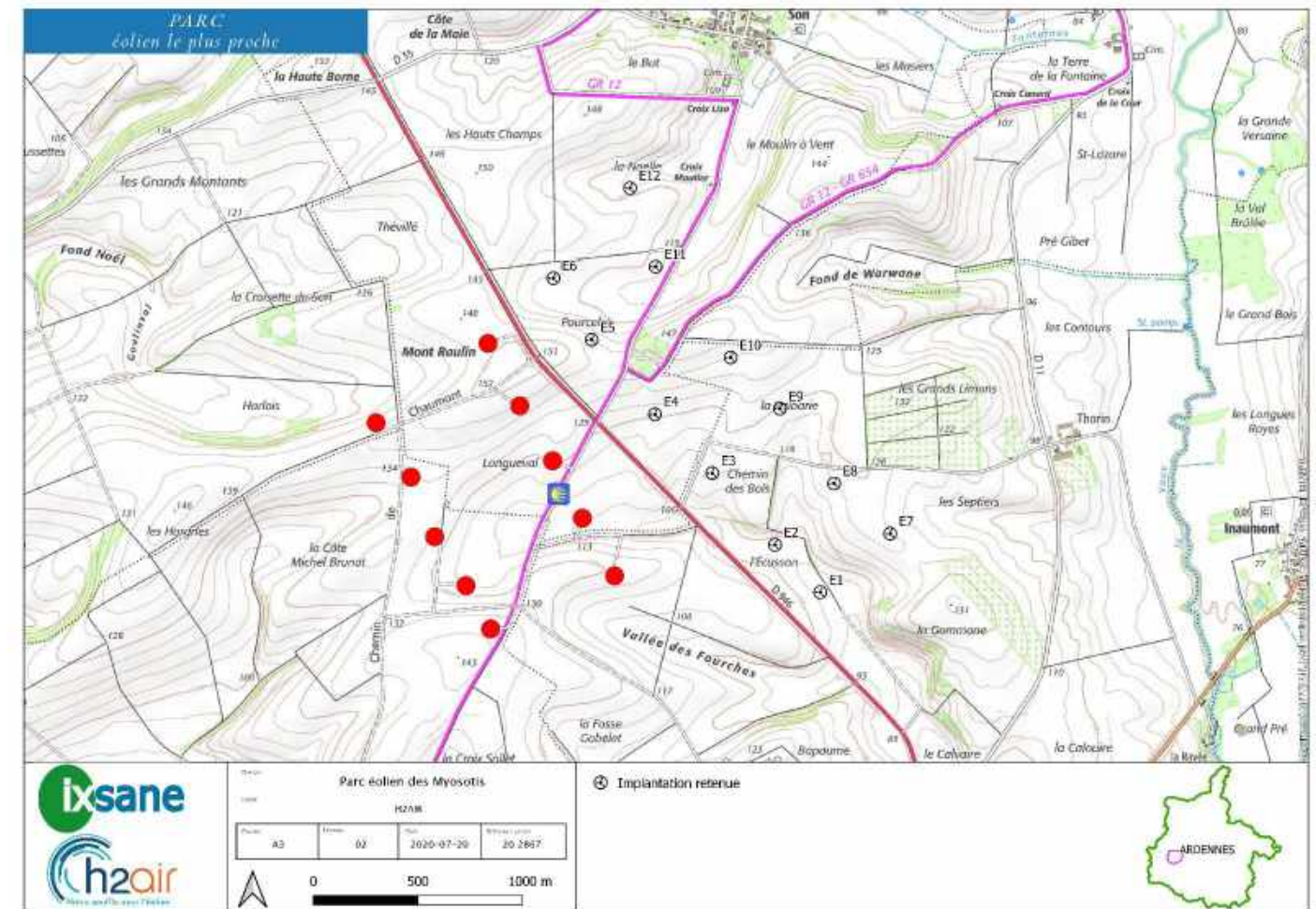
1.3 - INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE) ET INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE

Dans les limites de la zone d'étude, aucune installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) n'est recensée, mis à part un autre parc éolien (les éoliennes des plaines du Porcien 1).

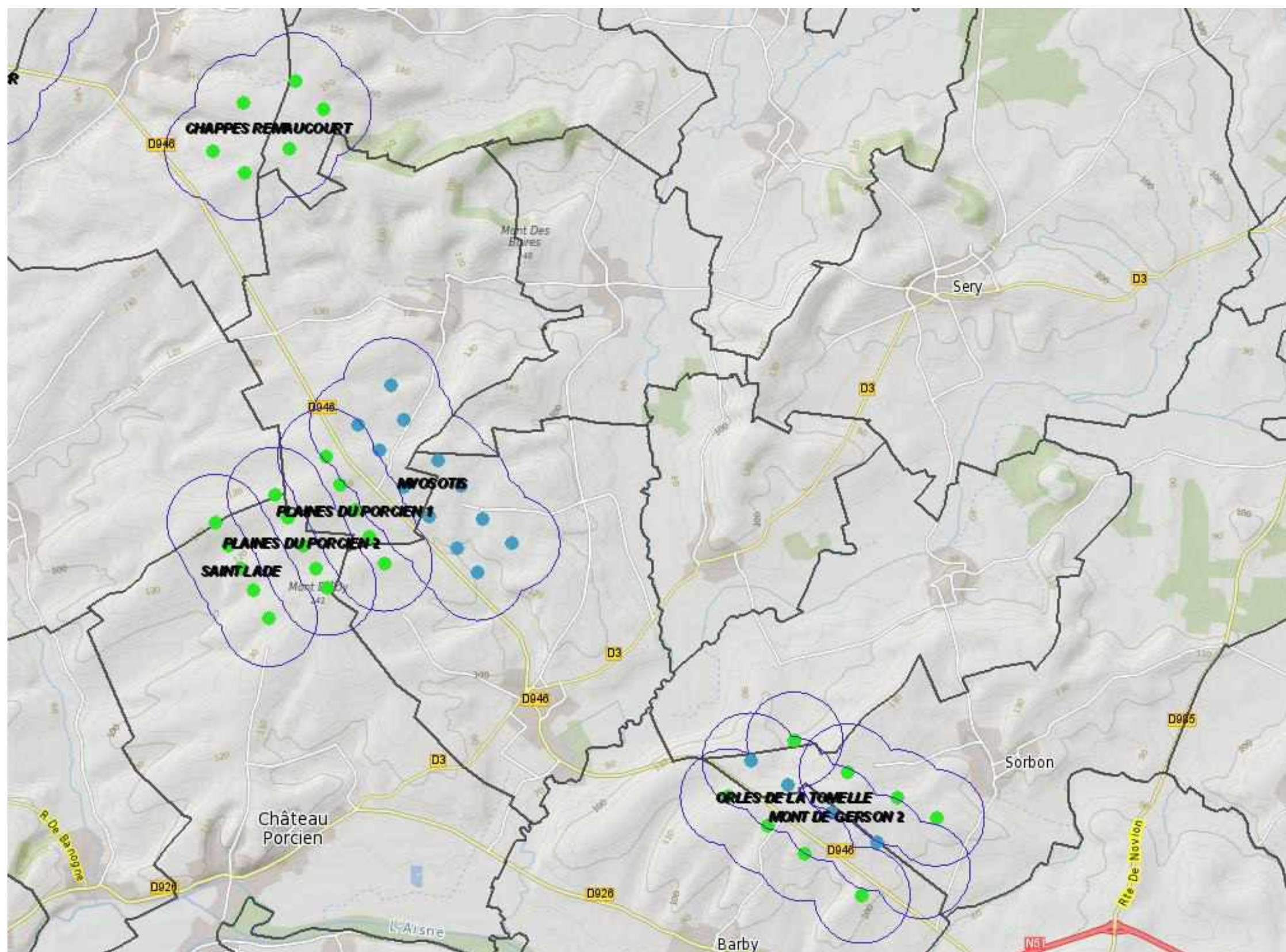
Les distances de chaque éolienne à l'éolienne la plus proche des plaines du Porcien 1 sont les suivantes :

- E1 : 995 m
- E2 : 791 m
- E3 : 666 m
- E4 : 551 m
- E5 : 475 m

- E6 : 453 m
- E7 : 1343 m
- E8 : 1150 m
- E9 : 1089 m
- E10 : 998 m
- E11 : 892 m
- E12 : 1018 m



carte 2. Autres parcs éoliens les plus proches



carte 3. Contexte éolien

Source : <http://cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr>



1.4 - AUTRES ACTIVITES

Au sein de la zone d'étude, seules les activités agricoles sont présentes. Un bâtiment agricole est présent mais à plus de 500 mètres de l'éolienne E8.

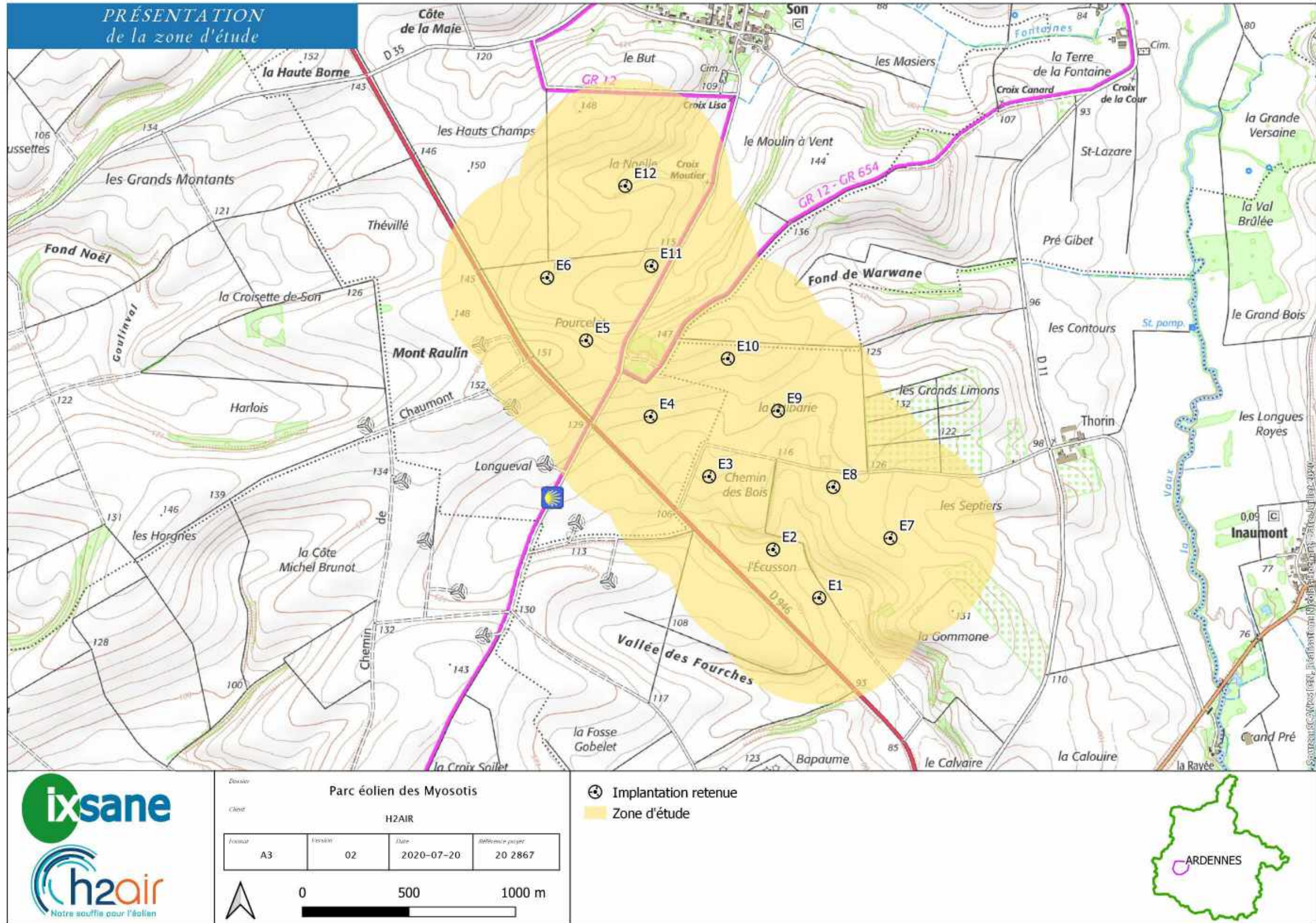
Ce site est un bâtiment de la société Les vergers de Thorin.



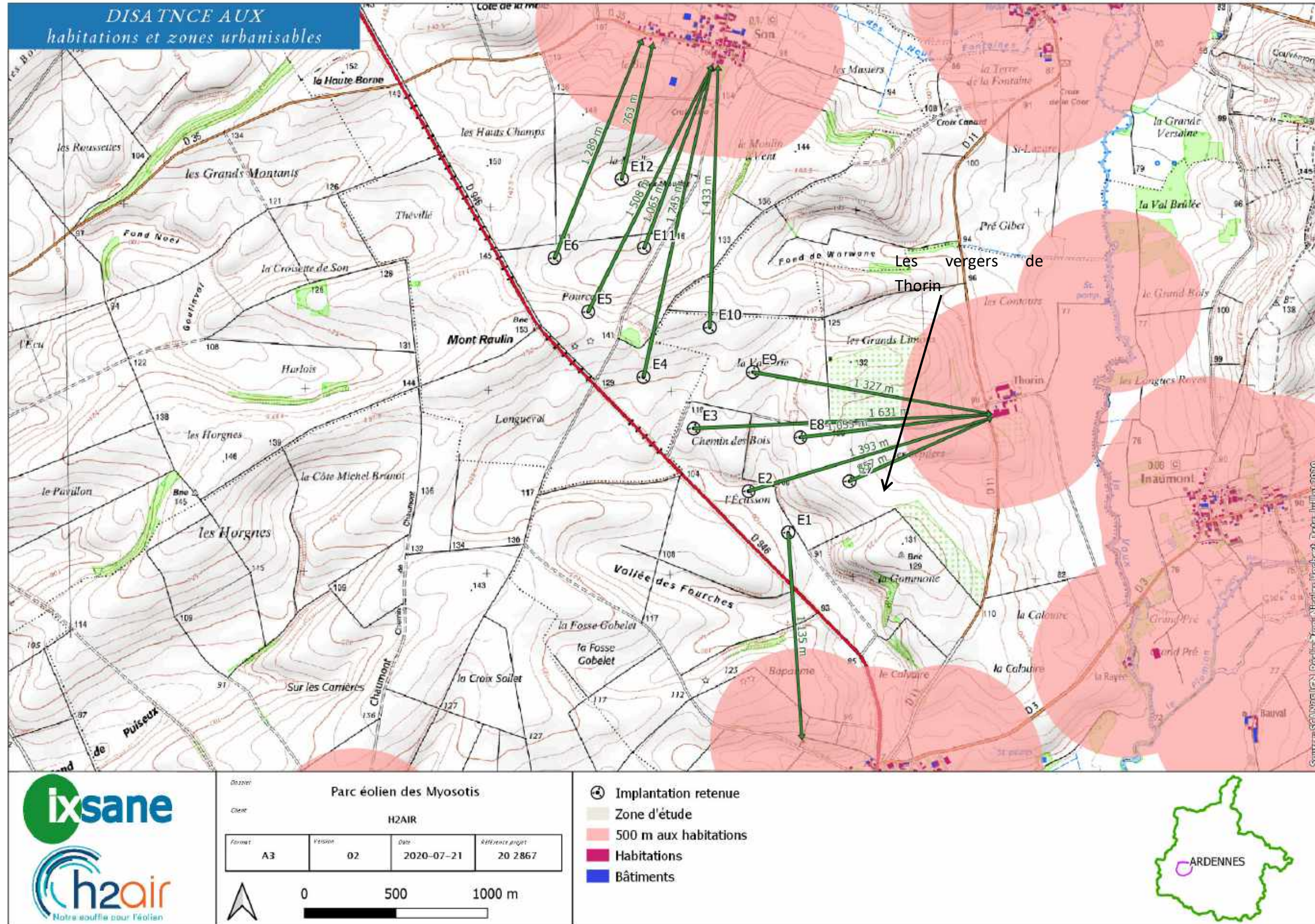
Figure 1 : Bâtiment agricole



Figure 2 : Vue sur les bâtiments des vergers de Thorin
Source : googlemaps



carte 4. Présentation de la zone d'étude

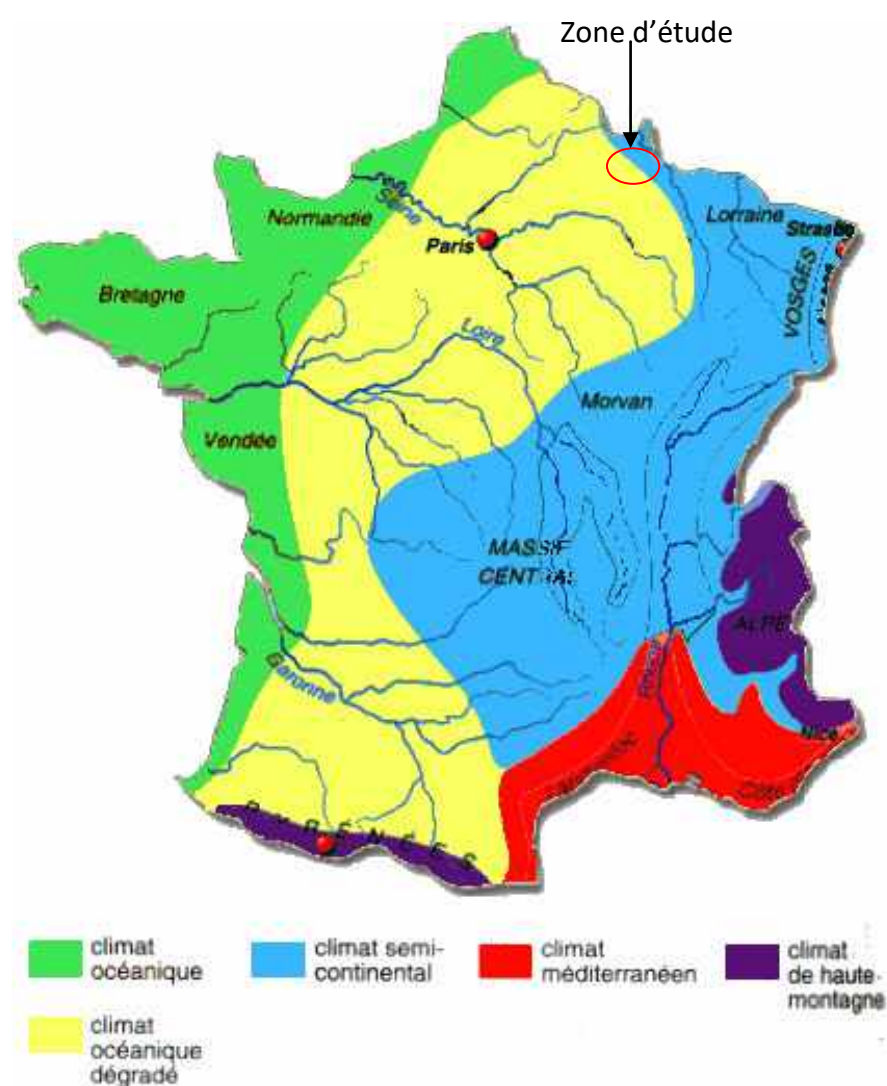


carte 5. Distance aux habitations et zones urbanisables

2 – ENVIRONNEMENT NATUREL

2.1 – CONTEXTE CLIMATIQUE

La région Grand-Est est placée sous l'influence d'un climat océanique, dégradé ou altéré. Quelques traits continentaux se font aussi sentir : les hivers peuvent parfois se révéler froids et vifs et les étés secs. Le relief accentue les précipitations. A l'est, le massif Ardennais, l'Argonne et la Haute-Marne sont très arrosés avec, certains hivers, d'importantes chutes de neige. A l'ouest, de Reims à Troyes, la pluviométrie est comparable à celle de l'Île-de-France. Les plateaux de Rocroi et de Langres sont les points hauts de la région et donc les plus froids.



carte 6. Types de climat en France
Source : Météo France

La température moyenne au niveau de Châlons-en-Champagne est de 10,3°. Les hauteurs de précipitations sont de 958,4 mm / an. Ces dernières sont très régulièrement réparties tout au long de l'année, tandis que la durée d'ensoleillement se situe aux environs de 1515,9 h.

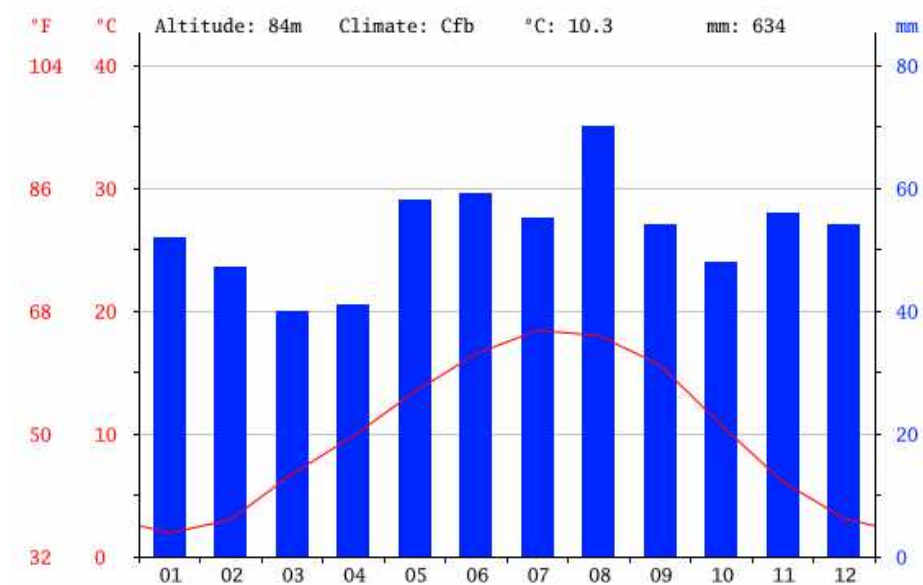


Figure 3 : Diagramme ombro-thermique de Châlons-en-Champagne
Source : climate-data.org

La station de mesure Météo France utilisée en référence est celle de Charleville-Mézières située à environ 25 km au nord est de la zone d'étude.

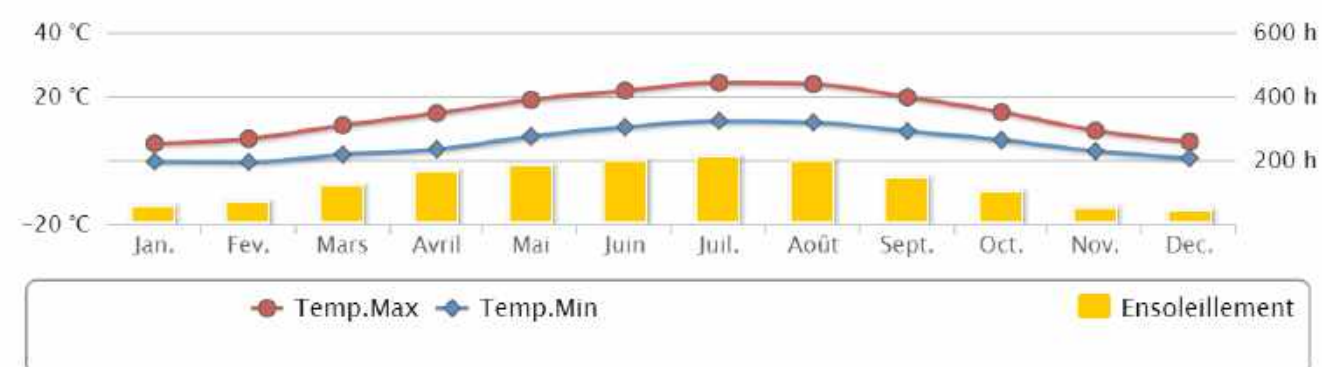


Figure 4 : Normales annuelles de la station de Charleville-Mézières
Source : météo France

Les vents dominants et avec les vitesses les plus importantes proviennent du sud-ouest. Il n'y a que peu de vent provenant de l'Est.

Selon infoclimat pour la station de Reims-Champagne, le nombre de jours de gel est de 67,5j/an et le nombre de jours avec orage est de 22,2 j/an (65,5 j/ an avec brouillard)



2.2 – RISQUES NATURELS

Ecly est située au sein du Plan de Prévention des Risques naturels de la vallée de l'Aisne pour inondation par débordement lent de cours d'eau (prescrit le 28/01/2005).

Son et Hauteville ne sont pas concernées par ce PPRn.

Mis à part les événements liés à la tempête exceptionnelle de décembre 1999, aucun arrêté de catastrophe n'a été pris sur Ecly, Hauteville et Son depuis lors.

2.2.1 – Risques sismiques

Les avancées scientifiques et l'arrivée du nouveau code européen de construction parasismique - l'Eurocode 8 (EC8) - ont rendu nécessaire la révision du zonage sismique de 1991 donnant une nouvelle cartographie de la France.

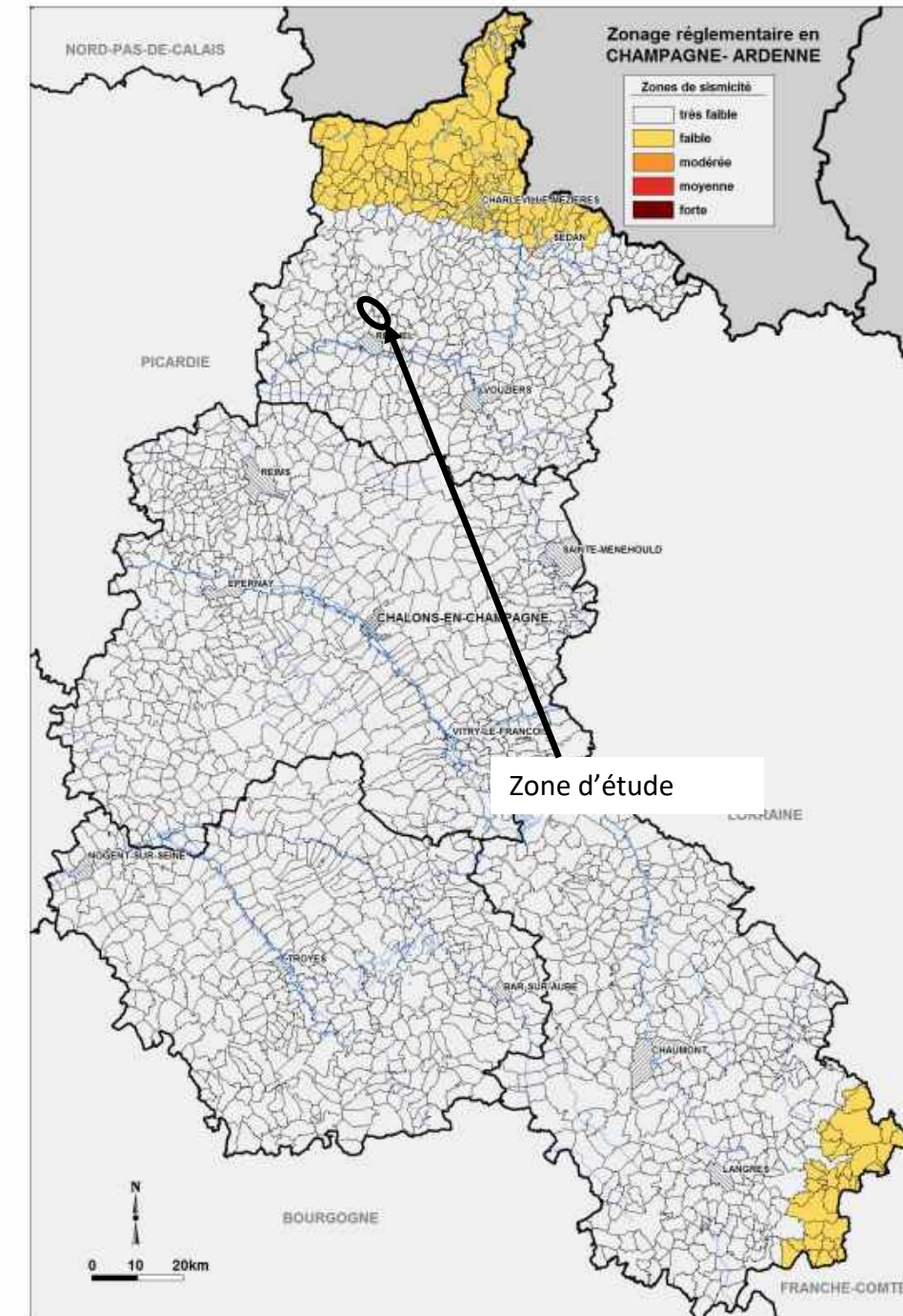
Le contexte a conduit à déduire le zonage sismique de la France non plus d'une approche déterministe mais d'un calcul probabiliste (calcul de la probabilité qu'un mouvement sismique donné se produise au moins une fois en un endroit et une période de temps donné), la période de retour préconisée par les EC8 étant de 475 ans.

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

La zone d'étude se situe en zone de sismicité n°1, le risque sismique est très faible.

D'après l'article R.111-38 du Code de la Construction et de l'Habitation, les éoliennes dont la hauteur du mât est supérieure à 12 mètres sont soumises à un contrôle technique obligatoire.

Aucune exigence en termes d'application de règle parasismique n'est exigée dans les zones d'aléa très faible.



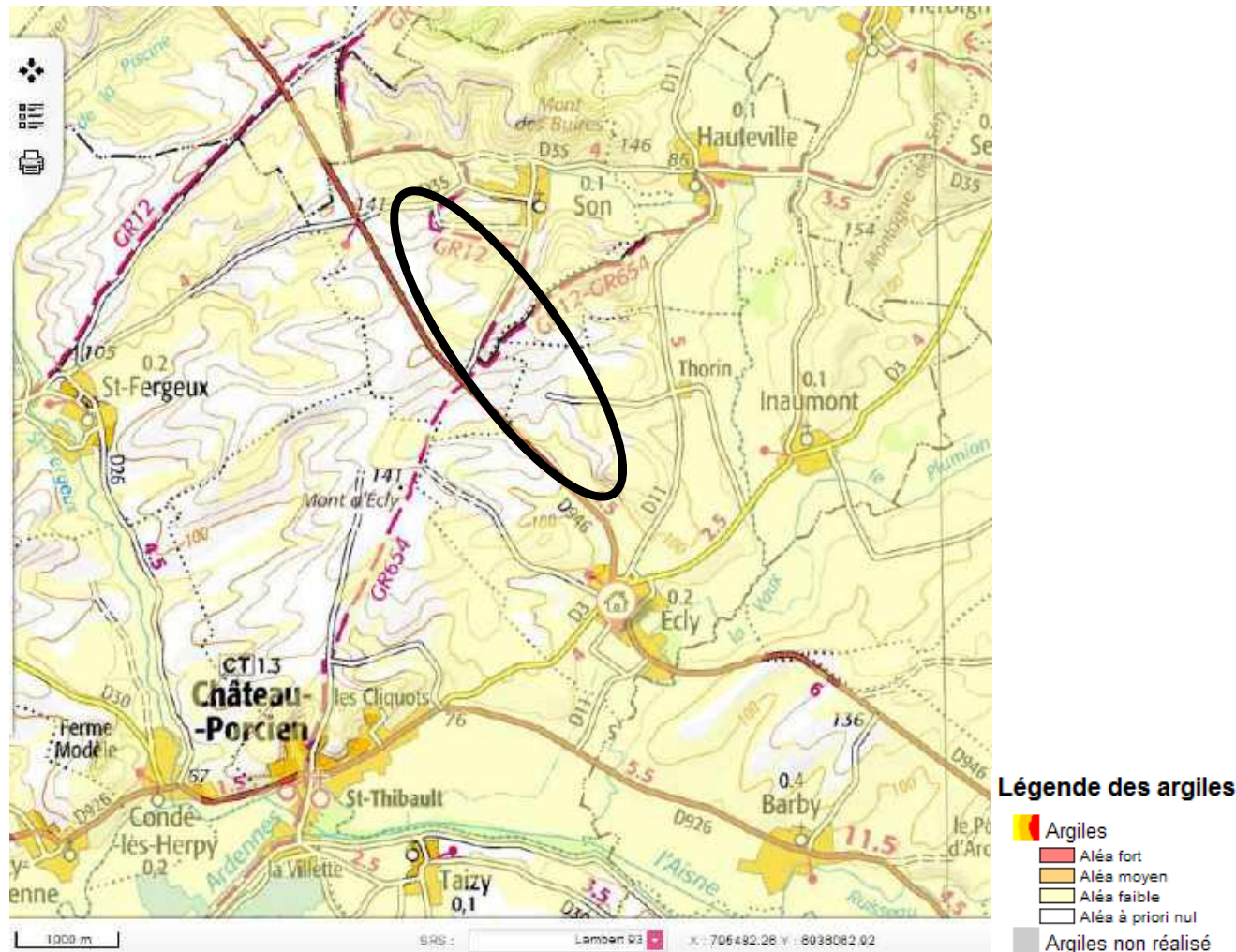
carte 7. Zonage sismique de Champagne-Ardenne en vigueur depuis le 1er mai 2011

2.2.2 – Mouvement de terrain

D'après le site du BRGM : www.georisques.gouv.fr, les communes du périmètre rapproché n'ont pas fait état de recensement de mouvements de terrain. A noter un glissement de terrain sur la commune de Chappes au nord du secteur en 2005 au niveau de la Ferme des Vignes.

2.2.3 – Aléa retrait – gonflement des argiles

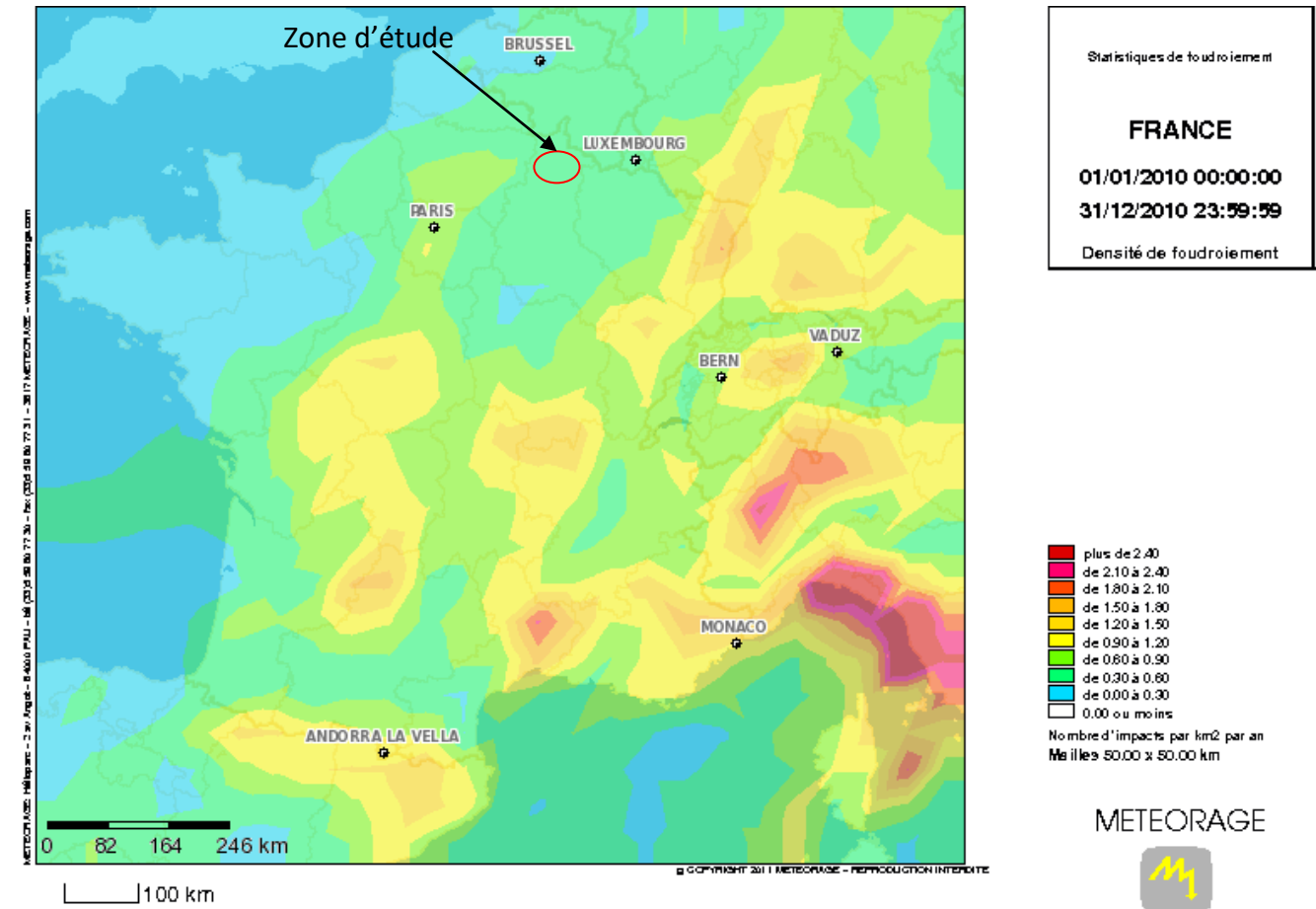
Le périmètre rapproché est dans une zone d'aléa faible à nul concernant le retrait et le gonflement des argiles, ce qui correspond bien à sa situation de plateau et à sa situation géologique de limons de plateau sur craie.



carte 8. Sensibilité du périmètre immédiat de l'étude à l'aléa retrait – gonflement des argiles
Source : <http://www.georisques.gouv.fr>

2.2.4 - Le risque de foudroiement

La densité de foudroiement indique le nombre de coups de foudre par an et par kilomètre carré. Le relevé est effectué à l'aide d'un réseau de stations de détection qui captent les ondes électromagnétiques lors des décharges, les localisent et les comptabilisent.



carte 9. Densité de foudroiement pour l'année 2010
Source : Météorage

La densité d'arcs sur les communes d'Ecly et de Son, ... est sur la période 2004-2010 de 0,3 à 0,6 arcs/an/km² (moyenne nationale de 1,57).

Le site d'étude présente donc une sensibilité faible à très faible pour le risque de foudroiement.

2.2.5 - Incendies de forêts et de cultures

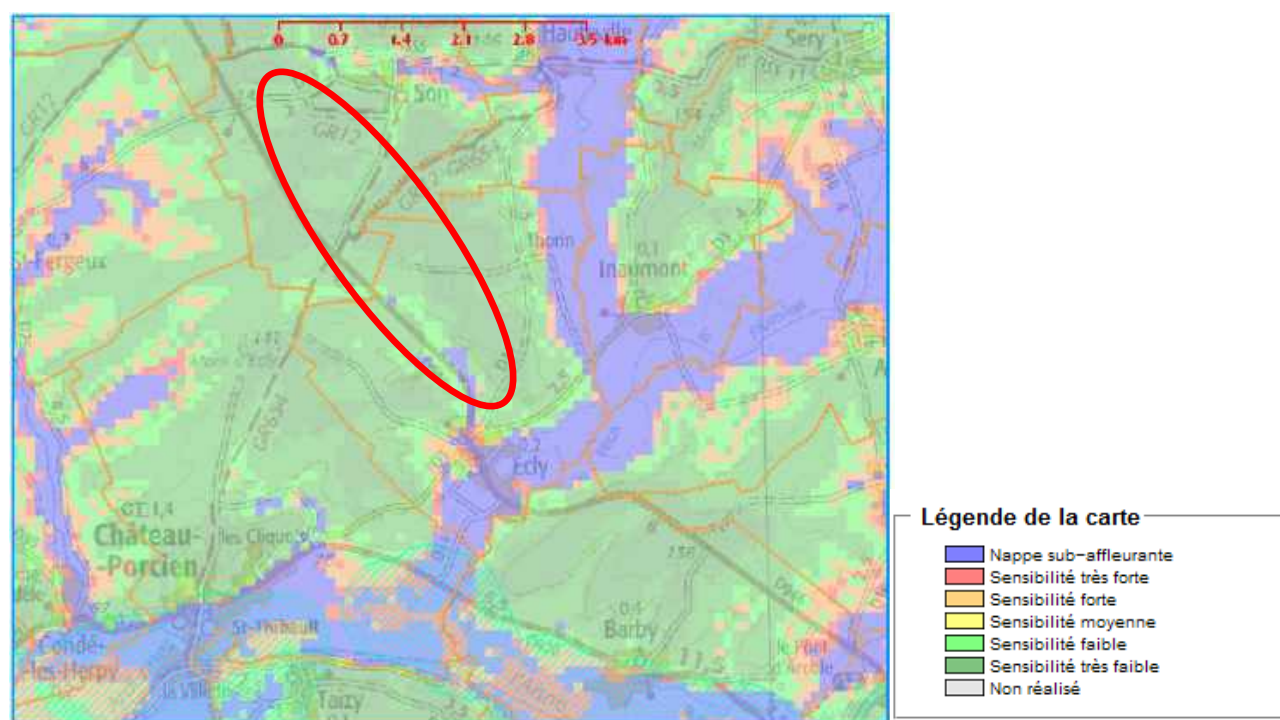
La zone n'est soumise à aucun risque de ce type.



2.2.6 - Risques d'inondation

La zone de plateau du projet éolien des Myosotis est exposée à un risque de remontée de nappe jugé de faible à forte pour l'ensemble du secteur. Quelques parties présentent une nappe subaffleurante par la présence de la vallée de la Vaux.

La cartographie voir ci-dessous illustre le phénomène des remontées de nappe :



carte 10. Sensibilité du secteur d'étude à l'aléa remontée de nappe
Source : www.inondationsnappes.fr

2.2.7 - Risques d'effondrement

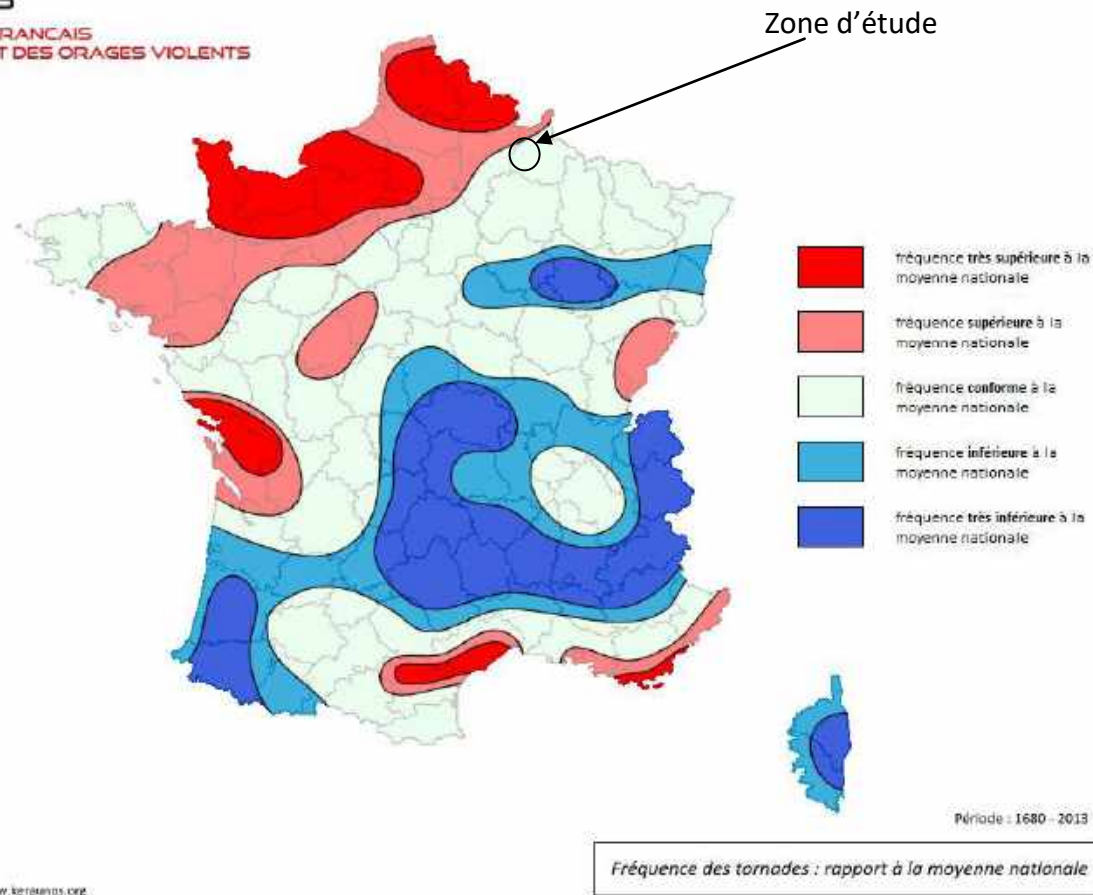
Aucune cavité ni mouvement de terrain n'est recensé sur Ecly, Hauteville et Son. Les éléments les plus proches sont dans la vallée de l'Aisne et sur ses versants (Château-Porcien, ...)



carte 11. Recensement des cavités à proximité de la zone d'étude
Source : infoterre

2.2.8 - Risques de tornades

Le département des Ardennes fait partie des zones qui subissent des occurrences de tornades conformes à la moyenne nationale. Elle conjugue des reliefs peu marqués, des situations orageuses en toutes saisons, et une exposition modérée aux flux perturbés, tous ces critères permettent de réunir les ingrédients nécessaires à la formation des tornades.



{c} KERAUNOS - Tous droits réservés - www.keraunos.org

carte 12. Fréquence des tornades par rapport à la moyenne nationale

Une tornade de faible intensité (EF1, vents estimés entre 135 et 175 km/h) traverse le cœur du département des Ardennes. Le phénomène, qui débute sa course sur le territoire communal de Launois-sur-Vence, frappe plus particulièrement le village de Jandun, le 16 septembre 2015, vers 14h50, avant de se dissiper au sud-ouest de Charleville-Mézières après avoir parcouru une distance de près de 15 kilomètres.

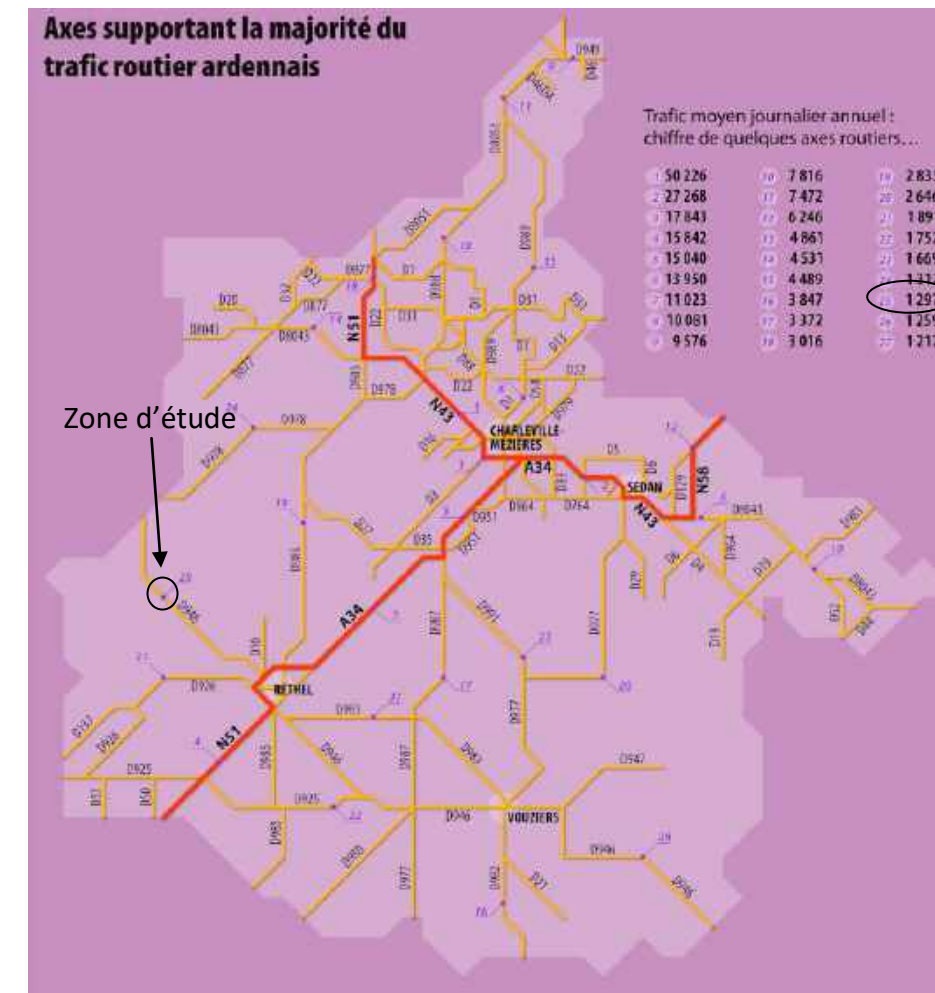
Il est à noter que la tornade de Jandun est issue de la même structure orageuse que celle qui est à l'origine de la tornade belge de Melreux, d'intensité EF2, et survenue à 16h10 locales.

La tornade de Jandun s'inscrit dans un outbreak de tornades (épisode de tornades groupées) qui totalise 3 cas pour la journée du 16 septembre 2015, dont la tornade EF1 de Courtenay (Loiret) et la tornade EF2 de Sonnac (Charente-Maritime).

3 – ENVIRONNEMENT MATERIEL

3.1 - VOIES DE COMMUNICATION

La zone d'étude est localisée sur des terrains agricoles peu fréquentés où l'on recense le passage de routes communales et d'une route départementale (RD 946 qu'elle longe, concernant ainsi les éoliennes E1 à E6). Les données trafic du CG08 indiquent un trafic inférieur à 2000 véh/jour. La carte ci-dessous indique un trafic de 1 297 véh/jour.



carte 13. Trafic moyen journalier annuel
Source : Préfecture des Ardennes

L'ensemble des routes et des chemins est aménagé (mais à trafic réduit).

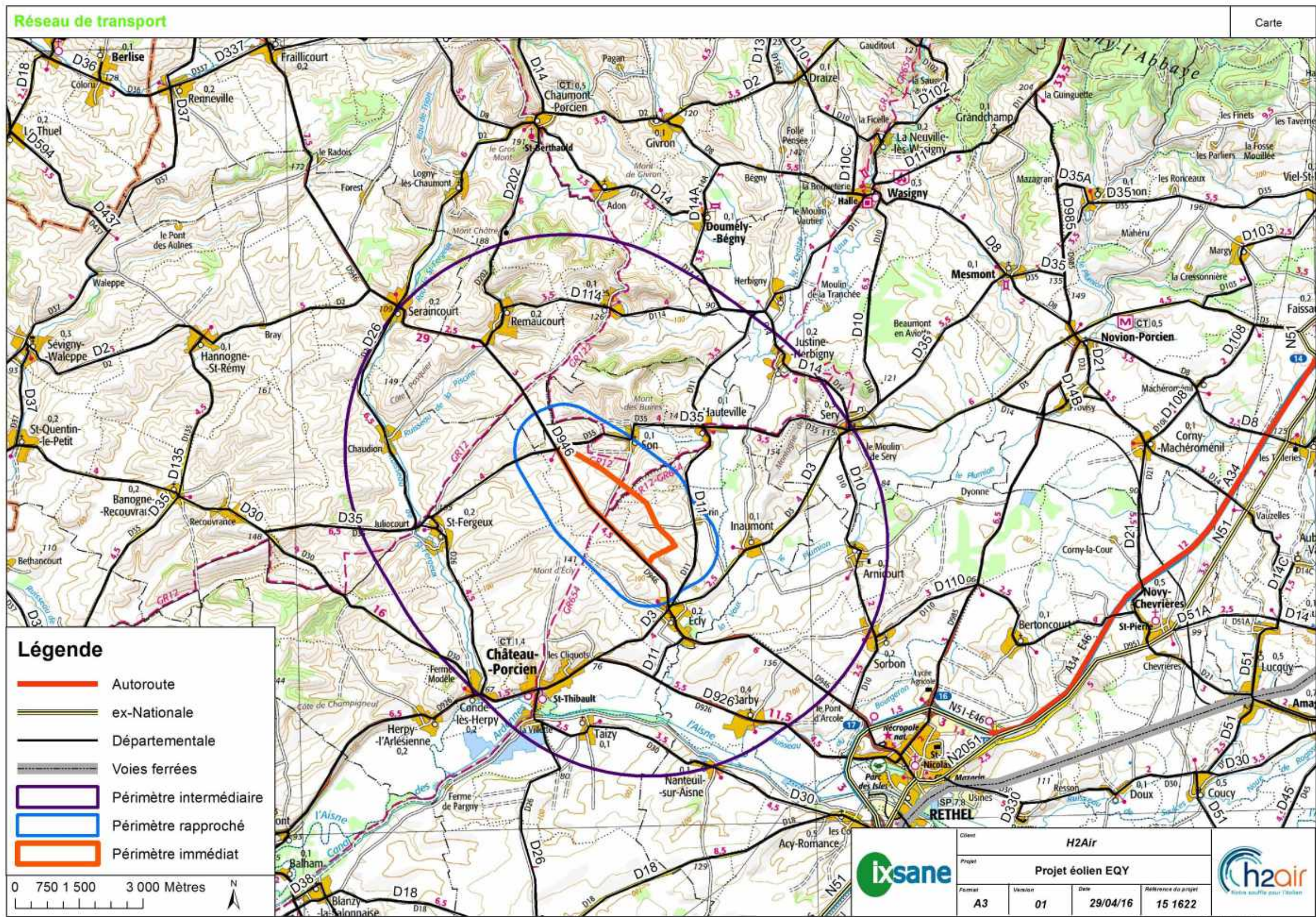
Deux chemins de randonnée GR sont présents : le GR12 et GR654.

La voie de chemin de fer la plus proche se situe à plus de 8 km donc ne concerne pas le projet éolien des Myosotis.



3.2 - RESEAUX PUBLICS ET PRIVES

La carte 14 représente les réseaux publics et privés sur la zone d'étude du parc éolien « Eoliennes des Myosotis ». Aucune ligne électrique, ni voie ferrée ne concerne le projet.



carte 14. Réseaux publics et privés



4 - CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE

Le nombre de personnes exposées est renseigné selon la fiche n°1 « Eléments pour la détermination de la gravité dans les études de dangers » de la circulaire du 10 mai 2010 (présentée en annexe).

Dans le périmètre d'étude de 500 m autour des éoliennes, on trouve en majeure partie des zones non aménagées peu à très peu fréquentées (champs, prairies, etc.). Cette catégorie correspond à une densité de 1 personne par tranche de 100 ha.

La fréquentation moyenne de la départementale RD 946 est comptabilisée à plus de 2000 véhicules/jour (selon les comptages CG 08 de 2019), elle fait donc partie des voies structurantes (> 2000 véhicules / jour) et sera considérée comme une zone aménagée fréquentée. Cette voie possédant surtout un rôle de liaison avec Rethel. Il sera pris dans ce rapport une hypothèse de 2391 véh/j.

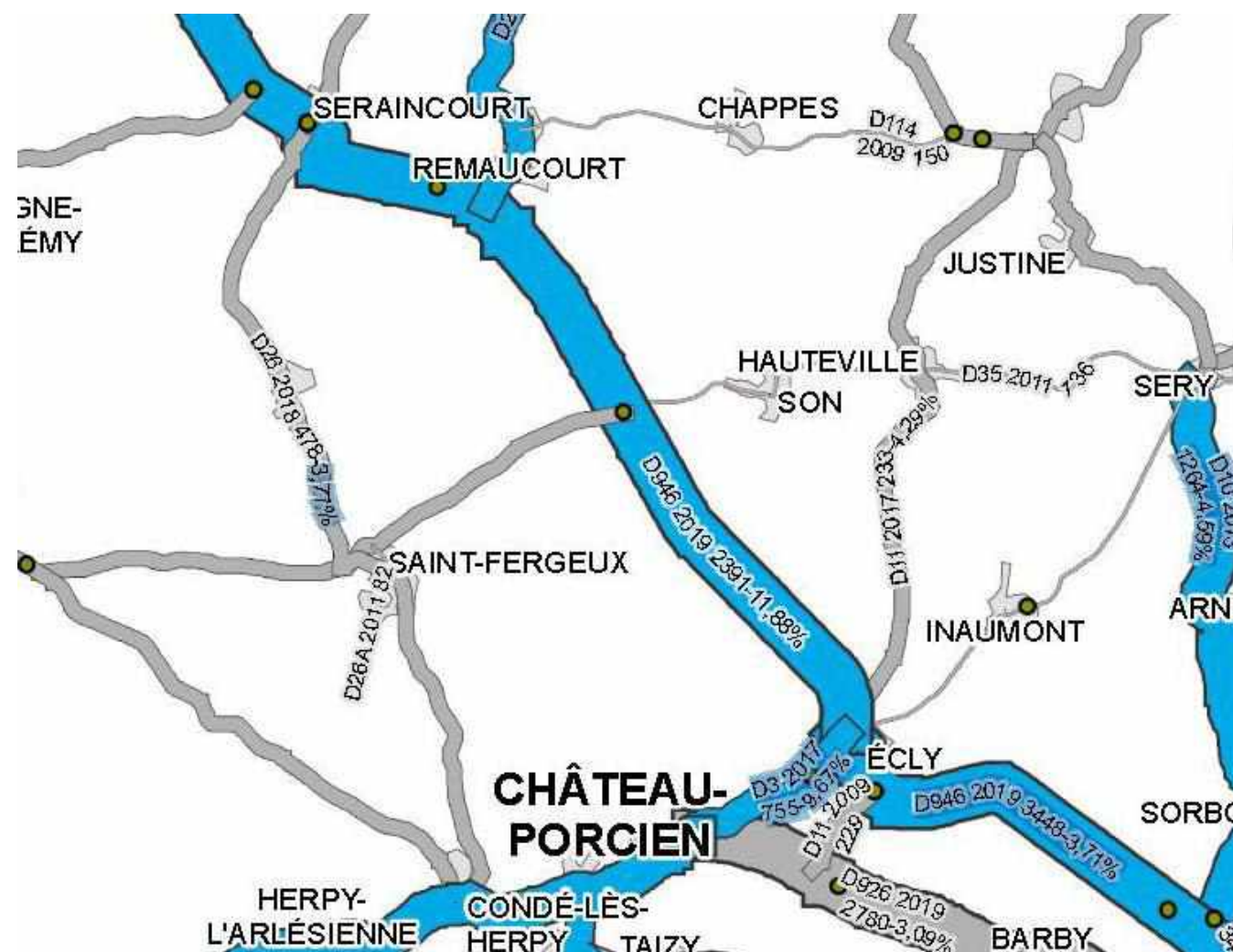


Figure 5 : Comptage routier 2019 – Source CD08

En ce qui concerne les voies présentes sur le site, il s'agit de voies communales goudronnées ou non et de chemins agricoles, correspondant à des zones aménagées mais peu à très peu fréquentées. On considère donc une fréquentation de 1 personne par tranche de 10 ha.

Les chemins d'accès aux éoliennes suivent principalement les chemins agricoles existants. Quelques portions de chemins seront créées, qui ne desserviront que les éoliennes. Leur fréquentation est négligeable (environ un passage de camion tous les 3 mois en moyenne pour la maintenance des machines).

Deux chemins de grande randonnée traversent le périmètre de 500 m autour des éoliennes : le GR 12 qui relie Vic-sur-Aisne aux étangs de Comelles et le GR 654 qui fait partie du tracé du chemin de Saint-Jacques de Compostelle. Pour ce type de chemin, on compte 2 personnes exposées pour 1 km de tracé par tranche de 100 promeneurs/jour (moins de 100 promeneurs par jour pour ces tronçons).

Le tableau ci-dessous montre la répartition du nombre équivalent au nombre de personnes permanentes exposées sur le périmètre de 500 m autour des éoliennes, en fonction du secteur concerné et calculé conformément à la circulaire de mai 2010 :

Type de surface concernée	Nombre de personnes exposées par éolienne												Total pour l'ensemble du parc
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	
Champs cultivés	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77	0,77	9,23
Chemins ruraux, communales	0,16	0,17	0,15	0,07	0,10	0,12	0,18	0,17	0,20	0,10	0,09	0,10	1,66
RD 946	8,84	8,81	8,57	8,58	8,70	8,37	0	0	0	0	0	0	51,9
Chemin de randonnée GR	0	0	0	0,12	0,12	0,01	0	0	0	0,12	0,15	0,15	0,69
TOTAL par éolienne	9,77	9,75	9,50	9,55	9,71	9,28	0,95	0,94	0,96	1	1,01	1,03	63,50

Tableau 1 : Nombre de personnes exposées par éolienne (dans le périmètre de 500 m)

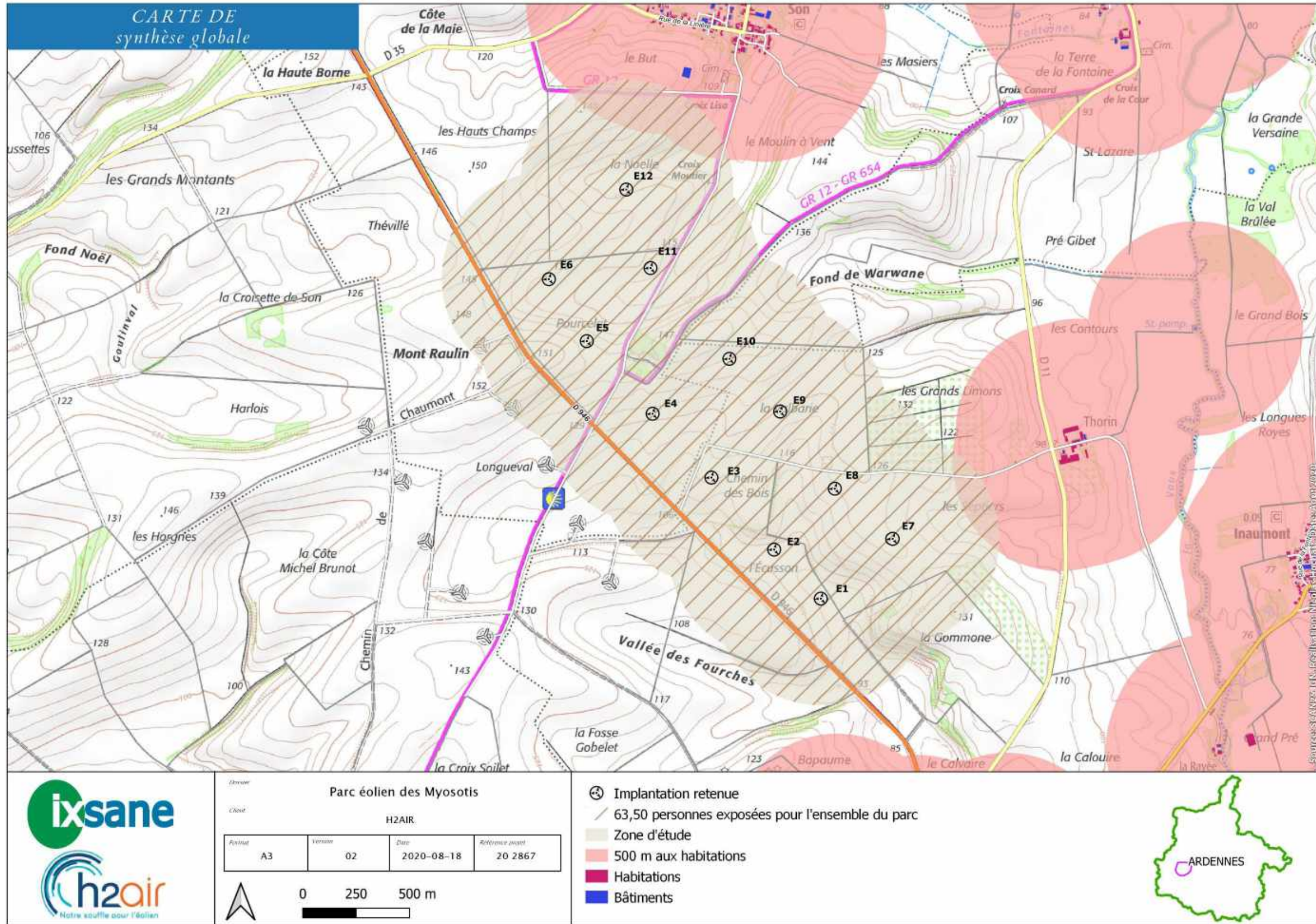
Pour le total de la fréquentation sur l'ensemble du parc éolien, les intersections entre les périmètres de 500 m autour de chaque éolienne sont donc prises en compte plusieurs fois, ce qui correspond dans la réalité au fait que ces secteurs soient exposés aux risques liés à plusieurs éoliennes.

Voici la décomposition des surfaces considérées dans les zones autour de chaque éolienne :

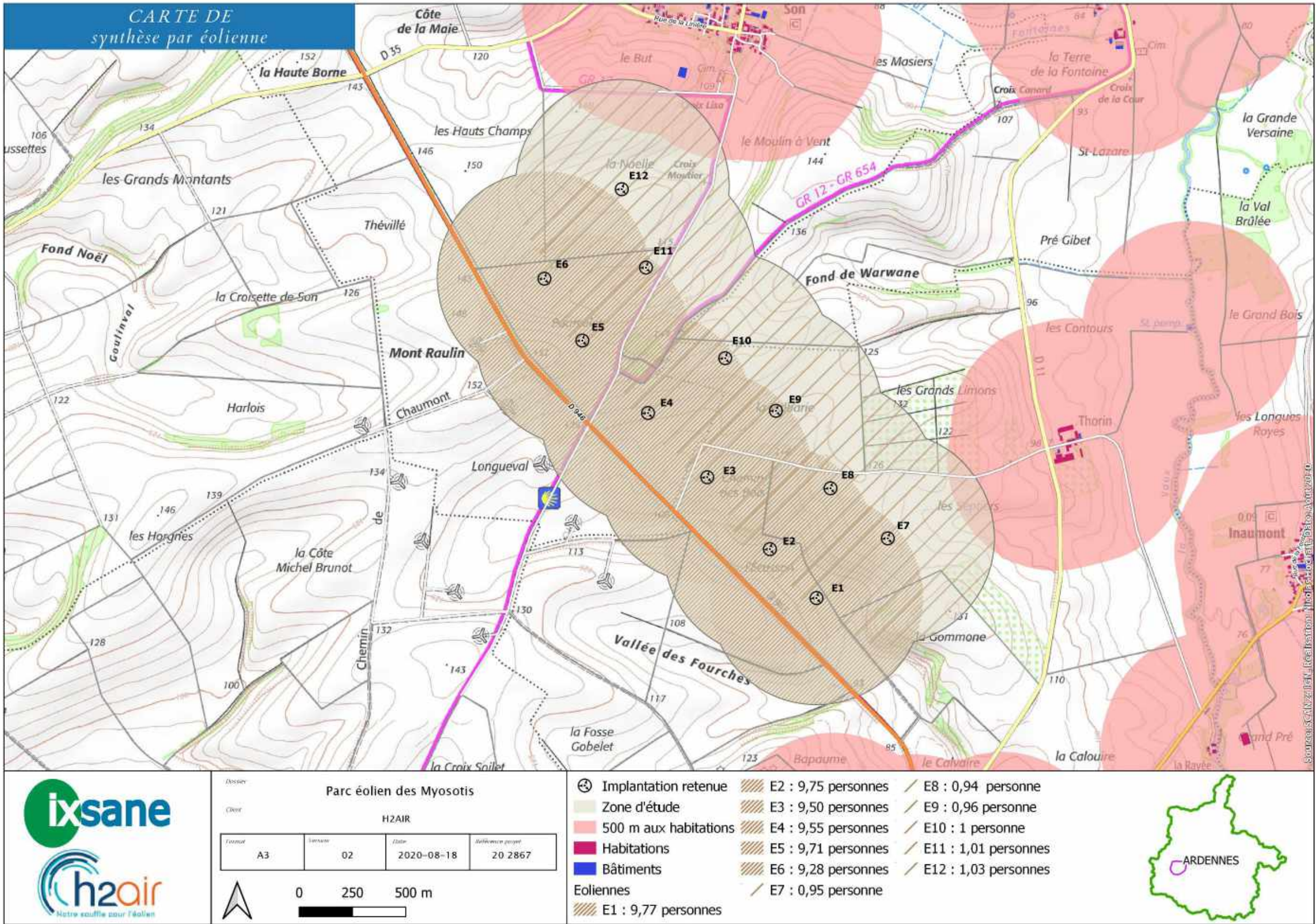
	<i>Surface totale (en ha)</i>	<i>Longueur RD 946 (en m)</i>	<i>Longueur chemins (en m)</i>	<i>Surface chemins (en ha)</i>	<i>Longueur chemin de randonnée (en m)</i>	<i>Total terrains peu aménagés (en ha)</i>	<i>Total terrains non aménagés (en ha)</i>
<i>E1</i>	78,5	925	2006	1,6	0	2,71	75,8
<i>E2</i>	78,5	921	2207	1,76	0	2,87	75,6
<i>E3</i>	78,5	897	1933	1,54	0	2,62	75,9
<i>E4</i>	78,5	897	975	0,78	1383	1,85	76,4
<i>E5</i>	78,5	910	1355	1,08	1415	2,17	76,1
<i>E6</i>	78,5	875	1516	1,21	179	2,26	76,2
<i>E7</i>	78,5	0	2328	1,86	0	1,86	76,7
<i>E8</i>	78,5	0	2188	1,75	0	1,75	76,8
<i>E9</i>	78,5	0	2526	2,02	0	2,02	76,5
<i>E10</i>	78,5	0	1304	1,04	1437	1,04	77,2
<i>E11</i>	78,5	0	1186	0,95	1698	0,94	77,5
<i>E12</i>	78,5	0	1318	1,05	1161	1,05	77,2

Tableau 2 : Décomposition des surfaces considérées dans les zones autour de chaque éolienne

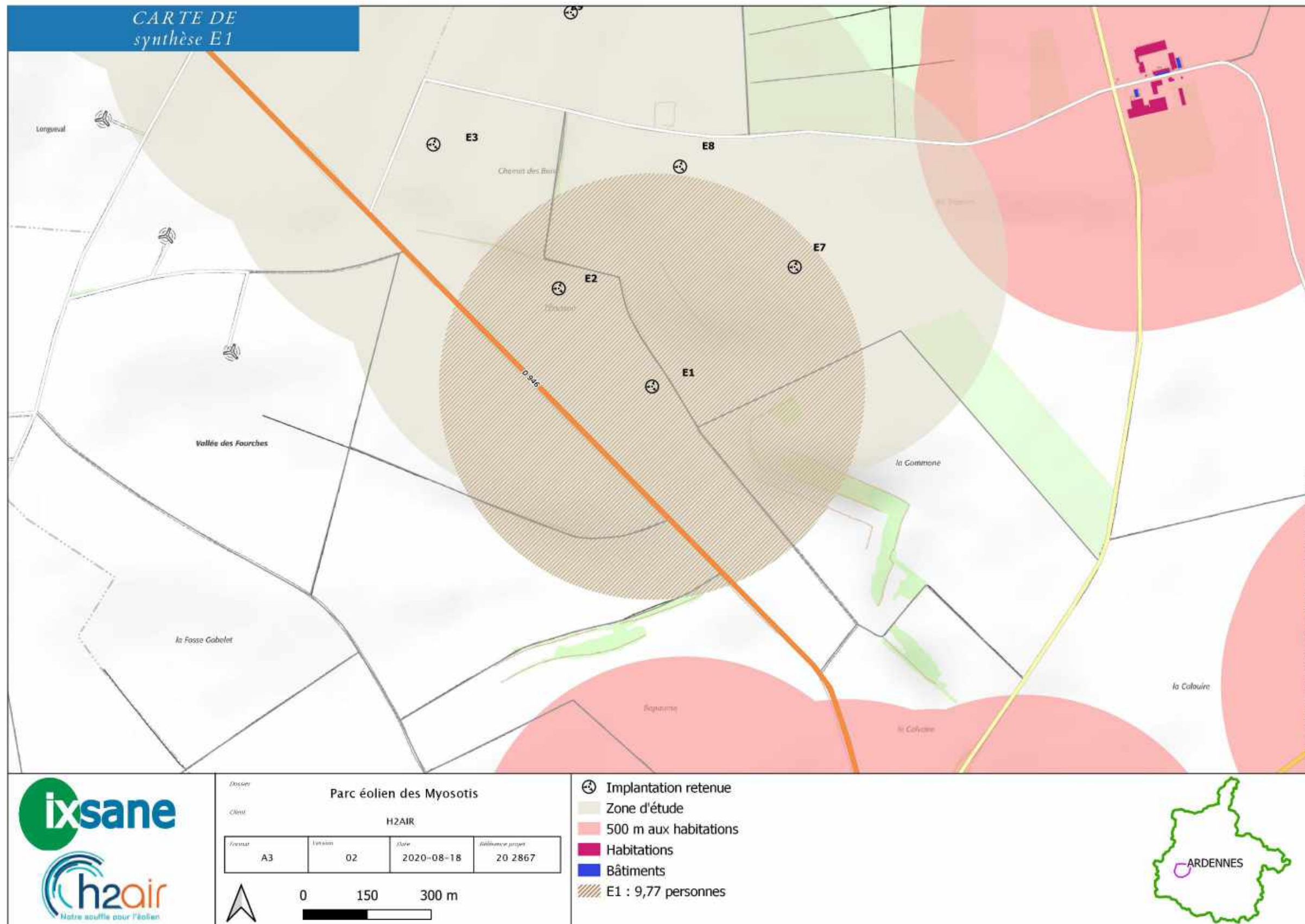
Pour conclure ce chapitre, les cartes dans ce paragraphe permettent d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans la zone d'étude (cartes 12 et suivantes à l'échelle d'un aérogénérateur).



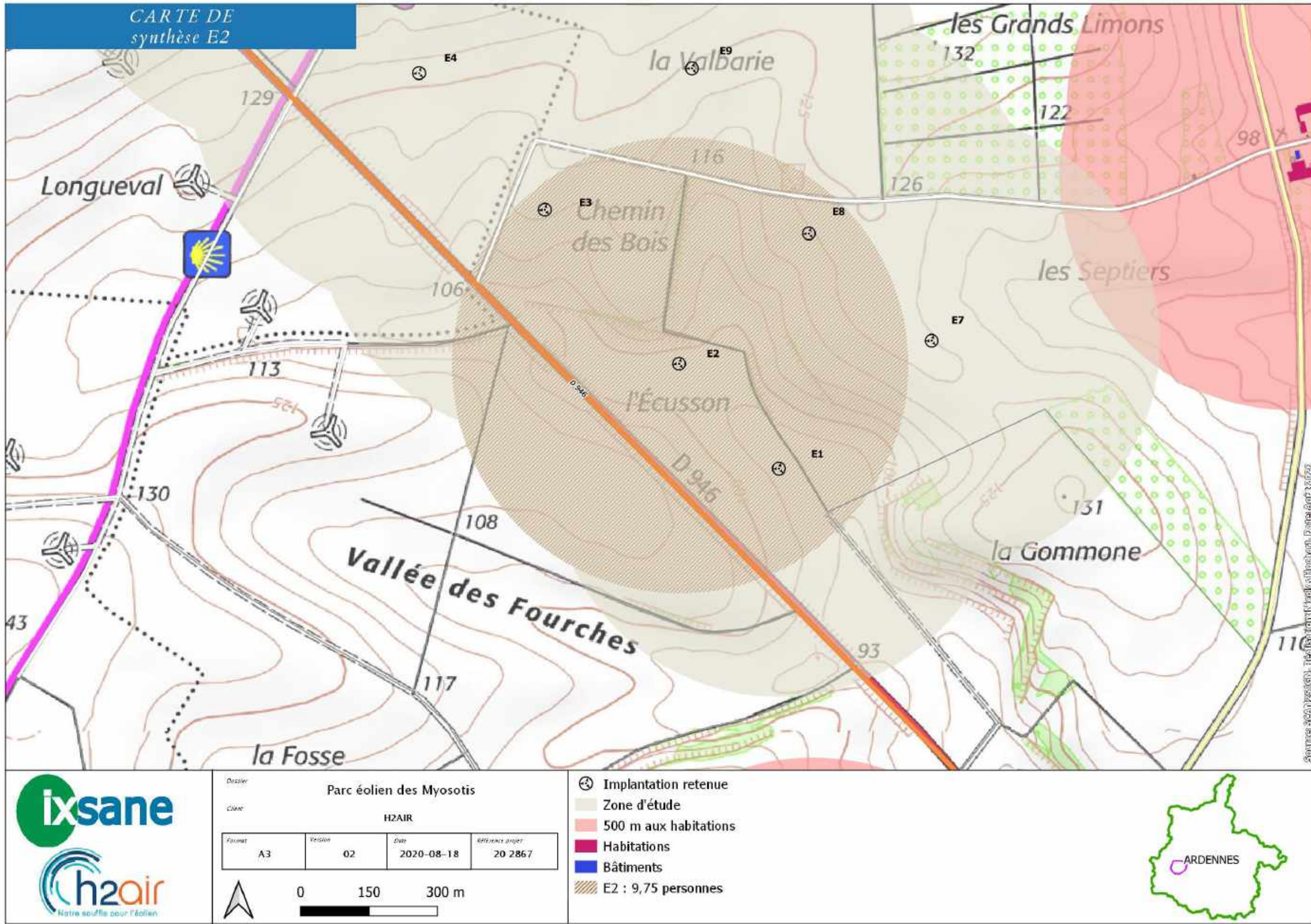
carte 15. Cartographie de synthèse du parc éolien « Eoliennes des Myosotis »



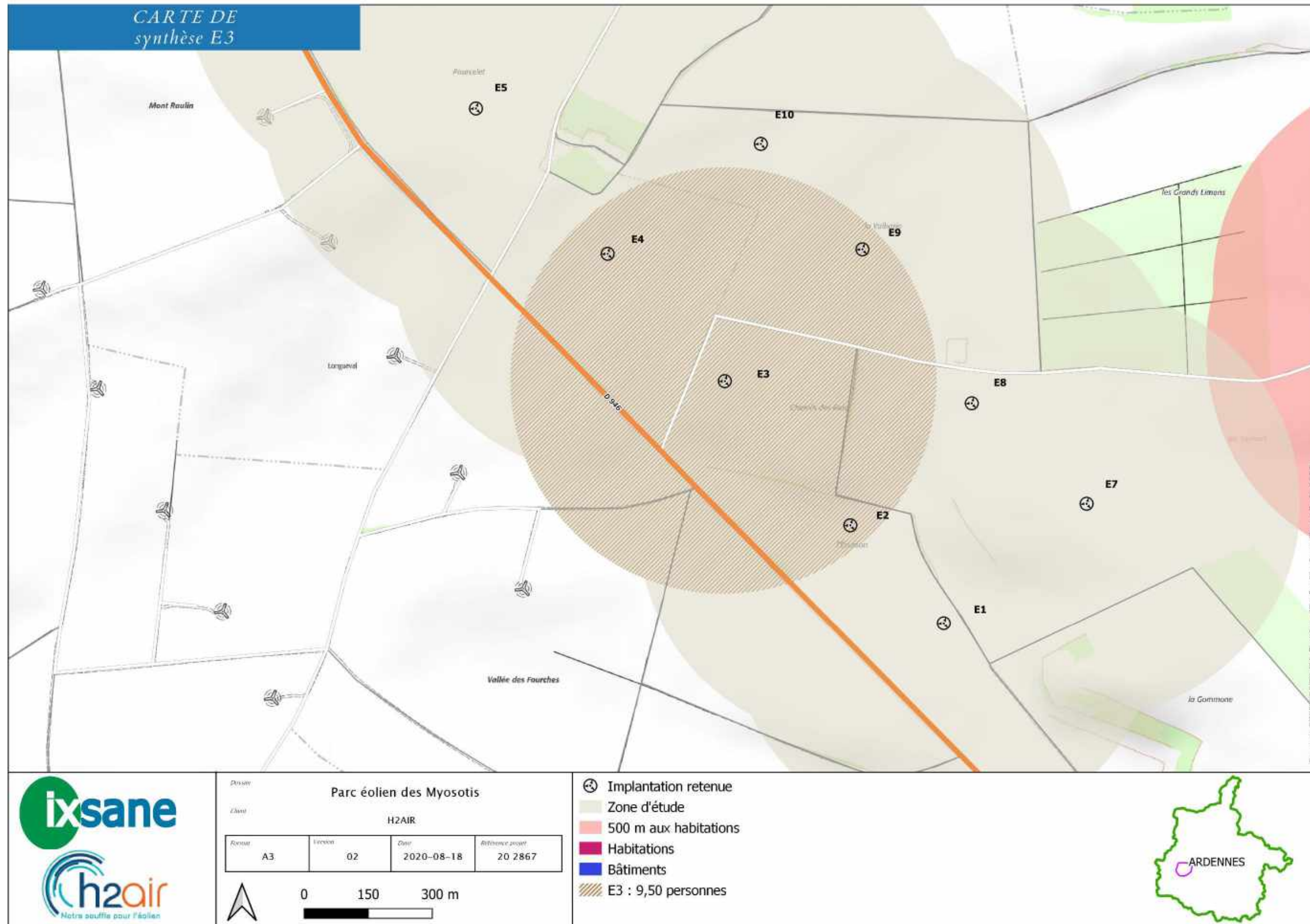
carte 16. Cartographie de l'exposition par éolienne du parc « Eoliennes des Myosotis »



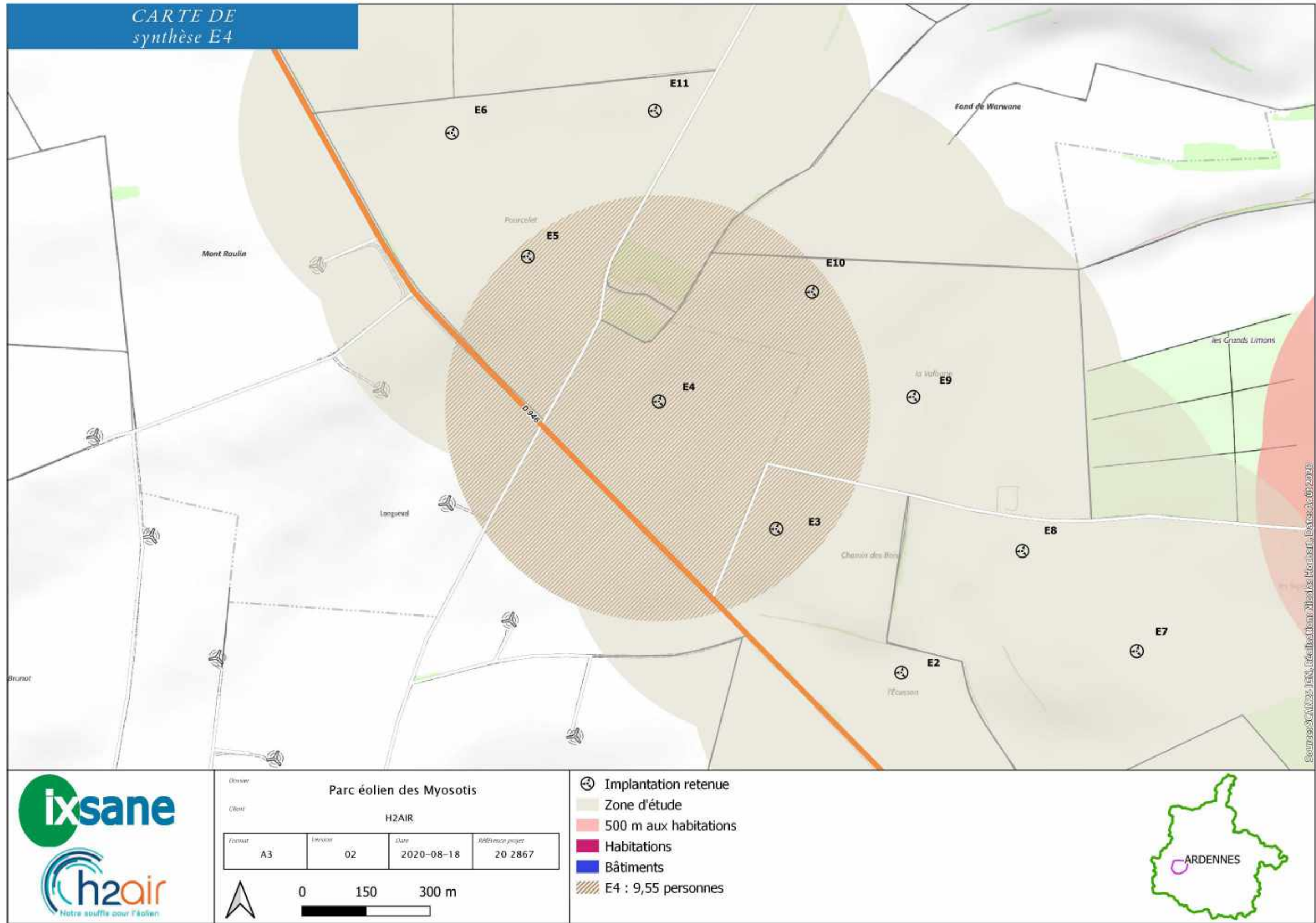
carte 17. Cartographie se synthèse : éolienne E1



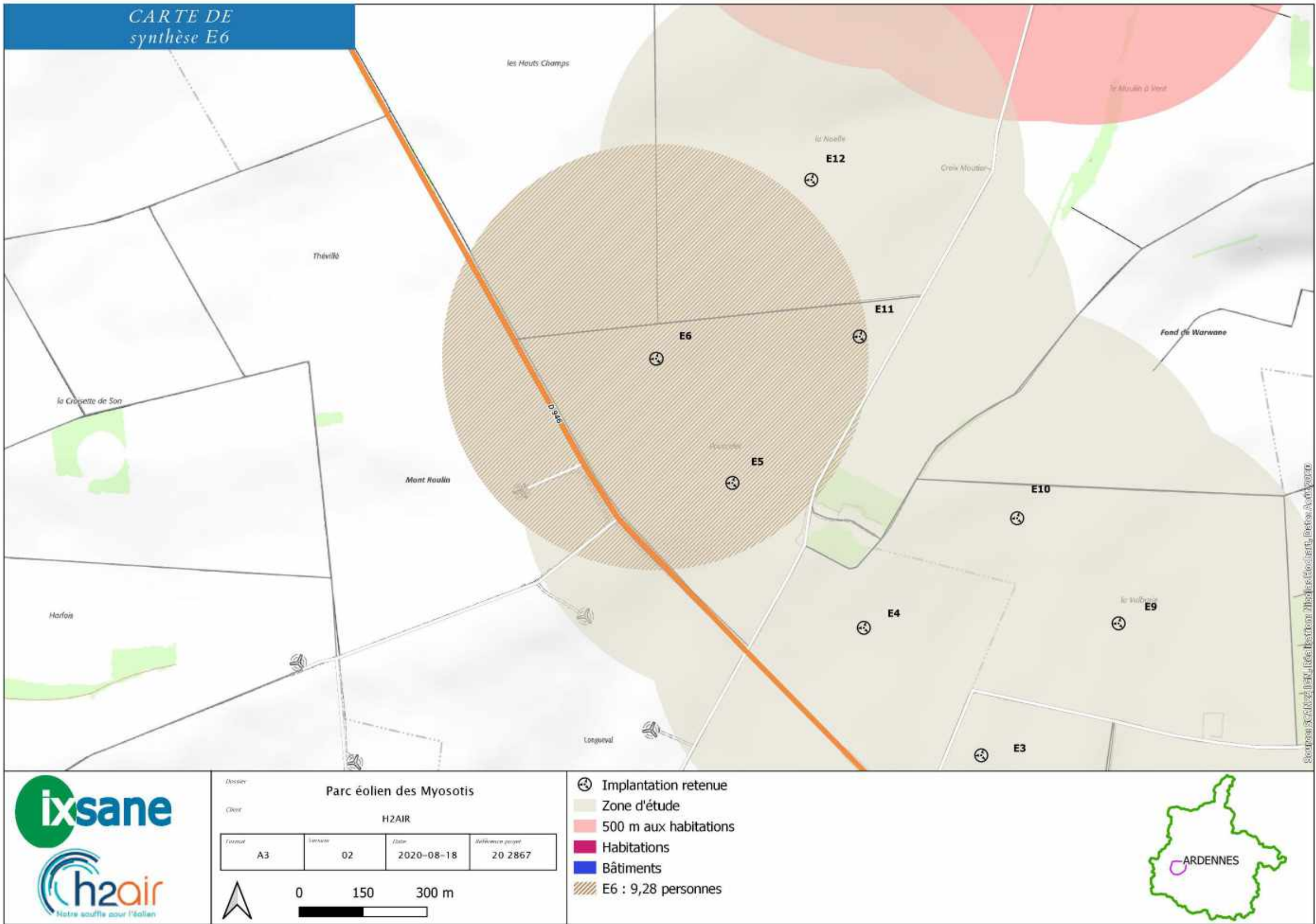
carte 18. Cartographie de synthèse : éolienne E2



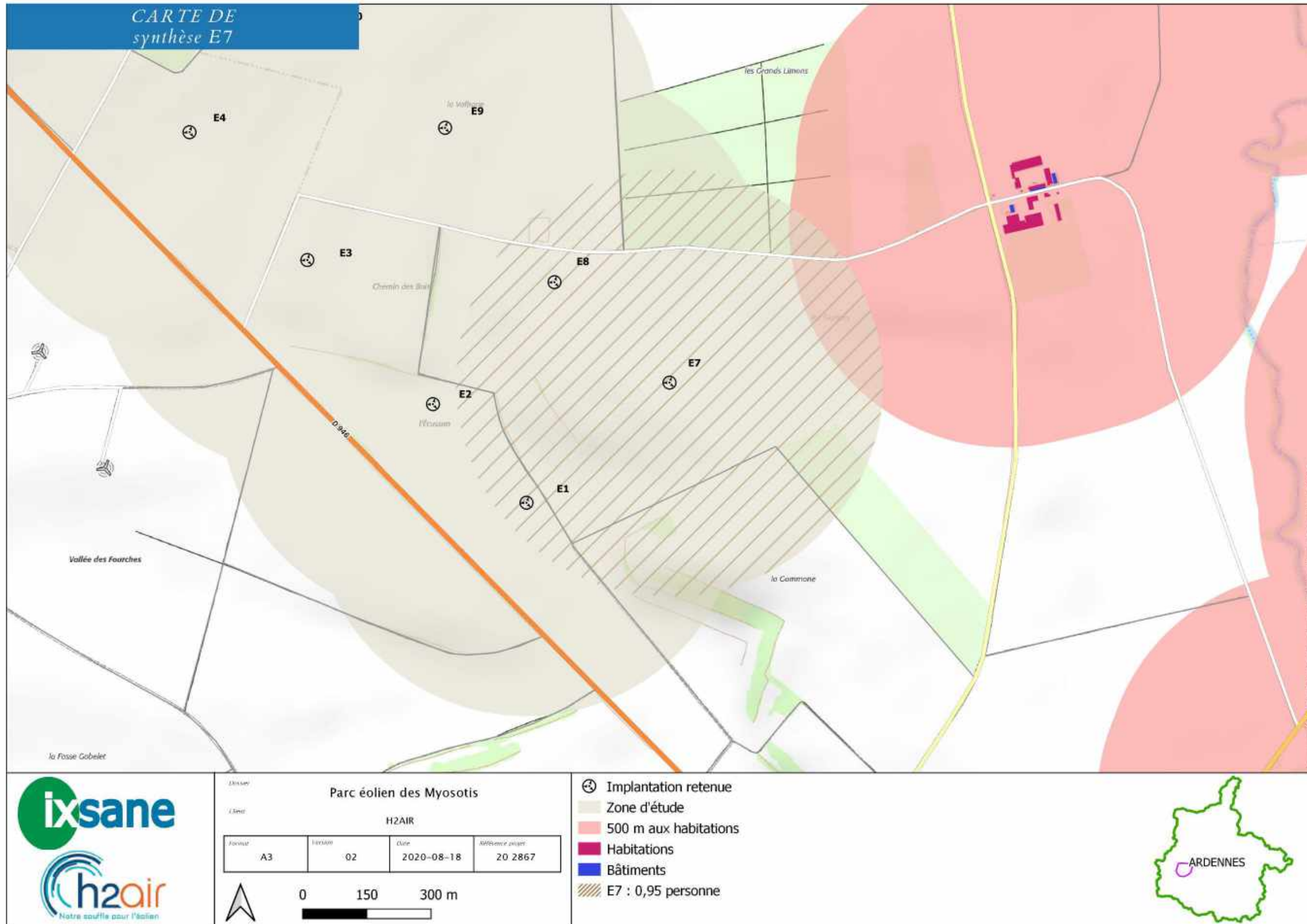
carte 19. Cartographie se synthèse : éolienne E3



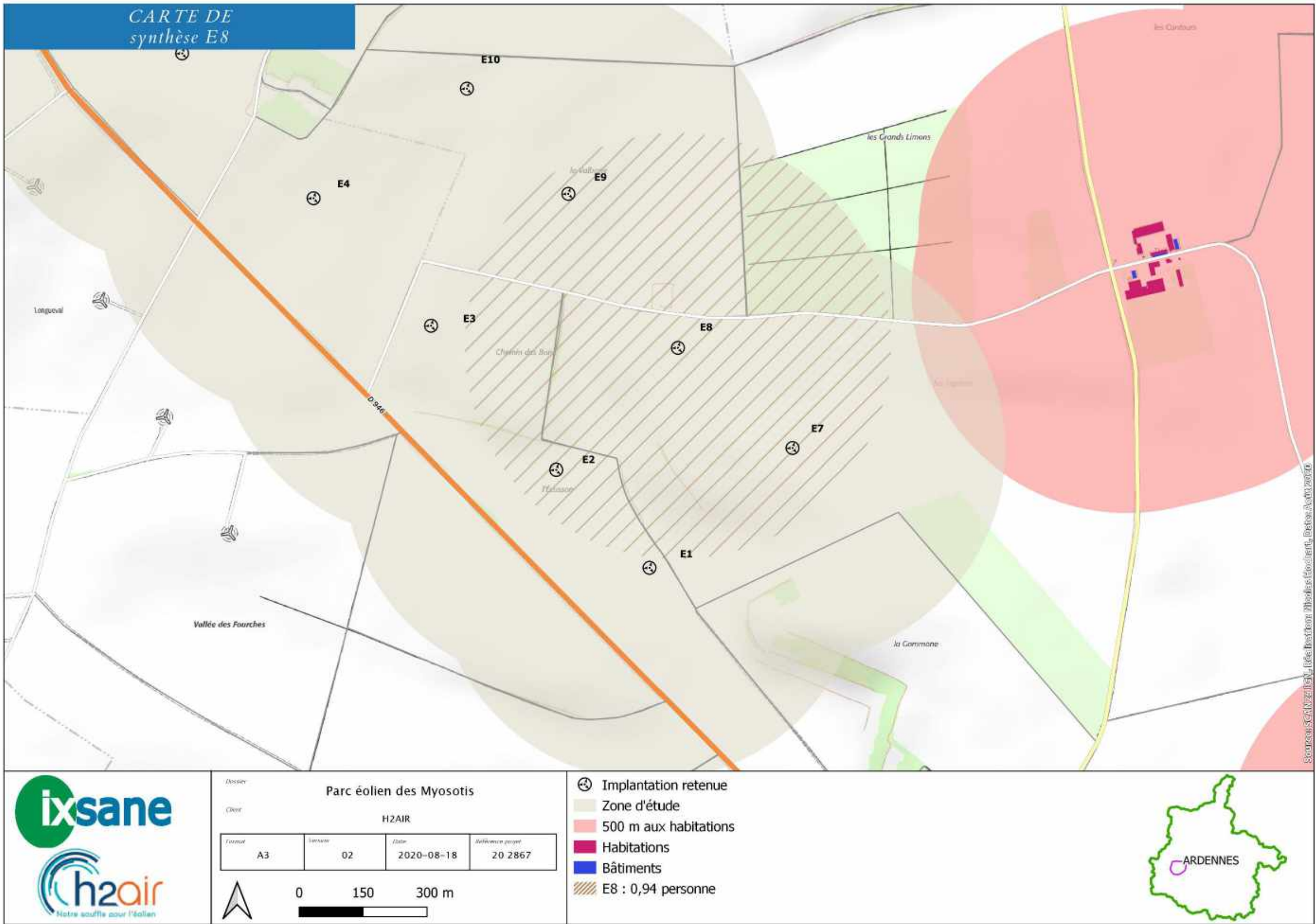
carte 20. Cartographie se synthèse : éolienne E4



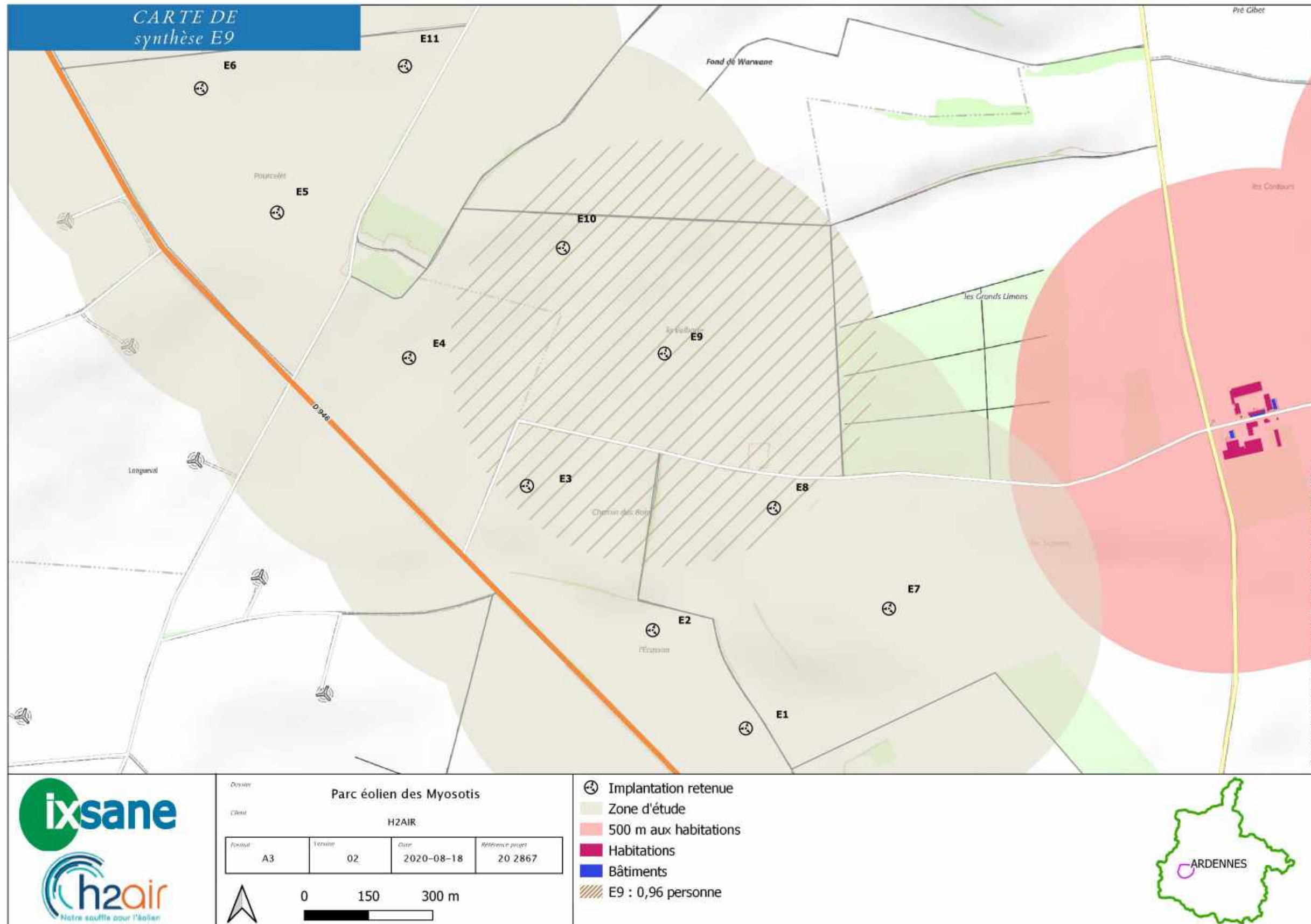
carte 22. Cartographie se synthèse : éolienne E6



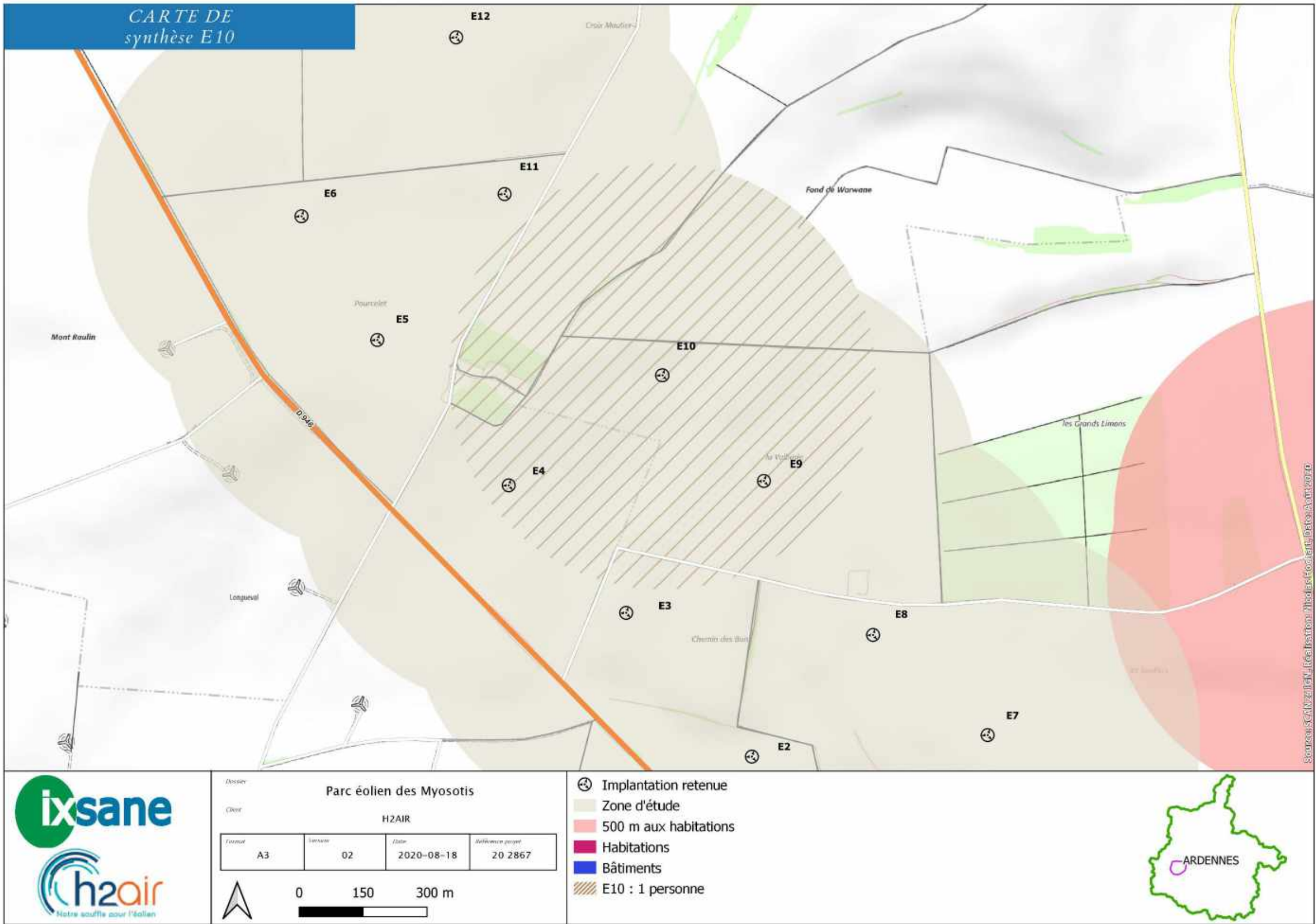
carte 23. Cartographie se synthèse : éolienne E7



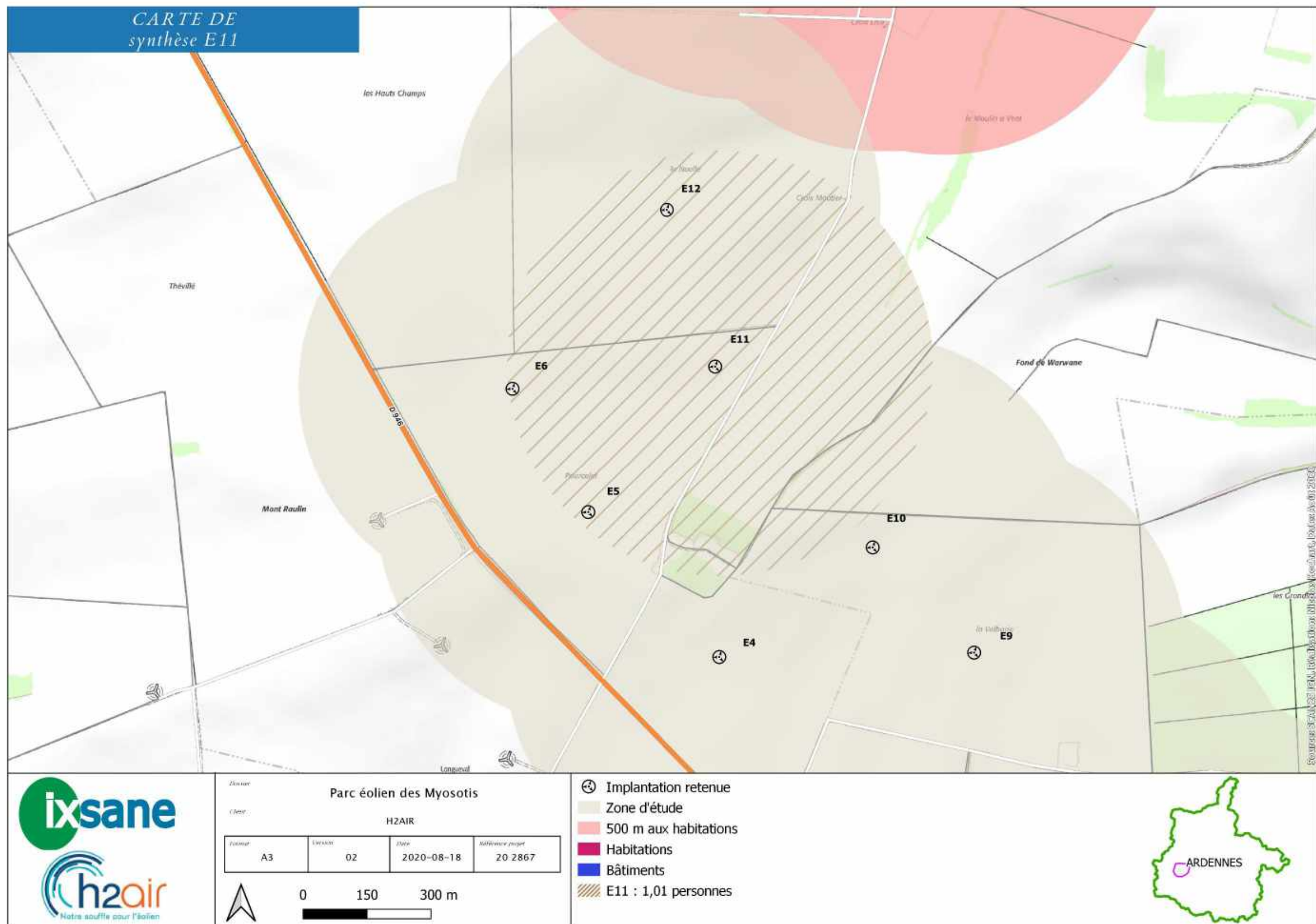
carte 24. Cartographie se synthèse : éolienne E8



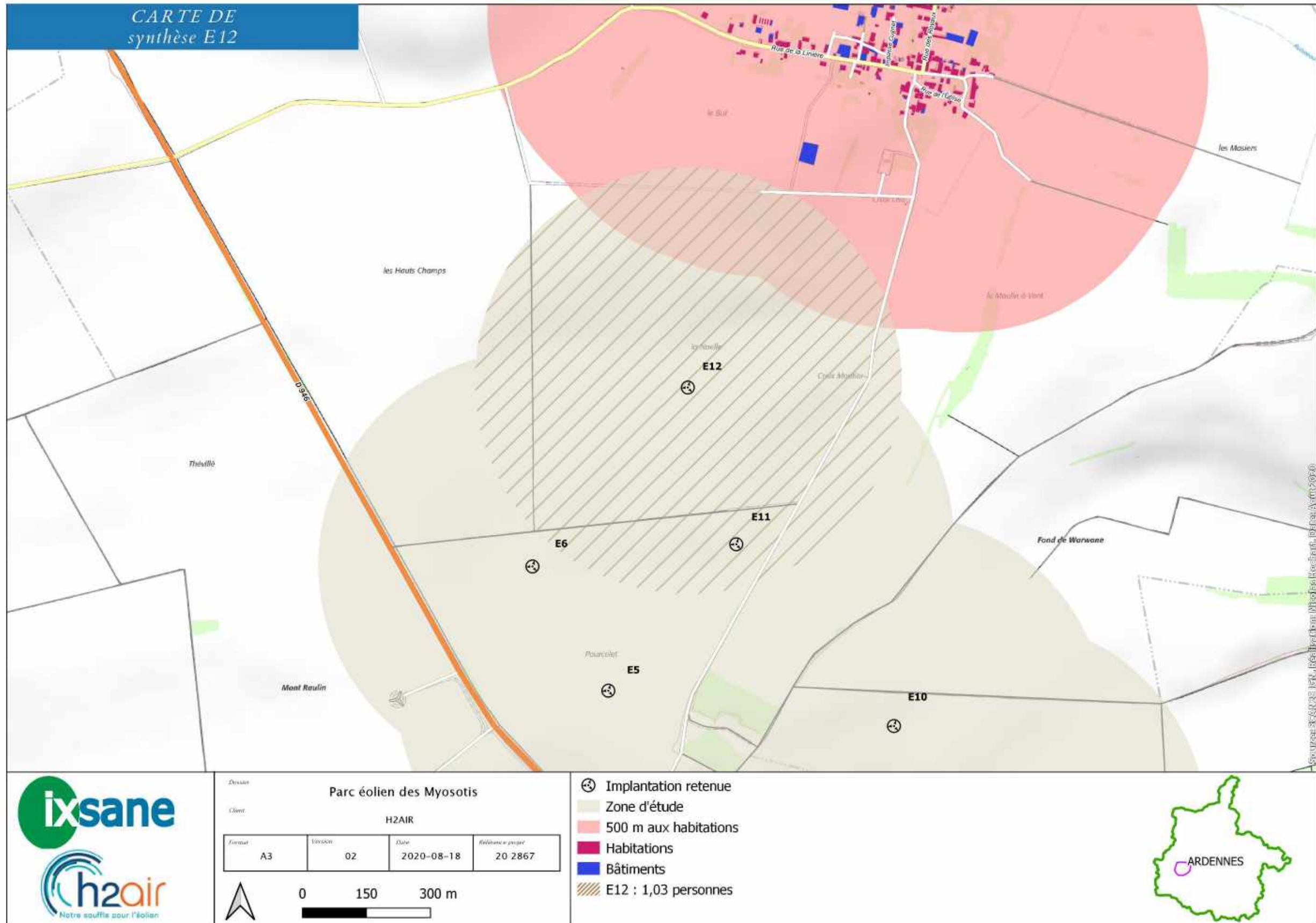
carte 25. Cartographie se synthèse : éolienne E9



carte 26. Cartographie de synthèse : éolienne E10



carte 27. Cartographie de synthèse : éolienne E11



carte 28. Cartographie de synthèse : éolienne E12



DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....	41
1 – CARACTERISTIQUE DE L'INSTALLATION	42
2 – FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	58

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

1 – CARACTERISTIQUE DE L'INSTALLATION

1.1 - CARACTERISTIQUE GENERALE D'UN PARC EOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe 4.3.1) :

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

1.1.1 - Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

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

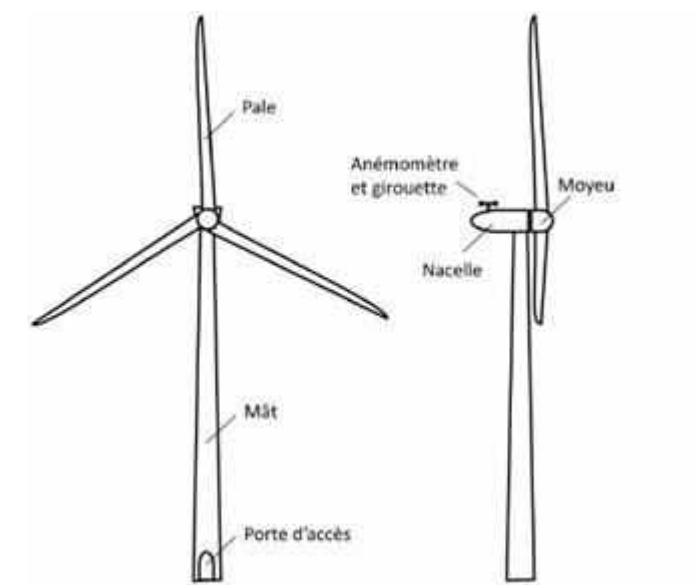


Figure 6 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

1.1.2 - Emprise au sol

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

- La surface de chantier est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
- La fondation de l'éolienne est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.



- La zone de surplomb ou de survol correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât.
- La plateforme correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.

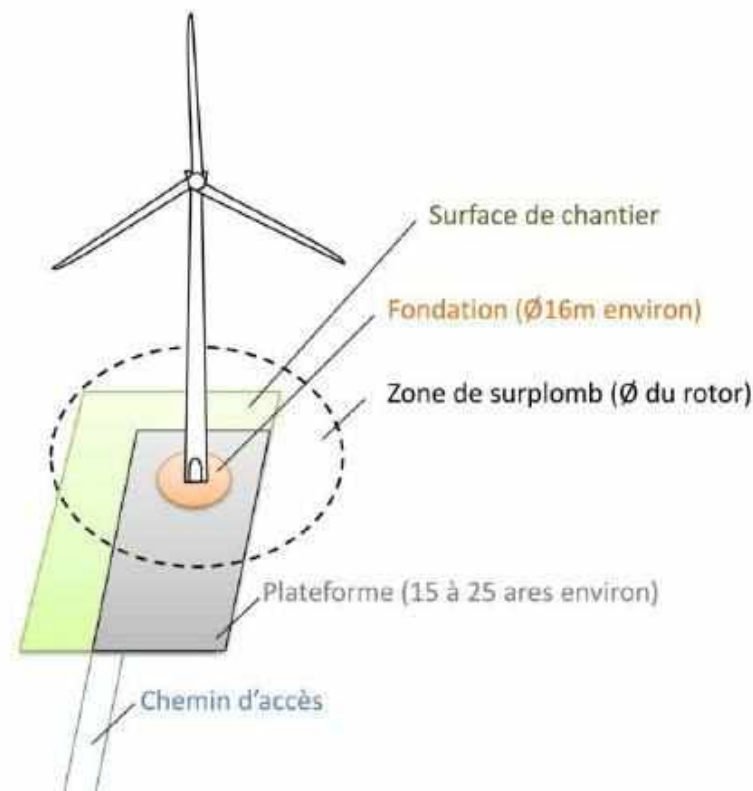


Figure 7 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

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

1.1.3 - Chemin d'accès

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

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

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

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

1.1.4 - Autres installations

Aucune autre installation autre que celles spécifiées dans la présente étude de dangers n'est prévue.

1.2 - ACTIVITES DE L'INSTALLATION

L'activité principale du parc éolien « Eoliennes des Myosotis » est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) d'une hauteur maximale de 180 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

1.3 - COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien « Eoliennes des Myosotis » est composé de 12 aérogénérateurs et de quatre postes de livraison.

A la date du dépôt présent Porter à connaissance d'optimisation, le modèle d'éoliennes qui équipera le parc éolien n'est pas déterminé. En effet, plusieurs modèles actuellement commercialisés présentent un gabarit et des spécificités techniques adaptés :

- La Nordex N149
- La Vestas V150
- La Siemens-Gamesa SG145

Afin de ne pas risquer de sous-évaluer les impacts, dangers et inconvénients de l'installation sur la santé humaine, il a été décidé de définir pour la présente étude une éolienne théorique dont les éléments constitutifs reprennent les caractéristiques maximisantes des modèles pressentis en matière d'incidences négatives potentielles la santé humaine.

Les dimensions caractéristiques du modèle d'aérogénérateur pressenti sont exposées dans le tableau ci-dessous.

Constructeurs pressentis	Modèle	Puissance (MW)	Diamètre de rotor (m)	Longueur de pale (m)	Hauteur du mât (m)	Hauteur totale (m)
Nordex, Vestas, Siemens-Gamesa	V150, N149, SG145	4,2	145 - 150	71 – 73,7	105 – 107,5	180

Tableau 3 : Gabarit type pris en considération dans le cadre de l'étude de dangers

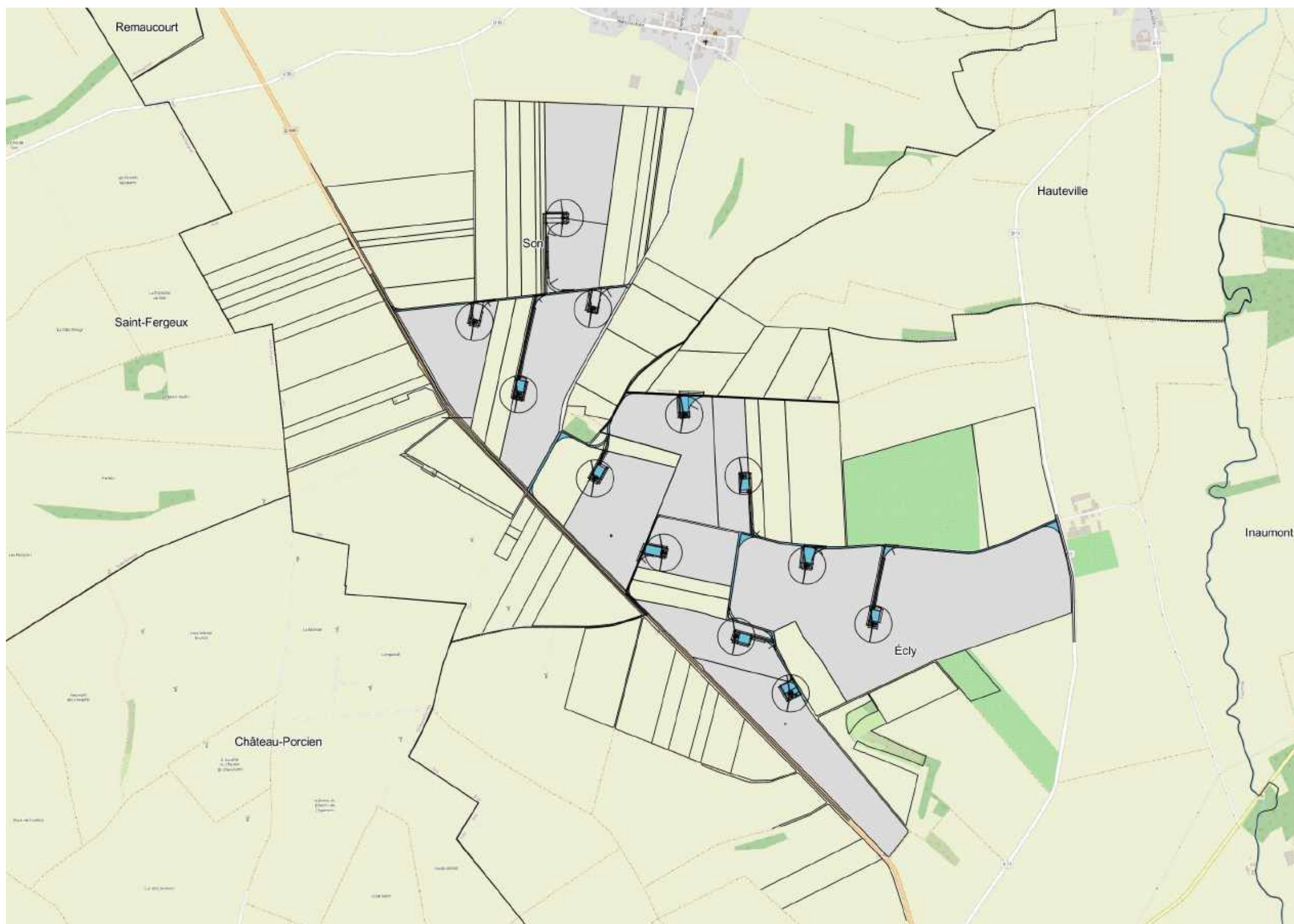
Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de livraison :

Eolienne (E)	Coordonnées Lambert 93		Coordonnées Lambert II étendu		Coordonnées WGS 84		Altitude en mètres NGF
	Longitude (X)	Latitude (Y)	Longitude (X)	Latitude (Y)	Longitude (X)	Latitude (Y)	
E1	792714.393	6940575.28	740812,2	2508467,9	4.2808868	49.5576777	93.84 m
E2	792495.512	6940805.123	740591,3	2508696,0	4.2779148	49.5597748	97.53 m
E3	792201.501	6941142.746	740294,2	2509031,3	4.2739287	49.5628513	116.61 m
E4	791925,806	6941442,200	740015,8	2509328,5	4.2701867	49.565582	129.49 m
E5	791617,273	6941782,489	739704,2	2509666,4	4.2659996	49.5686842	144.12 m
E6	791439,376	6942073,040	739523,7	2509955,6	4.263606	49.5713205	129.47 m
E7	793049.041	6940855.616	741144,7	2508751,2	4.2855723	49.5601478	120.78 m
E8	792779.975	6941090.872	740873,4	2508984,3	4.2819083	49.562301	119.31 m
E9	792523,852	6941452,547	740614,1	2509344,0	4.2784511	49.5655882	122.92 m
E10	792285.77	6941699.56	740373,8	2509589,1	4.275217	49.5678423	141.01 m
E11	791916.103	6942125.171	740000,3	2510011,8	4.2702044	49.5717202	122.87 m
E12	791802,52	6942493,158	739883,5	2510379,0	4.2687168	49.5750432	124.2 m
PdI1	792734,912	6940569,623	740832,8	2508462,4	4.2811689	49.5576238	93.09 m
PdI2	792720,620	6940561,137	740818,6	2508453,8	4.2809696	49.5575497	93.15 m
PdI3	791605,191	6941769,677	740812,2	2508467,9	4.2658299	49.5685708	140.62 m
PdI4	791622,385	6941766,024	740591,3	2508696,0	4.2660666	49.5685355	141.91 m

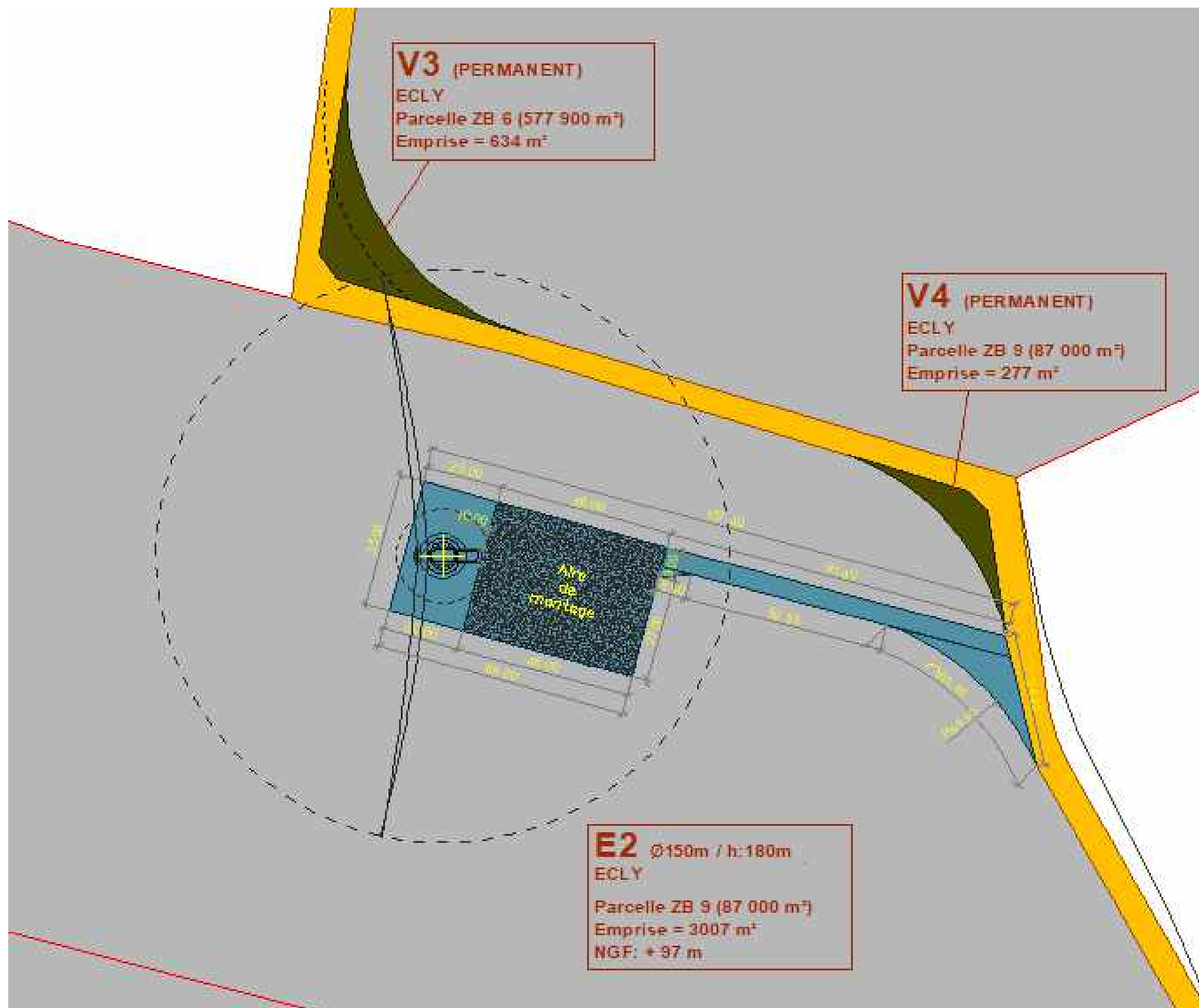
Tableau 4 : Coordonnées géographiques des éoliennes et du poste de livraison



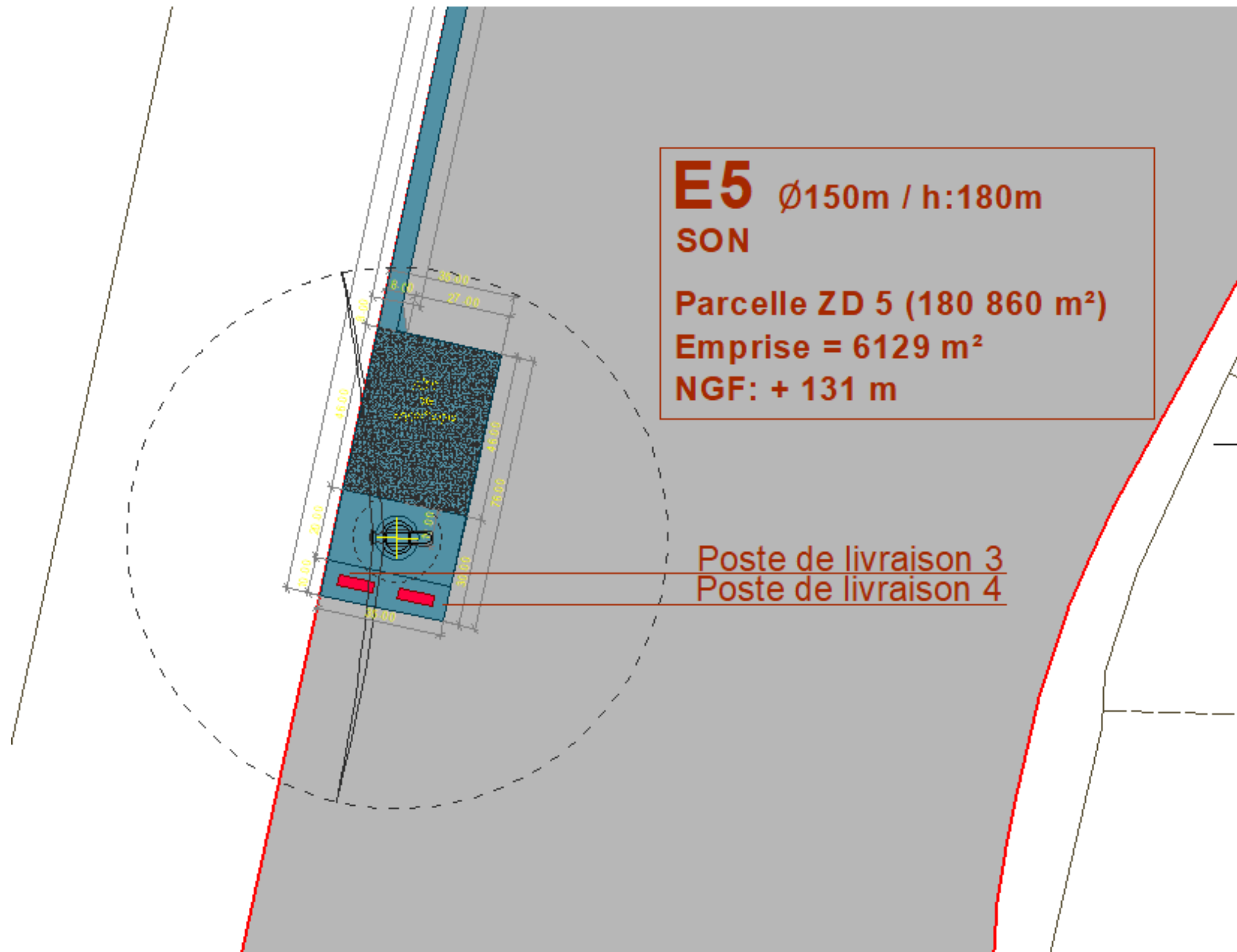
La carte ci-dessous représente le plan détaillé de l'installation du parc éolien « Eoliennes des Myosotis ».



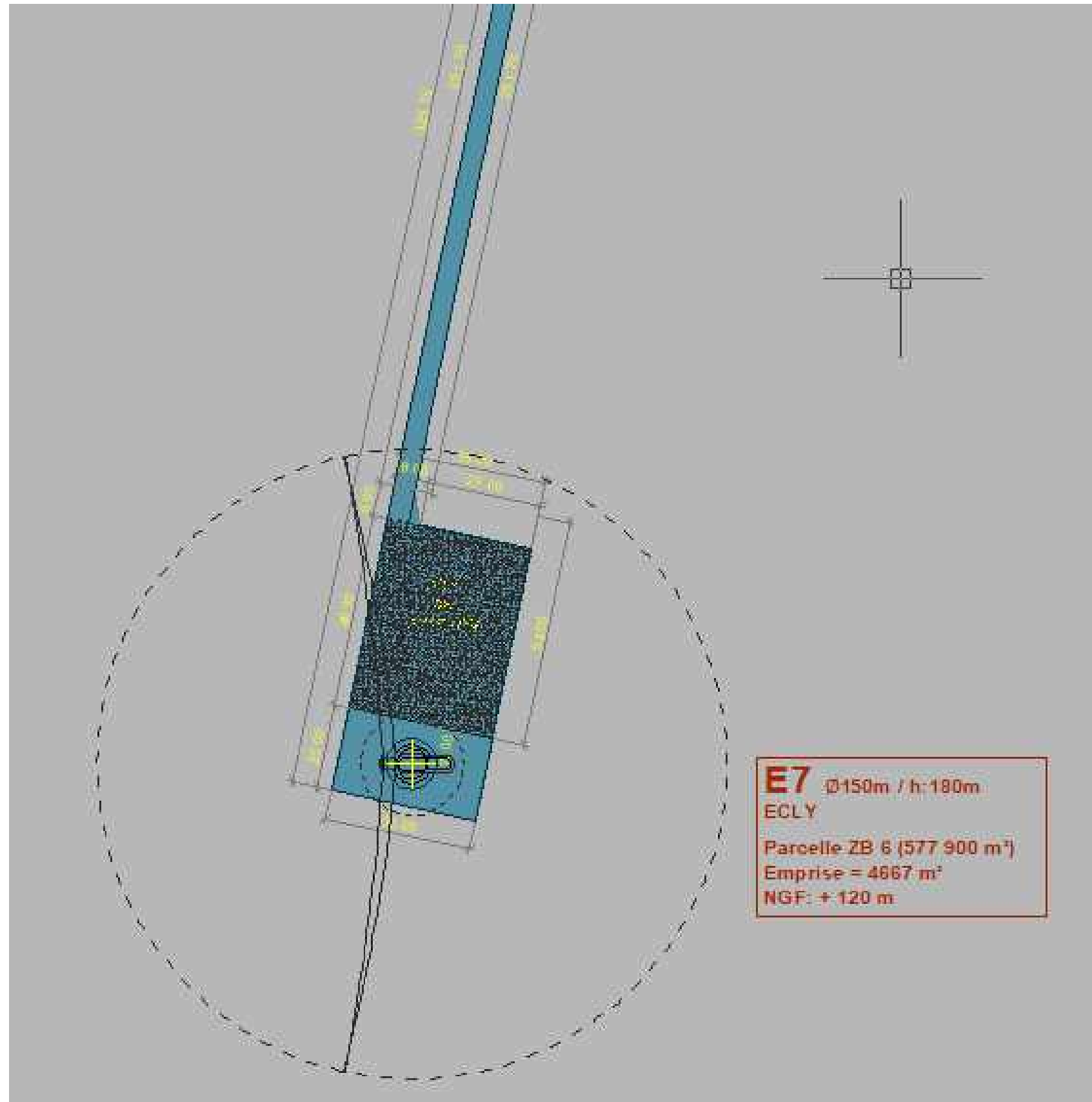
carte 29. Plan détaillé de l'installation et de ses abords



carte 31. Plan détaillé Eolienne E2 et ses abords



carte 34. Plan détaillé Eolienne E5 et ses abords



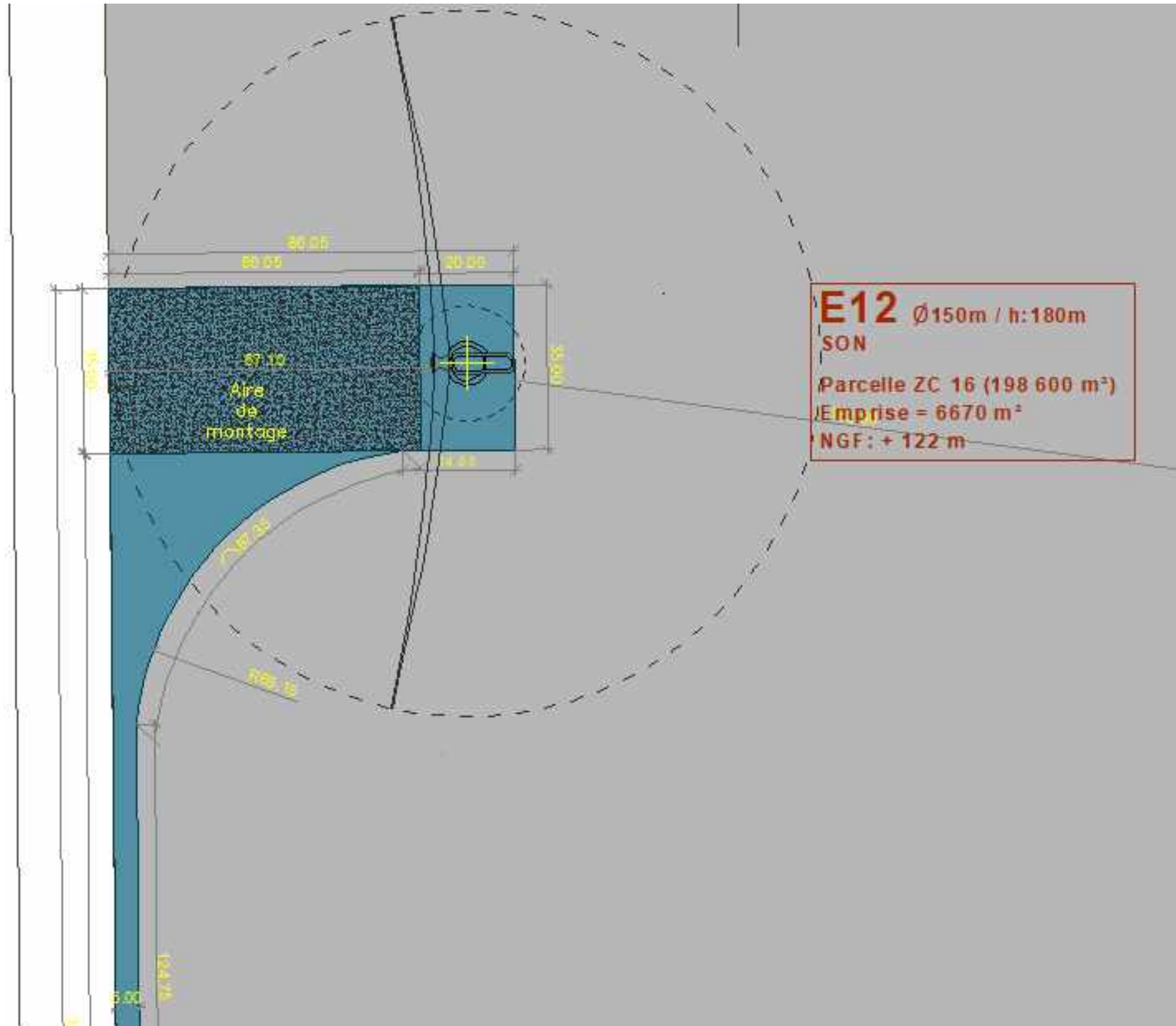
carte 36. Plan détaillé Eolienne E7 et ses abords



carte 38. Plan détaillé Eolienne E9 et ses abords



carte 40. Plan détaillé Eolienne E11 et ses abords



carte 41. Plan détaillé Eolienne E12 et ses abords



2 – FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

2.1 – PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR

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

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

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

Pour un aérogénérateur de 3 MW par exemple, la production électrique atteint 3000 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.

Le tableau ci-contre expose de façon synthétique le découpage fonctionnel de l'installation.

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques Vestas V150 – 4.2 MW
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	En béton armé, de forme octogonale Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction
Mat	Supporter la nacelle et le rotor	Description / matériau : Tubulaire en acier Nombre de section : 4 sections Revêtement multicouche résine époxy
Nacelle	Supporter le rotor	Multiplicateur : Engrenage planétaire à plusieurs étages + étage à roue dentée droite ou entraînement différentiel / Tension nulle
	Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Orientation active des pales face au vent Plastique renforcé à la fibre de verre (GFK), protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 - 400-24 (Juin 2010) Surface balayée : 17 671 m ²
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	A l'intérieur du mât Tension de 20 kV à la sortie
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV
Générateur électrique	L'énergie mécanique du vent est transformée en énergie électrique par le générateur	Asynchrone à courant triphasé Tension de 660 V

Tableau 5 : Présentation des différentes composantes de l'installation (exemple de la Vestas V150)



2.2 - SECURITE DE L'INSTALLATION

Le modèle des machines n'étant pas arrêté, il a été convenu de prendre comme exemple les éoliennes de type Vestas, considérant que les systèmes de sécurité sont assez similaires d'un constructeur à un autre.

Règles de conception et système qualité

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

Les aérogénérateurs de type V150/4200 font l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et Normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes, et notamment :

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

D'autres normes de sécurité sont applicables :

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

- le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 9223.

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

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

Conformité aux prescriptions de l'arrêté ministériel

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

Cela concerne notamment :

- L'éloignement de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 et de 300 mètres d'une installation nucléaire,
- L'implantation de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens,
- La présence d'une voie d'accès carrossable entretenue permettant l'intervention des services d'incendie et de secours,
- Le respect des normes suivantes : norme NF EN 61 400-1 (version de juin 2006) ou CEI 61 400-1 (version de 2005) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne,
- L'installation conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation,
- Le respect des normes suivantes : norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010), normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009),
- L'installation conforme aux dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables,
- Le balisage de l'installation conformément aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L.6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile,
- Le maintien fermé à clé des accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison, afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements,
- L'affichage visible des prescriptions à observer par les tiers sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement,



- La réalisation d'essais d'arrêt permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs,
- L'interdiction d'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables,

La description détaillée des différents systèmes de sécurité de l'installation sera quant à elle effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques, dans la partie 7.6.

Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes

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

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

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

De plus, les éoliennes V150/4200 sont équipées d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance depuis un PC équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS..

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

2.2.1 - Nature et organisation des secours

Il est essentiel que le parc éolien « Eoliennes des Myosotis » soit connu, localisé et que les procédures appropriées aient été définies par les services de secours concernés. C'est suite à l'obtention du permis de construire et de l'autorisation d'exploiter que l'exploitant du parc prend contact avec les services de secours, et utilise la fiche de renseignement ci-dessous qui propose un menu d'informations à mettre à disposition du service de secours.

En cas de sinistre, les pompiers seront prévenus par le personnel du site ou les riverains directement par le 18. L'appel arrivera au Centre de Traitement des Appels (CTA), qui est capable de mettre en œuvre les moyens nécessaires en relation avec l'importance du sinistre. Cet appel sera ensuite répercuté sur le Centre de Secours disponible et le plus adapté au type du sinistre.

Une voie d'accès donne aux services d'interventions un accès facilité au site du parc éolien.

Les moyens d'intervention une fois l'incident ou accident survenu sont des moyens de récupération des fragments : grues, engins, camions.

En cas d'incendie avancé, les sapeurs-pompiers se concentreront sur le barrage de l'accès au foyer d'incendie. Une zone de sécurité avec un rayon de 500 mètres autour de l'éolienne devra être respectée.



Annexe Fiche GT sécurité N°1 : Intervention des services de secours			
N°	Renseignements	Utile aux services de secours	
		OUI	NON
Demander aux services de secours si ils veulent avoir :			
1	Le nom du parc		
2	Les plan d'accès, cartes avec chemin d'accès surlignés		
3	Les coordonnées géographiques (WGS84 / Lambert) de chaque machine + poste de livraison		
4	Les N° des machines + postes (N° constructeurs avec la correspondance avec les N° exploitant)		
5	Le N° de téléphone de l'astreinte technique de l'exploitant (chargé de conduite)		
6	La hauteur du moyeu		
7	La hauteur du mât		
8	La définition d'un périmètre de sécurité en cas de besoin (350 à 500 m)		
9	La localisation et l'intensité des différentes sources de tension (plan, schéma, ...)		
10	La localisation des postes de livraison / de transformation		
11	La présence de SF6 ou non dans les transformateurs (ou de toutes autres substance dangereuse)		
12	Le type de transformateur : sec ou à bain d'huile		
13	Les systèmes antichutes et EPI généraux en place		
14	Le nombre et la hauteur des différents paliers		
15	Le N° du Point de Secours Public (si présent)		
16	La présence de panneautage ou non + localisation sur plan		
17	Un plan d'évacuation de la machine avec sorties d'urgence pour l'évacuation		
18	Points d'ancrage		
19	La localisation sur plan de l'alimentation BT / HT + des arrêts d'urgence		
20	Le système d'ouverture des portes (et la nécessité ou non d'utiliser des outils spécifiques pour l'ouverture)		
21	Leur demander si un véhicule de désincarcération doit être demandé spécifiquement en cas de nécessité d'intervention		
Nombre total de document à fournir aux services de secours =			
QUESTIONS SUPPLEMENTAIRES IMPORTANTES		OUI	NON
22	Avez-vous besoin d'autres informations ? Si oui, lesquelles ?		
23	Est il possible d'organiser des exercices / simulation d'évacuation d'urgence / d'incendie avec vos services ?		
24	Est il possible de venir vous rencontrer directement dans votre centre de dispatching des appels d'urgence / Centre d'Appel Téléphonique (C.A.T) afin d'établir un contact et de vous communiquer la documentation de prévention déployée sur le parc ?		
INFORMATIONS UTILES A COMMUNIQUER AUX SERVICES DE SECOURS			
Les services de secours n'ont pas de manipulation à faire dans la machine qui devrait être déjà en sécurité s'ils doivent faire du secours à personne dans la mesure où une machine doit être arrêtée et sécurisée avant que quiconque ne puisse y pénétrer.			
Il est possible de couper tout le parc en le demandant à ERDF en dernier recours => indiquer les coordonnées de l'exploitant qui peut demander la coupure au gestionnaire de réseau.			

Figure 8 : Fiche de sécurité d'intervention des secours

Les conditions d'intervention et les pratiques demandées par les services de secours se décomposent comme suit

- **Accès au parc**
 - La localisation doit être impérativement communiquée au début des travaux de construction du parc éolien.
 - Afin de faciliter l'accès au parc et de réduire le temps d'intervention, des mesures pratiques sont définies avec les services de secours. Elles peuvent être à titre d'exemple
 - Demander la création d'un Point de Secours Public (PSP)
 - Indiquer l'emplacement des installations par un marquage important et visible de loin sur chaque machine
 - Installer des panneaux indicatifs aux croisements des routes départementales et des chemins d'accès aux installations
- **Accès aux machines**
 - Par mesure de sécurité, l'exploitant du parc éolien ferme à clef la porte d'entrée de l'éolienne lors de toute intervention du personnel. Afin de réduire le temps d'intervention, les approches suivantes peuvent être mises en place comme par exemple :
 - Mettre les clés à disposition en partie basse (dans les véhicules d'intervention)
 - S'assurer que les portes d'accès aux éoliennes ne puissent être forcées à l'aide d'un pied de biche.
 - Fournir un double de clés passe partout au centre de secours le plus proche.
- **Accès à la nacelle**
 - Les services de secours ont toujours à leur disposition leur propre matériel d'intervention pour l'utilisation duquel ils sont formés.
 - Cependant, en fonction du constructeur et du type de machine pour la construction du parc, il se peut que ce sac ne passe pas les trappes intermédiaires et/ou la nacelle/ le hub. Il faudra donc faire un exercice d'entraînement avec les services de secours dans un délai raisonnable suivant la mise en service du parc. Si tel était le cas, le mode d'emploi du palan/treuil doit donc être communiqué au service de secours (seul moyen pour le matériel de sauvetage soit monté dans la nacelle).
 - Les points suivants sont également renseignés et agréés avec les services de secours concernés
 - Mise à disposition d'un sac d'Équipement de Protection Individuel complet (à leur remettre directement ou bien à laisser à demeure en machine ou poste de livraison)
 - Mise à disposition de chariots antichute adaptés aux lignes de vie installées en machine.
 - Communication aux services de secours des manuels/ consignes d'utilisation des élévateurs de charges et de personnes, des treuils et palans ainsi que ceux de tout EPI mis à leur disposition.

- **Simulation d'intervention et exercices d'évacuation**
 - Un exercice d'évacuation et de simulation d'intervention est organisé avec les services de secours concernés dans un délai de 6 mois à 1 an suivant la mise en service industrielle du parc éolien (cette demande sera formalisée par l'intermédiaire de la fiche de sécurité ci jointe). Pour cela, une éolienne du parc sera mise à disposition.
 - Des exercices périodiques sont organisés entre les services de secours et l'exploitant du parc.

Le parc éolien « Eoliennes des Myosotis » est sous la responsabilité du groupement Centre du SDIS des Ardennes. Le centre de secours le plus proche du site est celui de Rethel.

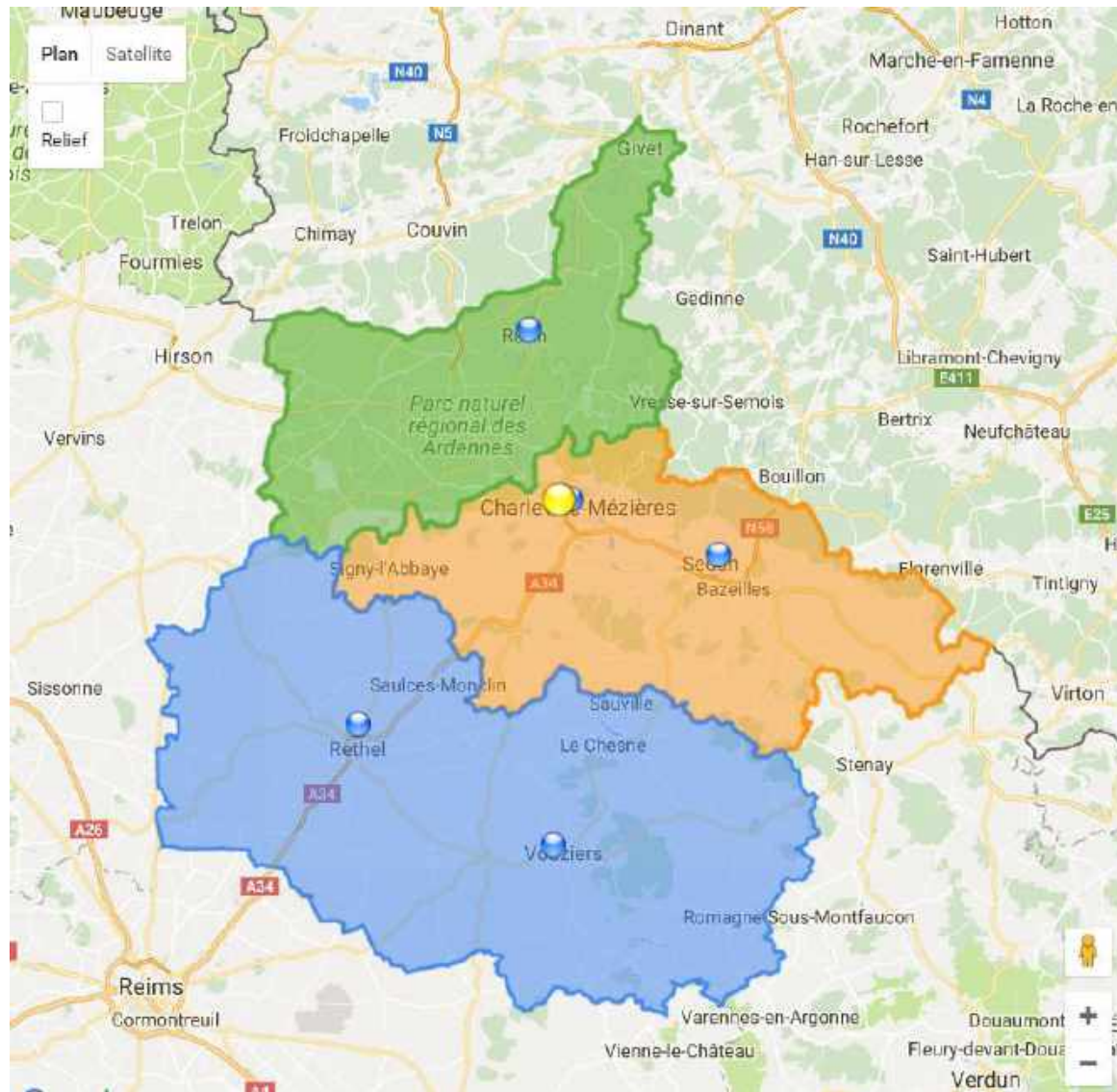


Figure 9 : SDIS 08

2.2.2 - Consignes et procédures de sécurité

La présente étude de danger se concentre essentiellement sur les dangers et les accidents potentiels que le parc éolien « Eoliennes des Myosotis » pourrait causer à des tiers. Par contre, il est essentiel que préalablement à cette problématique, les aérogénérateurs présélectionnés assurent la sécurité des personnels intervenant dans les machines. C'est pourquoi, pour les V150 il existe 3 niveaux de prévention et de sécurité.

- **Procédure de sécurité et d'urgence**

Tous les aérogénérateurs ont un système d'étiquetage des dangers dans les nacelles et les mâts des éoliennes. Cet étiquetage prévient les risques de chutes, d'écrasement d'électrocution et d'incendie dans les machines. De plus, chaque machine est pourvue d'un plan d'évacuation, d'une trousse de premiers secours et d'un panneau indiquant les numéros et lieux des médecins, hôpitaux et urgences les plus proches ainsi que le numéro de la personne responsable à appeler en cas d'urgence.

- **Utilisation et entretien des machines**

Toutes les machines disposent d'un manuel d'utilisation dans chacune des machines indiquant le fonctionnement de l'éolienne et des divers équipements annexes la composant (monte-charge, treuil, ..). De plus, un manuel de maintenance ou guide d'entretien des machines détaillant la nature et la périodicité des travaux de maintenance est également à disposition dans chacune des machines. Enfin, un carnet de visite (log book) est à disposition dans chaque machine. Celui-ci doit être rempli et complété par chaque personne entrant et intervenant dans la machine avec les informations suivantes :

- Heure d'entrée
- Heure de sortie
- Nature de l'intervention
- Matériel utilisé

- **Consignes de sécurité**

Chaque turbinière met à disposition de l'exploitant un manuel Sécurité Santé au Travail. De plus, lors de la mise en service industriel du parc, un plan de prévention est mis à disposition par l'exploitant et doit être signé et pris en compte par toute entreprise extérieure intervenant dans les turbines.



2.3 - OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Conduite du système

Les éoliennes sont des équipements de production d'énergie qui sont disposés à l'écart de zones urbanisées et qui ne nécessitent pas de présence permanente de personnel. Bien que certaines opérations nécessitent des interventions sur site, les éoliennes Vestas sont surveillées et pilotées à distance.

Pour cela, les installations sont équipées d'un système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. Les parcs éoliens sont ainsi reliés à des centres de télésurveillance permettant le diagnostic et l'analyse de leur performance en permanence, ainsi que certaines actions à distance. Ce dispositif assure la transmission de l'alerte en temps réel en cas de panne ou de simple dysfonctionnement.

Il permet également de relancer aussitôt les éoliennes si les paramètres requis sont validés et les alarmes traitées. C'est notamment le cas lors des arrêts de l'éolienne par le système normal de commande (en cas de vent faible, de vent fort, de température extérieure trop élevée ou trop basse, de perte du réseau public, ...).

Par contre, en cas d'arrêts liés à des déclenchements de capteurs de sécurité (déclenchement VOG, déclenchement détecteur d'arc ou d'incendie, pression basse huile, ...), une intervention humaine sur l'éolienne est nécessaire pour examiner l'origine du défaut et acquitter l'alarme avant de pouvoir relancer un démarrage.

En cas d'intervention, des équipes de techniciens sont réparties sur le territoire afin de pouvoir réagir rapidement. Les interventions sont toujours faites par une équipe d'au moins deux personnes.

Afin d'assurer la sécurité des équipes intervenantes, un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne est disposé en partie basse de la tour. Ainsi, lors des interventions sur l'éolienne, les opérateurs basculent ce dispositif sur « commande locale » ce qui interdit toute action pilotée à distance.

Toute intervention dans la nacelle n'est réalisée qu'après mise à l'arrêt de la machine. De plus, des dispositifs de sectionnement sont répartis sur l'ensemble de la chaîne électrique afin de pouvoir isoler certaines parties et protéger ainsi le personnel intervenant.

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

Formation du personnel

Les personnels intervenant sur les éoliennes, tant pour leur montage, que pour leur maintenance, sont des personnels formés au poste de travail et informés des risques présentés par l'activité.

Toutes les interventions (pour montage, maintenance, contrôles) font l'objet de procédures qui définissent les tâches à réaliser, les équipements d'intervention à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accident. Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.

2.3.2 - Modalités de maintenance

Entretien préventif du matériel

L'inspection et l'entretien du matériel sont effectués par des opérateurs Vestas, Nordex ou Siemens-Gamesa, formés pour ces interventions.

La liste des opérations à effectuer sur les diverses machines ainsi que leur périodicité est définie par des procédures. Les principaux contrôles effectués sont présentés ci-après

Composants	Opérations
Etat général	Vérification de la propreté de l'intérieur de l'éolienne Vérification qu'aucun matériau combustible ou inflammable n'est entreposé dans l'éolienne
Moyeu	Inspection visuelle du moyeu Vérification des boulons entre le moyeu et les supports de pale* Vérification des boulons maintenant la coque du moyeu
Pales	Vérification des roulements et du jeu Vérification des joints d'étanchéité Inspection visuelle des pales, de l'extérieur et de l'intérieur Vérification des boulons de chaque pale* Vérification des bruits anormaux Vérification des bandes paratonnerres
Système de transfert de courant foudre Moyeu / nacelle	Vérification des boulons et de l'absence d'impacts de foudre.
Arbre principal	Vérification des boulons fixant l'arbre principal et le moyeu* Inspection visuelle des joints d'étanchéité Vérification des bruits anormaux et des vibrations Vérification du fonctionnement du système de lubrification Vérification des dommages au niveau des boulons de blocage du rotor
Système d'orientation de la nacelle (Yaw system)	Vérification des boulons fixant le haut du palier d'orientation et la tour* Vérification des bruits anormaux Vérification du système de lubrification
Tour	Vérification de l'état du béton à l'intérieur et à l'extérieur de la tour Vérification des boulons entre la partie fondation et la tour, entre les sections de la tour et sur l'échelle* Vérification des brides et des cordons de soudure



	Vérification des plateformes Vérification du câble principal
Bras de couple	Vérification boulons Vérification et serrage de la connexion à la terre
Système d'inclinaison des pales (Vestas Pitch System)	Vérification des boulons du cylindre principal et du bras de manivelle Vérification des boulons de l'arbre terminal et des roulements
Multiplicateur	Changement d'huile et nettoyage du multiplicateur si nécessaire Vérification du niveau sonore lors du fonctionnement du multiplicateur Vérification des joints, de l'absence de fuite, etc... Vérification d'absence de fuites au niveau des points de lubrification Vérification des capteurs de débris
Huile du multiplicateur	Vérification du niveau d'huile Vérification des composants du bloc hydraulique et des pompes
Système de freinage	Vérification des étriers, des disques et des plaquettes de freins Inspection des entrées et des sorties de tuyaux
Générateur	Vérification des câbles électriques dans le générateur Vérification des fuites de liquides de refroidissement et de graisse Lubrification des roulements
Système de refroidissement par eau	Vérification du fonctionnement des pompes à eau Vérifications des tubes et des tuyaux Vérification du niveau de liquide de refroidissement
Vestas Cooler Top™	Vérification boulons
Système hydraulique	Vérification d'absence de fuites dans la nacelle, l'arbre principal et les pompes
Onduleur	Vérification du fonctionnement de l'onduleur.
Capteur de vent et balisage aérien	Vérification du bon fonctionnement du balisage aérien et inspection visuelle du capteur de vitesse de vent.
Nacelle	Vérification boulons Vérification d'absence de fissures autour des raccords Vérification des points d'ancrage et des fissures autour de ceux-ci
Extérieur	Vérification de la protection de surface Nettoyage des têtes de boulons et d'écrous, des raccords, etc.
Transformateur	Inspection mécanique et électrique du transformateur
Sécurité générale	Inspection des câbles électriques Inspection du système de mise à la terre

Tableau 6 : Inspections prévues sur la V150 après 3 mois de fonctionnement

Les opérations de maintenance supplémentaires sont prévues annuellement :

Composants	Opérations
Moyeu	Vérification de l'état de la fibre de verre Vérification des joints d'étanchéité Vérification de la fonctionnalité des trappes d'accès et de leurs verrous
Pales	Vérification des tubes de graissage et du bloc de distribution de graisse Vérification du niveau de graisse dans les collecteurs de graisse et remplacement s'ils sont pleins Remplissage du distributeur de graisse

Système de transfert de courant foudre Moyeu / nacelle	Vérification du câble connectant les bandes anti-foudre Vérification des amortisseurs d'usure Vérification des bandes anti-foudre
Système d'inclinaison des pales (Vestas Pitch System)	Vérification du bon fonctionnement du système d'inclinaison des pales Vérification de la pression des accumulateurs Vérification de la tension des fixations des accumulateurs Vérification des boulons Vérification des pistons des vérins hydrauliques
Arbre principal	Vérification et lubrification des roulements principaux tous les 5 ans Vérification de l'ajustement des capteurs RPM Lubrification des boulons de blocage du rotor
Bras de couple	Vérification des boulons entre le bras de couple et le bâti tous les 4 ans
Multiplicateur	Vérification et remplacement (si nécessaire) des filtres à air Remplacement des filtres à air tous les 10 ans Remplacement du système de détection de particules tous les 10 ans Vérification des flexibles de drainage. Remplacement si nécessaire. Remplacement des flexibles de drainage tous les 10 ans Remplacement des tuyaux tous les 7 ans Inspection des boulons du système d'accouplement entre le multiplicateur et l'arbre principal tous les 4 ans Extraction d'un échantillon d'huile pour analyse
Système de freinage	Vérification du câblage des capteurs d'usure et de chaleur Remplacement des plaquettes de freins tous les 7 ans
Générateur	Vérification du bruit des roulements Vérification du système de graissage automatique Vérification du système de refroidissement
Système de refroidissement par eau	Remplacement du liquide de refroidissement tous les 5 ans
Système hydraulique	Vérification des niveaux d'huile et remplacement si nécessaire Extraction d'un échantillon d'huile pour analyse Changement d'huile selon les rapports d'analyse Remplacement des filtres (tous les ans, tous les 2 ans ou tous les 4 ans, selon le filtre) Remplacement des filtres (tous les ans, tous les 2 ans ou tous les 4 ans, selon le filtre) Contrôle des flux et de la pression Vérification de la pression dans le système de frein
Vestas Cooler Top™	Inspection visuelle du Vestas Cooler Top™ et des systèmes parafoudres
Onduleur	Vérification du bon fonctionnement de l'onduleur Remplacement des différents filtres des ventilateurs Remplacement des différents ventilateurs tous les 5 ans Remplacement de la batterie tous les 5 ans
Capteur de vent et balisage aérien	Inspection visuelle du capteur de vitesse de vent et du bon fonctionnement du balisage.
Nacelle	Changement des filtres à air Changement des batteries des processeurs
Tour	Changement des filtres de ventilation contaminés Maintenance de l'élévateur de personnes
Système de détection d'arc électrique	Test du capteur de détection d'arc électrique du jeu de barres et dans la salle du transformateur
Système d'orientation nacelle	Lubrification de la Couronne d'orientation



(Yaw System)	Vérification du niveau d'huile des motoréducteurs, et remplissage si besoin Changement de l'huile des motoréducteurs tous les 10 ans Vérification et ajustement du couple de freinage
Armoire de contrôle en pied de tour	Test des batteries Remplacement des batteries de secours tous les 5 ans Remplacement des radiateurs en cas de défaillance
Sécurité générale	Test des boutons d'arrêt d'urgence Test d'arrêt en cas de survitesse Vérification des équipements de sauvetage Vérification de la date d'inspection des extincteurs Test des détecteurs de fumée (si installés) Vérification du système antichute

Tableau 7 : Inspections prévues annuellement sur la V150

Contrôles réglementaires périodiques

Les contrôles réglementaires concernent les installations électriques, les équipements et accessoires de levage ou les équipements sous pression (accumulateurs hydropneumatiques). Ils sont réalisés par des organismes agréés. Le matériel incendie est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.

Maintenance curative

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

2.5 - FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

Dans la carte ci-dessous, l'organisation de l'installation (câbles électriques enterrés) est exposée et ce réseau électrique respecte les normes ICPE en vigueur.

2.5.1 - Raccordement électrique

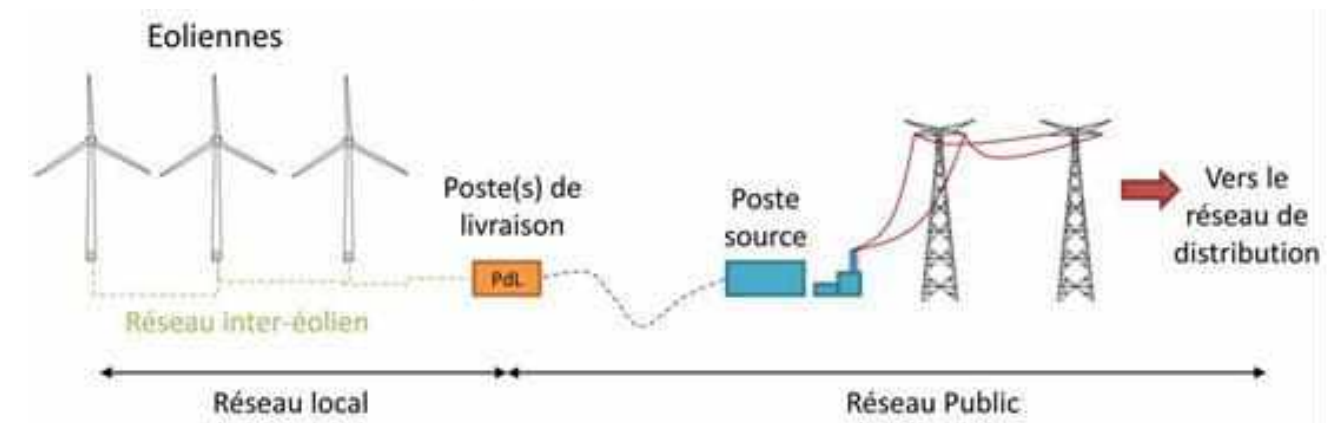


Figure 10 : Raccordement électrique des installations

- **Réseau inter-éolien**

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le 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.

- **Poste de livraison**

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

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

- **Réseau électrique externe**

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

Conformément à l'article R. 323-27 du code de l'énergie, une demande d'APO sera sollicitée et présentée à la DREAL. Le projet sera conforme à l'article R. 323-40 du code de l'énergie relatif aux ouvrages assimilables aux réseaux publics d'électricité.

2.5.2 - Autres réseaux

Le parc éolien « Eoliennes des Myosotis » 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.





IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	67
1 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	68
2 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	69
3 - REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE.....	69



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

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

1 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation. De même, 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 « Eoliennes des Myosotis » sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

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

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

Les risques associés aux différents produits concernant le site du parc éolien « Eoliennes des Myosotis » sont :

- L'incendie : des produits combustibles sont présents le site. Ainsi, la présence d'une charge calorifique peut alimenter un incendie en cas de départ de feu.
- La toxicité : Ce risque peut survenir suite à un incendie créant certains produits de décomposition nocifs, entraînés dans les fumées de l'incendie.
- La pollution : En cas de fuite sur une capacité de stockage, la migration des produits liquides dans le sol peut entraîner une pollution, également en cas d'entraînement dans les eaux d'extinction incendie.

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 du circuit haute pression (huile Texaco Rando WM 32) dont la quantité présente est de l'ordre de 250 litres.
- L'huile de lubrification du multiplicateur (huile Mobil Gear SHCXP) : 1 170 litres.
- L'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), utilisée comme liquide de refroidissement, dont le volume total de la boucle est de 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).

Potentils de dangers de ces produits

- 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.

- 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).

- Dangerosité pour l'environnement



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

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

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

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

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

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

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

Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d'éléments	Energie cinétique de projection
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute de nacelle	Energie cinétique de chute

Tableau 8 : Liste des dangers potentiels identifiés dans le cadre du fonctionnement d'un parc éolien

3 - REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

3.1 - PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

3.1.1 - Réduction des dangers liés aux produits

Comme précédemment indiqué, les produits présents dans une éolienne sont des lubrifiants. La quantité est estimée à environ 850 L par éolienne, et les lubrifiants doivent être contrôlés et partiellement renouvelés tous les 6 mois à 5 ans selon le type. Les quantités de produits ne peuvent être diminuées et les produits lubrifiants en eux-mêmes ne peuvent faire l'objet de substitution (considérés comme non dangereux pour l'environnement si utilisés comme recommandés et combustibles mais non inflammables).

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

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

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

3.1.2 - Réduction des dangers liés aux installations

Une distance de plus de 800 m autour des habitations est respectée pour l'emplacement des installations.



L'ensemble des données de vent disponibles confirment que le territoire possède un très bon potentiel éolien.

Les vents mesurés à une hauteur de 100 mètres sont de l'ordre de 7.5 m/s en moyenne c'est pourquoi les aérogénérateurs envisagés pour ce parc éolien peuvent correspondre aux classes IEC III ou IIa (modèles choisis pour leurs qualités esthétiques et techniques). Les différentes mesures enregistrées justifient l'implantation des installations sur le parc éolien « Eoliennes des Myosotis ».

Plusieurs expertises ont été réalisées (Cf. Etude d'impact, expertises acoustique et visuelle) afin de choisir un modèle adapté à ce projet.

Ces modèles d'aérogénérateurs sont en conformité avec la réglementation ICPE en associant puissance et efficacité acoustique.

L'ensemble de ces caractéristiques garantit une sécurité optimale de l'installation.

En outre, les mesures générales de prévention limitant les risques d'accident sur le parc éolien « Eoliennes des Myosotis » sont les suivantes :

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

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 intégrée 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.



ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE71

1 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE72

2 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL73

3 - SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE.....74

4 - LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE75



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

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans la partie 8 pour l'analyse détaillée des risques.

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 des Myosotis. 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). Celui-ci a été complété par la consultation de la base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) en novembre 2019. 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, consultation en novembre 2019
- 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 est complété, en mars 2016, par 13 incidents supplémentaires enregistrés en France entre 2012 et fin 2015.

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

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

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

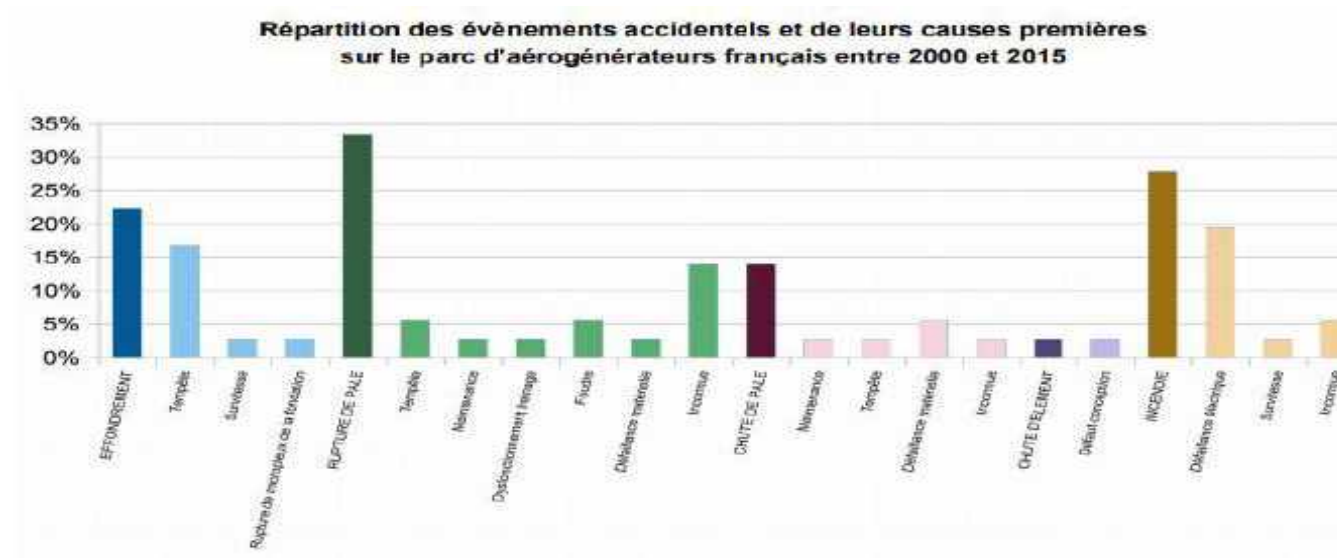


Figure 11 : Répartition des événements accidentels sur les parcs éoliens français entre 2000 et 2015



Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les incendies, les effondrements, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. La principale cause de ces accidents sont les tempêtes (hors incendie liés principalement à des défaillances électriques).

Sur la période 2016 / 2019 ont été recensés par la base de données Aria :

- Rupture de l'aéropre d'une pale d'éolienne (Conilhac-Corbières) 07/02/2016
- Electrification d'un employé dans une éolienne (Les grandes-chapelles) 14/09/2016
- Le vent endommage une éolienne (Dineault) 08/02/2016
- Chute d'une pale d'éolienne (Calanhel) 07/03/2016
- Chute d'une pale d'éolienne (Calanhel) 07/03/2016
- Fuite d'huile dans une éolienne (Janville) 28/05/2016
- Feu dans une éolienne (Hescamps) 10/08/2016
- Feu dans une éolienne (Dargies) 18/08/2016
- Electrification d'un employé dans une éolienne (Les Grandes-Chapelles) 14/09/2016
- Fissure sur une pale d'éolienne (Le Quesnoy) 11/01/2017
- Chute d'une pale d'une éolienne (Nurlu) 18/01/2017
- Rupture des pales d'une éolienne (Tuchan) 12/01/2017
- Chute d'un élément d'une éolienne (Trayes) 27/02/2017
- Rupture d'une pale d'éolienne (Lavallée) 27/02/2017
- Feu dans la nacelle d'une éolienne (Allonnes) 06/06/2017
- Chute de pale d'éolienne due à la foudre (Aussac-Vadalle) 08/06/2017
- Chute d'une pale d'éolienne (Conchy-sur-Canche) 24/06/2017
- Chute d'un aéropre d'une éolienne (Fécamp) 17/07/2017
- Fuite d'huile sur une éolienne (Mauron) 24/07/2017
- Bris d'une pale d'éolienne (Priez) 05/08/2017
- Chute du carénage d'une éolienne (Roman) 08/11/2017
- Effondrement d'une éolienne (Bouin) 01/01/2018
- Chute d'une pale d'éolienne (Nixeville-Blercourt) 04/01/2018
- Chute d'une pale d'une éolienne (Nurlu) 18/01/2018
- Chute de l'aéropre d'une pale d'éolienne (Cornilhac-Corbières) 06/02/2018
- Défaillance mécanique d'une éolienne (Villers-Grelot) 08/03/2018
- Incendies criminels dans un parc éolien (Marsanne) 01/06/2018
- Incendie d'éolienne (Aumelas) 05/06/2018
- Chute des extrémités de 2 pales d'une éolienne (Port-la-Nouvelle) 04/07/2018
- Incendie d'éolienne propagé à la végétation (Sauveterre) 28/09/2018
- Fuite d'huile hydraulique sur une éolienne (Flers-sur-Noye) 17/10/2018

- Effondrement d'une éolienne (Guigneville) 06/11/2018
- Chute de 3 aéropres dans un parc éolien (Cornilhac-Corbières) 18/11/2018
- Chute d'une pale d'éolienne (Ollezy) 19/11/2018
- Incendie sur une éolienne (La Limouzinière) 03/01/2019
- Chute d'une pale d'éolienne (Bambiderstroff) 17/01/2019
- Incendies criminels dans un parc éolien (Roussas) 20/01/2019
- Rupture du mat d'une éolienne (Boutavent) 23/01/2019
- Chute d'une pale d'éolienne (Roquetaillade) 30/01/2019
- Fissurations sur des roulements de pales d'éoliennes (Autechaux) 12/02/2019
- Eolienne touché par la foudre (Equancourt) 02/04/2019
- Electrification lors de la maintenance d'une éolienne (Chailly-sur-armancon) 15/04/2019
- Incendie sur une éolienne (Quesnoy-sur-Airaines) 18/06/2019
- Feu de moteur d'éolienne (Ambon) 25/06/2019
- Chute d'un bout de pale d'une éolienne (Charly-sur-marne) 27/06/2019

Soit : 45 incidents au total

- chute ou bris de pale -> 19 incidents / 45 soit 42.2 % des incidents
- Effondrement d'éolienne -> 3 incident / 45 -> 6,6 %
- Incendies -> 10 /45 soit 22,2 %

2 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2015.

La synthèse graphique ci-contre provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 1 826 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation par le groupe de travail précédemment mentionné, seuls 804 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

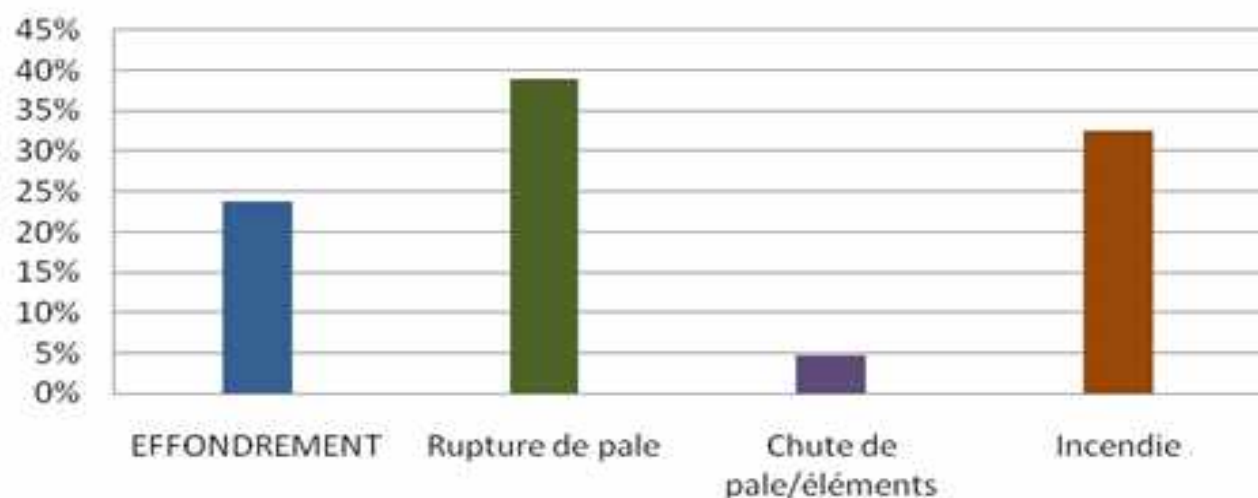


Figure 12 : Répartition des accidents liés à des parcs éoliens dans le monde entre 2000 et 2015

La répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2015 du même ordre de grandeur que celle qui avait été observée entre 2000 et 2011 par le groupe de travail de SER/FEE.

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).

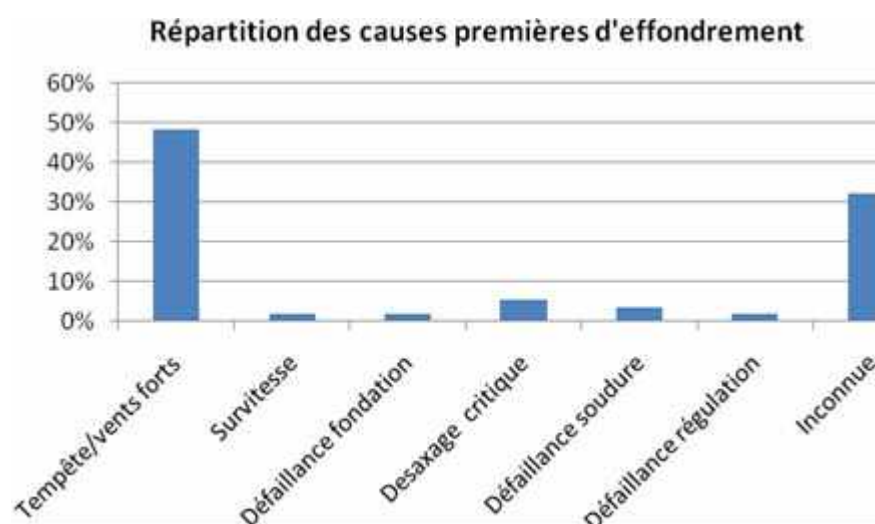


Figure 13 : Répartition des causes premières d'effondrement

Répartition des causes premières de rupture de pale

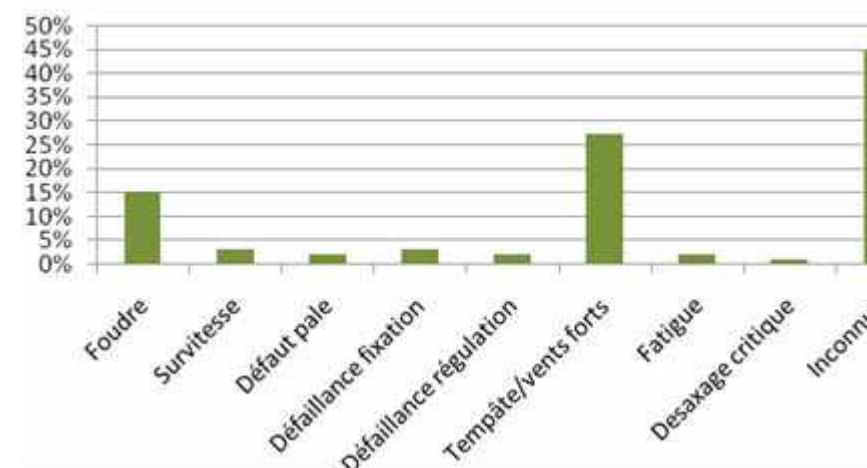


Figure 14 : Répartition des causes premières de rupture de pale

Répartition des causes premières d'incendie

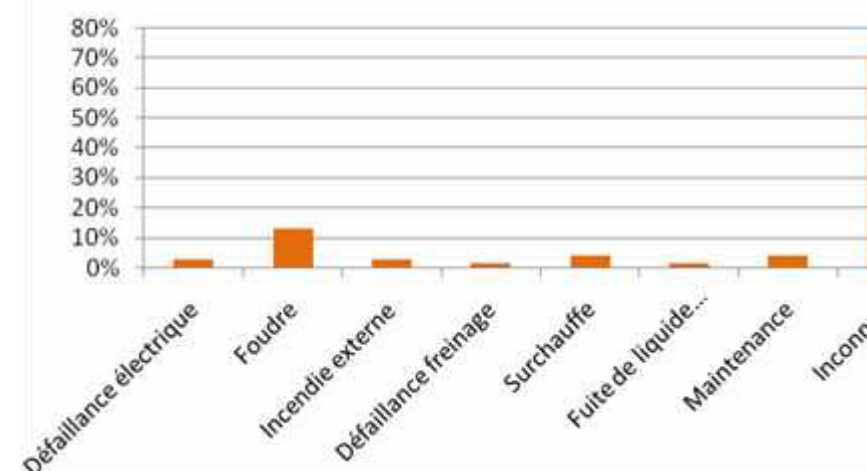


Figure 15 : Répartition des causes premières d'incendie

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.

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

3.1 - ANALYSE D'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.

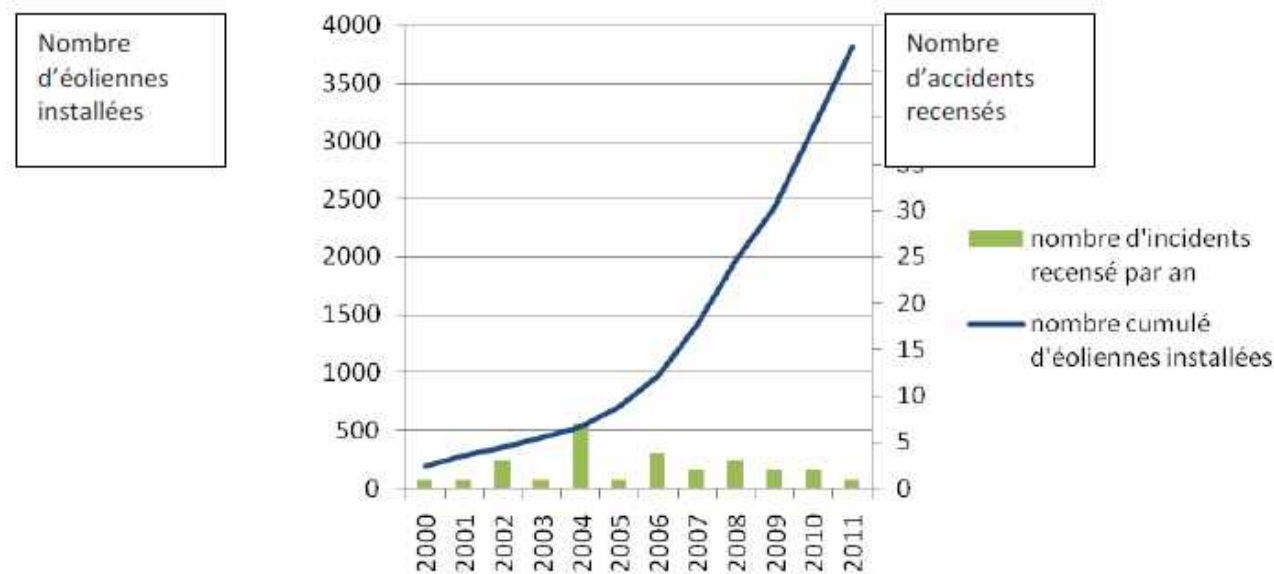


Figure 16 : Evolution du nombre d'incidents annuels et nombre d'éoliennes installées

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

3.2 - ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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

- Effondrements
- Ruptures de pales

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

3.3 - ACCIDENTOLOGIE RELATIVE AUX EOLIENNES EXPLOITEES PAR LE GROUPE H2AIR

Depuis le début des opérations en octobre 2012, les parcs exploités par H2air GT n'ont subi aucun évènement qui puisse être assimilé à un accident du point de vue de l'ICPE 2980. Cependant, nous mettons en œuvre une politique de prévention destinée à détecter et traiter les situations dangereuses pour éviter que la probabilité d'occurrence d'un accident n'augmente.

H2air GT suit dans un fichier dédié tenu à la disposition des autorités l'ensemble des évènements assimilés à la sécurité des biens, personnes ou environnement. Par exemple, ce fichier de suivi a été utilisé lors du contrôle ICPE réalisé sur le parc éolien Aube 1 en décembre 2012.

Ce registre identifie en particulier une occurrence de coupure à une main, suite à une manutention, sans qu'un arrêt de travail n'ait été nécessaire, des fuites d'huile n'entraînant pas de pollution des sols, la découverte d'oiseaux morts, les alertes de sécurité émises par les constructeurs des éoliennes ainsi que les écarts constatés lors de la maintenance d'éléments en suivi particulier du fait de la réglementation ICPE (serrage de boulons, porte d'accès non fermée, fuites d'huile mineures).

Dans le cadre de notre politique de prévention, nous allons au-delà des programmes d'entretien des éoliennes, afin d'améliorer la prise en compte de certains risques spécifiques, par exemple la foudre (rapports de foudroiement systématiques), la rupture de pales (inspections indépendantes des pales), le risque électrique (entretien annuel des postes de livraison 20 kV). Ce travail est effectué dans un souci d'amélioration continue et de réduction du risque.

4 - LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

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

- La non-exhaustivité des événements : ce retour d'expérience, constitué à partir de sources variées, ne provient pas d'un système de recensement organisé et systématique. Dès lors certains événements ne sont pas reportés (en particulier, les événements les moins spectaculaires).
- 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.



ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES 77

1 - OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES 78

2 - RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES..... 78

3 - RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES 78

4 - SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES 80

5 - EFFETS DOMINOS..... 84

6 - MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE..... 84

7 - CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES 91

1 - OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

2 - RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

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

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

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

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

3 - RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

3.1 - AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

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



<i>Parc éolien « Eoliennes des Myosotis »</i>					<i>Distance par rapport au mât des éoliennes (en m)</i>											
<i>Infrastructure / Élément</i>	<i>Fonction</i>	<i>Événement redouté</i>	<i>Danger potentiel</i>	<i>Périmètre</i>	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>E4</i>	<i>E5</i>	<i>E6</i>	<i>E7</i>	<i>E8</i>	<i>E9</i>	<i>E10</i>	<i>E11</i>	<i>E12</i>
Voie de circulation RD 946	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	150 m	189	194	221	235	250	269	624	597	668	672	703	791
Autres aérogénérateurs du parc des Myosotis	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	317	317	406	406	340	340	357	357	342	342	384	384
Autre éoliennes (parc des plaines du Porcien)	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	995	791	666	550	475	453	1 343	1 150	1 089	998	892	1 018

Tableau 9 : Principales agressions externes liées aux activités humaines

3.2 - AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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

Aggression externe	Intensité
Vents et tempête	Risque faible en région Grand-Est
Foudre	0,3 à 0,6 impact/km ² = Impact faible
Glissement de sols/ affaissement miniers	Aucun mouvement de terrain

Tableau 10 : Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

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

4 - SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

- Une description des causes et de leur séquençage (événements initiateurs et événements intermédiaires) ;
- Une description des événements redoutés centraux qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident ;
- une description des fonctions de sécurité permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux ;

- une description des phénomènes dangereux dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident
- une évaluation préliminaire de la zone d'effets attendue de ces événements

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

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

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



N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts circuits (N°5) Protection et Intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2

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
C03	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 d'une pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie d'une 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 d'une pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Projection/chute fragments et chute mât	2



E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en oeuvre 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.

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-avant.

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

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

L'installation les plus proches, sont les éoliennes existantes ou le bâtiment agricole. Toutes ces installations sont situées à plus de 350 m des éoliennes des Myosotis.

6 - MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

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

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement d'empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.

- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).
- **Temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité.
- **Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.
- **Test** (fréquence) : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.
- **Maintenance** (fréquence) : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima, un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.



Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc.		
Temps de réponse	Immédiat (L'alarme est déclenchée dès que le capteur est gelé ou détecte de la neige.)		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne.		
Maintenance	Vérification des capteurs du système de détection de givre lors des maintenances préventives annuelles		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	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	Non Applicable (NA)		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA		
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques. Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes. Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement. Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance préventive semestrielle de la génératrice et de son système de refroidissement, ainsi que du multiplicateur (y compris le système de refroidissement de l'huile du multiplicateur). Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

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



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

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

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	<p>Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine.</p> <p>Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle.</p> <p>Intervention des services de secours.</p>		
Description	<p>Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance.</p> <p>L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).</p> <p>Plan d'intervention avec le SDIS.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		
Tests	Vérification de la plausibilité des mesures de température		
Maintenance	<p>Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.</p> <p>Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.</p> <p>Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.</p>		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	<p>Détecteurs de niveau d'huiles</p> <p>Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération</p> <p>Procédure d'urgence</p> <p>Kit antipollution</p>		
Description	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.</p> <p>Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants.</p> <p>Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange.</p> <p>Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; • d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; • de récupérer les déchets absorbés. <p>Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	<p>Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an.</p> <p>Contrôles visuels fréquents</p>		



Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Surveillance des vibrations Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.). Procédures qualités. Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont équipées de capteurs de vibration, qui entraînent l'arrêt en cas de dépassement des seuils définis. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223 (peinture et revêtement anti-corrosion).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	15 à 60s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté)		
Efficacité	100 %		
Tests	Déclenchement manuel des capteurs de vibration et vérification de la réponse du système		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Inspection visuelle du mât et, si besoin, nettoyage lors des maintenances préventives annuelles.		

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	Vérifications en réunion annuelle.		
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	<p>Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents.</p> <p>Détection et prévention des vents forts et tempêtes.</p> <p>Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite.</p>		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	15 à 60 s suivant le programme de freinage		
Efficacité	100 %		
Tests	<p>Test des programmes de freinage lors de la mise en service de l'éolienne.</p> <p>Test automatique du système de freinage mécanique et du fonctionnement de chaque système pitch (freinage aérodynamique) lors de la séquence de démarrage de l'éolienne.</p>		
Maintenance	<p>Maintenance préventive du système pitch (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment vérification du câblage et du système de lubrification automatique, graissage des roulements de pitch.</p> <p>Maintenance préventive du frein mécanique (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment inspection visuelle, vérification de l'épaisseur des plaquettes de frein et des capteurs du frein mécanique.</p>		

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

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.



7 - CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m ² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [Annexe 6 réf 9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.

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

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

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



ETUDE DETAILLEE DES RISQUES 92

1 - RAPPEL DES DEFINITIONS93

2- CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS95

3 - SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE108



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

1 - RAPPEL DES DEFINITIONS

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

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

1.1 - CINETIQUE

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

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [Annexe 6 réf 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.

1.2 - INTENSITE

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [Annexe 6 réf 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 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.

1.3 - GRAVITE

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

Intensité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
Gravité			
« 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 »

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode présentée en annexe 1. Cette méthode 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.

1.4 - PROBABILITE

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

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

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

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

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

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



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

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

- P_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ
- $P_{\text{orientation}}$ = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)
- P_{rotation} = probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)
- P_{atteinte} = probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation)
- $P_{\text{présence}}$ = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

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

2- CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

Pour les éoliennes du parc éolien « Eoliennes des Myosotis », les modèles seront choisis entre les V150, N149 et SG145. Les gabarits de ces machines sont identiques à quelques différences près. Aussi il est retenu dans l'étude de dangers de retenir un gabarit unique représentatif de l'ensemble des modèles.

- Hauteur de moyeu : 105 mètres
- Hauteur totale : 180 mètres
- Diamètre du rotor : 150 mètres
- Largeur maximale du mât : 5,5 mètres
- Largeur maximale d'une pale : 4,5 mètres
- Puissance unitaire : 4,2 MW

2.1 - EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE

2.1.1 - Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 180 m.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (Annexe 6 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.

2.1.2 – Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien « Eoliennes des Myosotis ».

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne type dans le cas du parc des Myosotis, avec :

- R est la longueur de pale (R=75 m)
- H la hauteur du mat (H = 105 m)
- L la largeur maximale du mât (L=5,5 m)
- LB la largeur maximale de pale (LB = 4,5 m)

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale) : 180 m				
Numéro Eolienne	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
E1 à E12	$(H) \times L + 3 \times R \times LB / 2$	$\pi \times (H+R)^2$		
	913,5	101 788	1,06 %	Exposition forte

Tableau 11 : Niveau d'intensité pour le risque effondrement de l'éolienne

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

2.1.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 8.1.3.), 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 pour les éoliennes de 180 m de hauteur :

- 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 léthalité en dehors de l'établissement : « Modéré »

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène effondrement de l'éolienne :

Parc « Eoliennes des Myosotis »			
Effondrement de l'éolienne			
(dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personne permanente
E1	Zone agricole, chemin d'exploitation	10,1	0,13
E2	Zone agricole, chemin d'exploitation	10,1	0,13
E3	Zone agricole, chemin d'exploitation, voie communale	10,1	0,13
E4	Zone agricole, chemin d'exploitation, chemin de randonnée GR	10,1	0,26
E5	Zone agricole, voie communale	10,1	0,10
E6	Zone agricole, chemin d'exploitation	10,1	0,13
E7	Zone agricole	10,1	0,10
E8	Zone agricole, voie communale	10,1	0,12
E9	Zone agricole	10,1	0,10
E10	Zone agricole, chemin d'exploitation	10,1	0,12
E11	Zone agricole, chemin d'exploitation, chemin de randonnée GR	10,1	0,73
E12	Zone agricole	10,1	0,10

Tableau 12 : Calcul du nombre équivalent de personnes permanentes pour l'effondrement de l'éolienne

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

Parc « Eoliennes des Myosotis »		
Effondrement de l'éolienne		
(dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	<1	Sérieuse
E2	<1	Sérieuse
E3	<1	Sérieuse
E4	<1	Sérieuse
E5	<1	Sérieuse
E6	<1	Sérieuse
E7	<1	Sérieuse
E8	<1	Sérieuse
E9	<1	Sérieuse
E10	<1	Sérieuse
E11	<1	Sérieuse
E12	<1	Sérieuse

Tableau 13 : Gravité pour le risque effondrement de l'éolienne

La « Gravité » est donc au niveau sérieux pour les éoliennes E1 à E12 du parc.

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.

Dans le périmètre délimité par la hauteur de chute de l'éolienne, le terrain est constitué de terres agricoles et de voies peu fréquentées. Pour une éolienne d'une hauteur en bout de pale de 180 m, le nombre de personnes exposées sera donc inférieur à 1.

La gravité retenue sera donc considérée comme « Sérieuse ».



2.1.4 - 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 [Annexe 6 réf 5]	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances [Annexe 6 réf 6]	$1,8 \times 10^{-4}$ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Tableau 14 : Probabilité du risque effondrement de l'éolienne

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'expérience, 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.

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

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

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

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

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

2.1.5 - Acceptabilité

Dans le cas d'implantation d'éoliennes équipées des technologies récentes, compte tenu de la classe de probabilité d'un effondrement, on pourra conclure à l'acceptabilité de ce phénomène si moins de 10 personnes sont exposées.

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

Parc « Eoliennes des Myosotis »		
Effondrement de l'éolienne		
(dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieuse	Acceptable
E2	Sérieuse	Acceptable
E3	Sérieuse	Acceptable
E4	Sérieuse	Acceptable
E5	Sérieuse	Acceptable
E6	Sérieuse	Acceptable
E7	Sérieuse	Acceptable
E8	Sérieuse	Acceptable
E9	Sérieuse	Acceptable
E10	Sérieuse	Acceptable
E11	Sérieuse	Acceptable
E12	Sérieuse	Acceptable

Tableau 15 : Acceptabilité du risque effondrement de l'éolienne

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



2.2 - CHUTES DE GLACE

2.2.1 - Considérations générales

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

Selon l'étude WECO [Annexe 6 réf 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.

2.2.2 - Zone d'effet

Le risque de chute de glace ne se situe pas en-dehors de 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 « Eoliennes des Myosotis », la zone d'effet à donc un rayon = (D/2) 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.

2.2.3 - Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace de l'éolienne type dans le cas du parc des Myosotis, avec :

- R est la longueur de pale (R=75 m)

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)				
Numéro Eolienne	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
E1 à E12	$Z_i = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$D = Z_i / Z_E$	
	1	17671	0,01 % (< 1 %)	Exposition modérée

Tableau 16 : Intensité du risque chute de glace

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

2.2.4 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

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

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



Parc « Eoliennes des Myosotis »			
Chute de glace			
(dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personne permanente
E1	Zone agricole, chemin d'exploitation	1,7	0,02
E2	Zone agricole, chemin d'exploitation	1,7	0,02
E3	Zone agricole, chemin d'exploitation	1,7	0,02
E4	Zone agricole	1,7	0,01
E5	Zone agricole	1,7	0,01
E6	Zone agricole	1,7	0,01
E7	Zone agricole	1,7	0,01
E8	Zone agricole, chemin d'exploitation	1,7	0,02
E9	Zone agricole	1,7	0,01
E10	Zone agricole	1,7	0,01
E11	Zone agricole, chemin d'exploitation	1,7	0,02
E12	Zone agricole	1,7	0,01

Tableau 17 : Calcul du nombre équivalent de personnes permanentes pour la chute de glace

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 :

Parc « Eoliennes des Myosotis »		
Chute de glace		
(dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 1	Modérée
E2	< 1	Modérée
E3	< 1	Modérée
E4	< 1	Modérée
E5	< 1	Modérée
E6	< 1	Modérée
E7	< 1	Modérée
E8	< 1	Modérée
E9	< 1	Modérée
E10	< 1	Modérée
E11	< 1	Modérée
E12	< 1	Modérée

Tableau 18 : Gravité du risque chute de glace

Dans le périmètre délimité par la zone de survol de l'éolienne, le terrain est constitué de terres agricoles et peu fréquenté. Pour une éolienne d'une longueur de pale d'environ 57 et 65 m, le nombre de personnes exposées sera donc inférieur à 1.

La gravité sera donc « Modérée ».

2.2.5 - Probabilité

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

2.2.6 - Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de A, le risque de chute de glace pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'une gravité « Modérée » qui correspond pour cet événement à un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 1.



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

Parc « Eoliennes des Myosotis »		
Chute de glace		
(dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable
E4	Modérée	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable
E6	Modérée	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Modérée	Acceptable
E9	Modérée	Acceptable
E10	Modérée	Acceptable
E11	Modérée	Acceptable
E12	Modérée	Acceptable

Tableau 19 : Acceptabilité du risque chute de glace

Ainsi, pour le parc éolien « Eoliennes des Myosotis », 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.

2.3 - CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE

2.3.1 - Zone d'effet

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

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

2.3.2 - Intensité

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

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

- R est la longueur de pale ($R=75$ m)
- LB est la largeur de la base de la pale ($LB=4,2$ m)

Chute d'éléments de l'éolienne				
(dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)				
Numéro Eolienne	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
E1 à E12	$Z_i = R \times LB / 2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$D = Z_i / Z_E$	Exposition modérée
	168,75	17671	0,95 % ($x < 1\%$)	

Tableau 20 : Intensité du risque de chute d'éléments de l'éolienne

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

2.3.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments, dans la zone de survol de l'éolienne :



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

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène chute d'éléments :

Parc « Eoliennes des Myosotis »			
Chute d'éléments			
(dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personne permanente
E1	Zone agricole, chemin d'exploitation	1,7	0,02
E2	Zone agricole, chemin d'exploitation	1,7	0,02
E3	Zone agricole, chemin d'exploitation	1,7	0,02
E4	Zone agricole	1,7	0,01
E5	Zone agricole	1,7	0,01
E6	Zone agricole	1,7	0,01
E7	Zone agricole	1,7	0,01
E8	Zone agricole, chemin d'exploitation	1,7	0,02
E9	Zone agricole	1,7	0,01
E10	Zone agricole	1,7	0,01
E11	Zone agricole, chemin d'exploitation	1,7	0,02
E12	Zone agricole	1,7	0,01

Tableau 21 : Calcul du nombre équivalent de personnes permanentes pour la chute d'éléments

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

Parc « Eoliennes des Myosotis »		
Chute d'éléments de l'éolienne		
(dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 1	Modérée
E2	< 1	Modérée
E3	< 1	Modérée
E4	< 1	Modérée
E5	< 1	Modérée
E6	< 1	Modérée
E7	< 1	Modérée
E8	< 1	Modérée
E9	< 1	Modérée
E10	< 1	Modérée
E11	< 1	Modérée
E12	< 1	Modérée

Tableau 22 : Gravité du risque chute d'éléments

Il est à noter que pour le parc « Eoliennes des Myosotis », la zone de survol de l'éolienne est constituée de terres agricoles et peu fréquenté (1 personne par tranche de 100 ha d'après la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010).

Pour une éolienne d'une longueur de pale inférieure à 75 m, le nombre équivalent de personnes permanentes sera donc inférieur à 1.

Le niveau de gravité sera donc « Modéré ».

2.3.4 - Probabilité

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

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

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

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



2.3.5 - Acceptabilité

Avec une classe de probabilité « C », le risque de chute d'éléments pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 10 dans la zone d'effet.

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

Parc « Eoliennes des Myosotis »		
Chute d'éléments de l'éolienne		
(dans un rayon inférieur ou égal à $D/2$ = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable
E7	Modéré	Acceptable
E8	Modéré	Acceptable
E9	Modéré	Acceptable
E10	Modéré	Acceptable
E11	Modéré	Acceptable
E12	Modéré	Acceptable

Tableau 23 : Acceptabilité du risque chute d'éléments

Ainsi, pour le parc éolien « Eoliennes des Myosotis », le phénomène de chute d'éléments d'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

2.4 - PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

2.4.1 - Zone d'effet

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

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne. Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres. 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.

2.4.2 - Intensité

Pour le phénomène de projection de pales ou de fragments de pales, 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 « Eoliennes des Myosotis ». d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_e la zone d'effet, R la longueur de pale et LB la largeur de la base de la pale, avec :

- R est la longueur de pale ($R=75$ m)
- LB est la largeur de la base de la pale ($LB=4,2$ m)



Projection de pales ou de fragments de pales (zone de 500 m autour de chaque éolienne)				
Numéro Eolienne	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
E1 à E12	$Z_i = R \times L B / 2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$D = Z_i / Z_E$	
	168,75	785 398	0,02 % (< 1%)	Exposition modérée

Tableau 24 : Intensité du risque de projection de pale

2.4.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

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

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

Parc « Eoliennes des Myosotis »			
Projection de pale (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personne permanente
E1	Zone agricole, chemin d'exploitation, 925 m de RD 946	78,5	9,77
E2	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation, 921 m de RD 946	78,5	9,76
E3	Zone agricole, chemin d'exploitation, voie communale, 897 m de RD 946	78,5	9,50
E4	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation, 897 m de RD 946, 1 382 m de chemin GR	78,5	9,55
E5	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation, 910 m de RD 946, 1 415 m de chemin GR	78,5	9,71
E6	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation, 875 m de RD 946, 179 m de chemin GR	78,5	9,28
E7	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation	78,5	0,95
E8	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation	78,5	0,94
E9	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation	78,5	0,96
E10	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation, 1 437 m de chemin GR	78,5	1
E11	Zone agricole, chemin d'exploitation, voie communale, 1 698 m de chemin GR	78,5	1,01
E12	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation, 1 161 m de chemin GR	78,5	1,03

Tableau 25 : Calcul du nombre équivalent de personnes permanentes pour la projection de pale



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

Parc « Eoliennes des Myosotis »		
Projection de pales		
(dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 10	Sérieuse
E2	< 10	Sérieuse
E3	< 10	Sérieuse
E4	< 10	Sérieuse
E5	< 10	Sérieuse
E6	< 10	Sérieuse
E7	< 1	Modérée
E8	< 1	Modérée
E9	< 1	Modérée
E10	< 10	Sérieuse
E11	< 10	Sérieuse
E12	< 10	Sérieuse

Tableau 26 : Gravité du risque projection de pale

Il est à noter que pour le parc « Eoliennes des Myosotis », la zone d'effet est constituée majoritairement de terrains agricoles et de voies peu fréquentés (1 personne par tranche de 100 ha d'après la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010). A également été intégré la présence de la RD 946 (avec trafic à 2 391 véh/j) donc considéré comme voie structurante et la présence de deux chemins de randonnée GR pour lesquels on comptabilise 2 personnes exposées pour 1 km de linéaire par tranche de 100 promeneurs/jour.

Le nombre équivalent de personnes permanentes est donc inférieur à 10 (pour E1 à E6 et E10 et E12) et inférieur à 1 (pour E7 à E9).

Le niveau de gravité est donc « Modéré » pour les éoliennes E7 à E9 et « Sérieuse » pour les éoliennes E1 à E6 et E10 à E12.

2.4.4 - Probabilité

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

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

Tableau 27 : Eléments bibliographiques de la probabilité de projection de pale

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

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

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

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

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

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



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

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

2.4.5 - Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de « D », le risque de projection de tout ou partie de pale pour chaque types d'aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 1000 dans la zone d'effet.

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

Parc « Eoliennes des Myosotis »		
Projection de pales ou de fragments de pales		
(zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieuse	Acceptable
E2	Sérieuse	Acceptable
E3	Sérieuse	Acceptable
E4	Sérieuse	Acceptable
E5	Sérieuse	Acceptable
E6	Sérieuse	Acceptable
E7	Modéré	Acceptable
E8	Modéré	Acceptable
E9	Modéré	Acceptable
E10	Sérieuse	Acceptable
E11	Sérieuse	Acceptable
E12	Sérieuse	Acceptable

Tableau 28 : Acceptabilité du risque projection de pale

Ainsi, pour le parc éolien « Eoliennes des Myosotis », le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes (pour les 2 modèles d'aérogénérateur).

2.5 - PROJECTION DE GLACE

2.5.1 - Zone d'effet

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

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence [Annexe 6 réf 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 :

Distance d'effet = 1,5 x (hauteur de moyeu + diamètre de rotor)

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures [Annexe 6 réf 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.

2.5.2 - Intensité

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

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

- R est la longueur de pale ($R=75$ m)
- H est la hauteur au moyeu ($H=105$ m)



Projection de morceaux de glaces (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)				
Numéro Eolienne	Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
E1 à E12	$Z_i = SG$	$Z_E = \pi \times (1,5 \times (H+2R))$	$D = Z_i / Z_E$	
	1	459635	$3,21 \times 10^{-4} \%$ ($< 1\%$)	Exposition modérée

Tableau 29 : Intensité du risque de projection de glace

2.5.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 8.1.3., 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 [Annexe 6 réf 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 (les utilisateurs de la voie ferrée et des routes n'ont donc pas été comptabilisés).

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

Parc « Eoliennes des Myosotis »			
Projection de glace (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personne permanente
E1	Zone agricole, chemin d'exploitation, 664 m de RD 946	45,9	6,90
E2	Zone agricole, chemin d'exploitation, 659 m de RD 946	45,9	6,82
E3	Zone agricole, chemin d'exploitation, voie communale, 624 m de RD 946	45,9	6,53
E4	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation, 623 m de RD 946, 974 m de chemin GR	45,9	6,54
E5	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation, 609 m de RD 946, 932 m de chemin GR	45,9	6,39
E6	Zone agricole, chemin d'exploitation, 549 m de RD 946	45,9	5,79
E7	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation	45,9	0,53
E8	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation	45,9	0,57
E9	Zone agricole, voie communale, chemin d'exploitation	45,9	0,54
E10	Zone agricole, chemin d'exploitation, 656 m de chemin GR	45,94	0,56
E11	Zone agricole, chemin d'exploitation, voie communale, 1 073 m de chemin GR	45,9	0,59
E12	Zone agricole, chemin d'exploitation, 209 m de chemin GR	45,9	0,52

Tableau 30 : Calcul du nombre équivalent de personnes permanentes pour la projection de glace



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

Parc « Eoliennes des Myosotis »		
Projection de morceaux de glace		
(dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	< 10	Sérieuse
E2	< 10	Sérieuse
E3	< 10	Sérieuse
E4	< 10	Sérieuse
E5	< 10	Sérieuse
E6	< 10	Sérieuse
E7	< 1	Modérée
E8	< 1	Modérée
E9	< 1	Modérée
E10	< 1	Modérée
E11	< 1	Modérée
E12	< 1	Modérée

Tableau 31 : Gravité du risque projection de morceaux de glace

Il est à noter que pour le parc « Eoliennes des Myosotis », la zone d'effet est constituée de terrains agricoles et peu fréquentés (1 personne pour 100 ha d'après la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010). Il a également été considéré les routes départementales RD 946, les chemins de randonnée GR et les voies communales.

Le nombre équivalent de personnes permanentes sera donc inférieur à 10 (pour les éoliennes E1 à E6) et inférieur à 1 (pour les éoliennes E7 et E12).

Le niveau de gravité sera donc « Modérée » pour les éoliennes E7 à E12 et « Sérieuse » pour les éoliennes E1 à E16.

2.5.4 - Probabilité

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

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

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

2.5.5 - Acceptabilité

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

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

Parc « Eoliennes des Myosotis »			
Projection de morceaux de glace			
(dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1	Sérieuse	Oui	Acceptable
E2	Sérieuse	Oui	Acceptable
E3	Sérieuse	Oui	Acceptable
E4	Sérieuse	Oui	Acceptable
E5	Sérieuse	Oui	Acceptable
E6	Sérieuse	Oui	Acceptable
E7	Modérée	Oui	Acceptable
E8	Modérée	Oui	Acceptable
E9	Modérée	Oui	Acceptable
E10	Modérée	Oui	Acceptable
E11	Modérée	Oui	Acceptable
E12	Modérée	Oui	Acceptable

Tableau 32 : Niveau de risque de la projection de glace

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

3 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE

3.1 - TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS

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

Synthèse de l'étude détaillée des risques					
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 : 180 m	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieuse pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien « Eoliennes des Myosotis »
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol : 75 m	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien « Eoliennes des Myosotis »
Chute de glace	Zone de survol : 75 m	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien « Eoliennes des Myosotis »
Projection de pales	500m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieuse pour E1 à E6 et E10 à E12 Modérée pour E7 à E9
Projection de glace	1,5 x (H +2R) autour de l'éolienne : 382,5 m	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieuse pour E1 à E6 Modérée pour E7 à E12

Tableau 33 : Synthèse de l'étude détaillée des risques



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.

Gravité des conséquences	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreuse					
Catastrophique					
Importante					
Sérieuse		Effondrement de l'éolienne Projection de pales (E1 à E6, E10 à E12)		Projection de glace (E1 à E6)	
Modérée		Projection de pales (E7 à E9)	Chute d'éléments de l'éolienne	Projection de glace (E7 à E12)	Chute de glace

Légende de la matrice

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

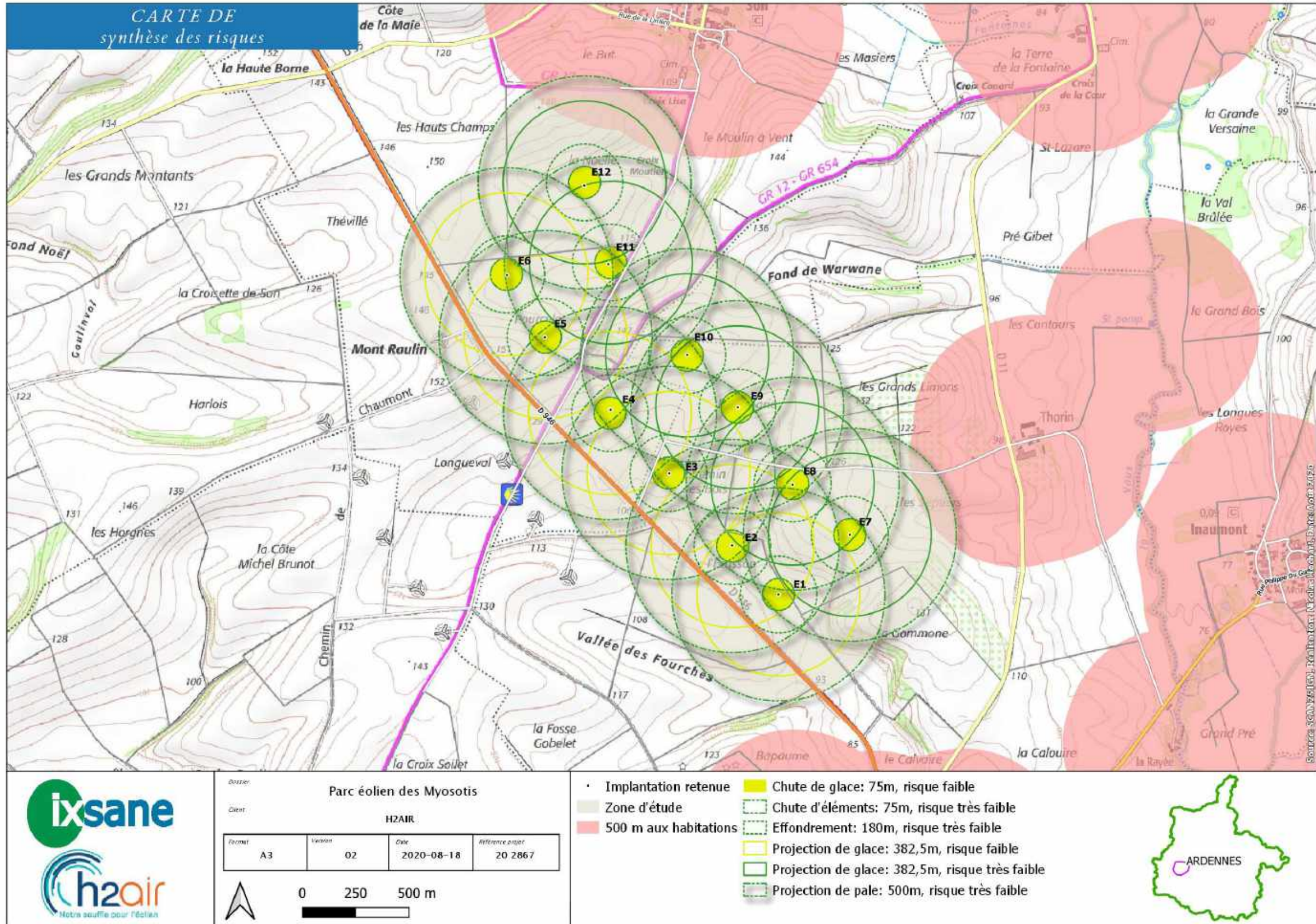
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- 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 le présent rapport sont mises en place
- pour l'ensemble des aérogénérateurs la matrice de criticité est identique.

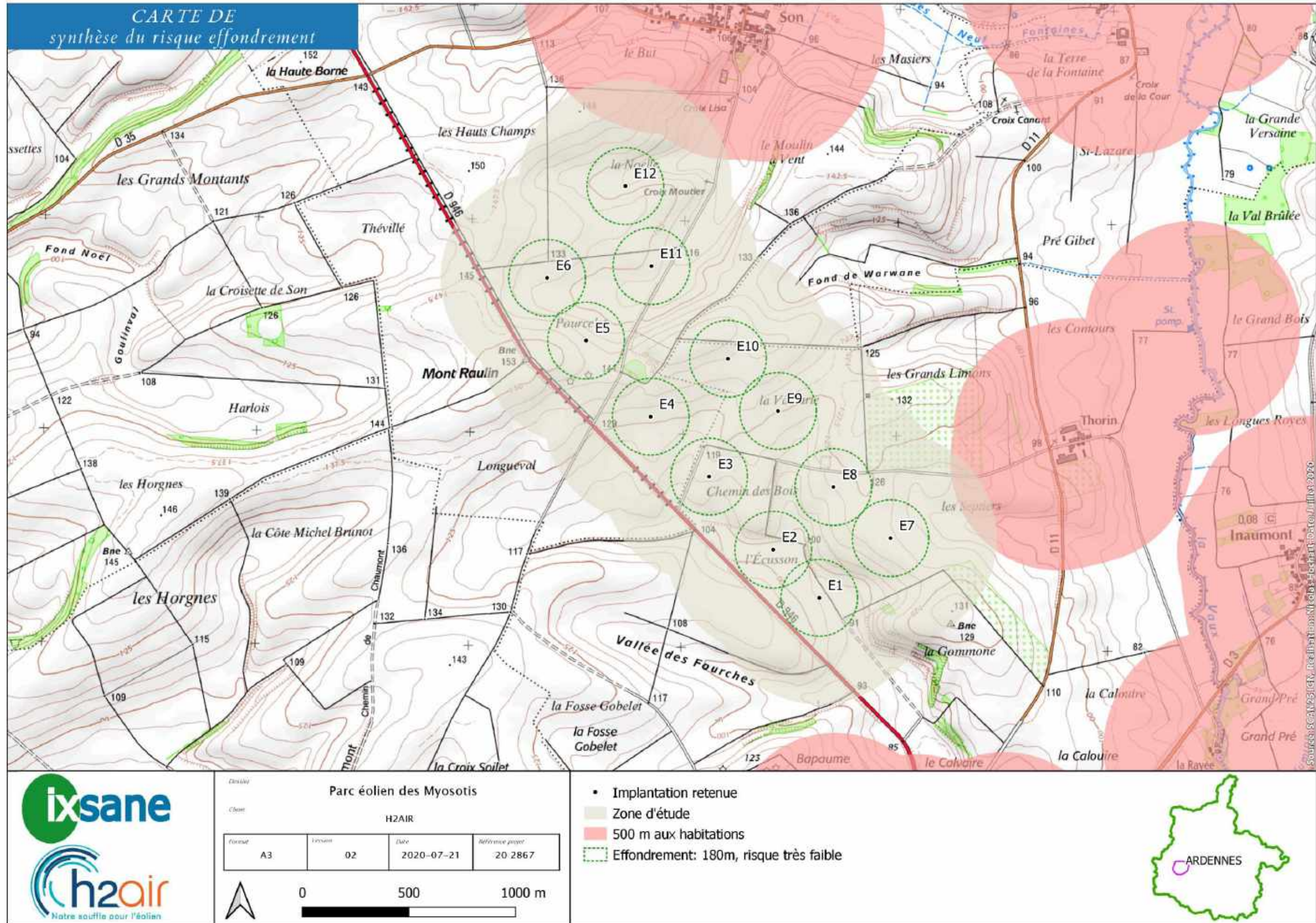
3.3 - CARTOGRAPHIE DES RISQUES

A l'issue de la démarche d'analyse des risques, une carte de synthèse des risques pour chaque aérogénérateur est proposée dans ce paragraphe :

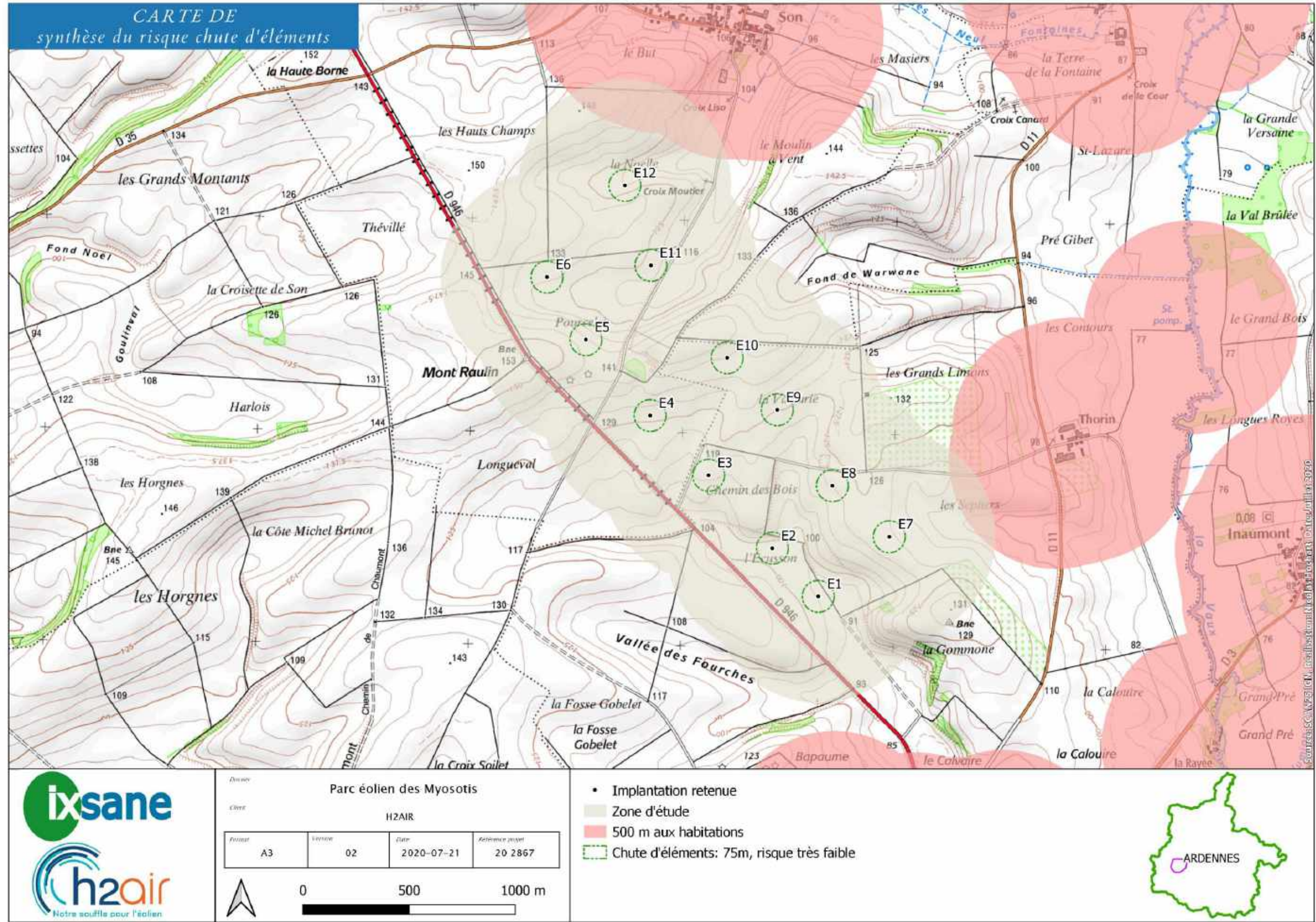
- Carte de synthèse des risques : Carte 41
- Effondrement d'une éolienne : Carte 42
- Chute d'éléments de l'éolienne : Carte 43
- Chute de glace : Carte 44
- Projection de pales : Carte 45
- Projection de glace : Carte 46



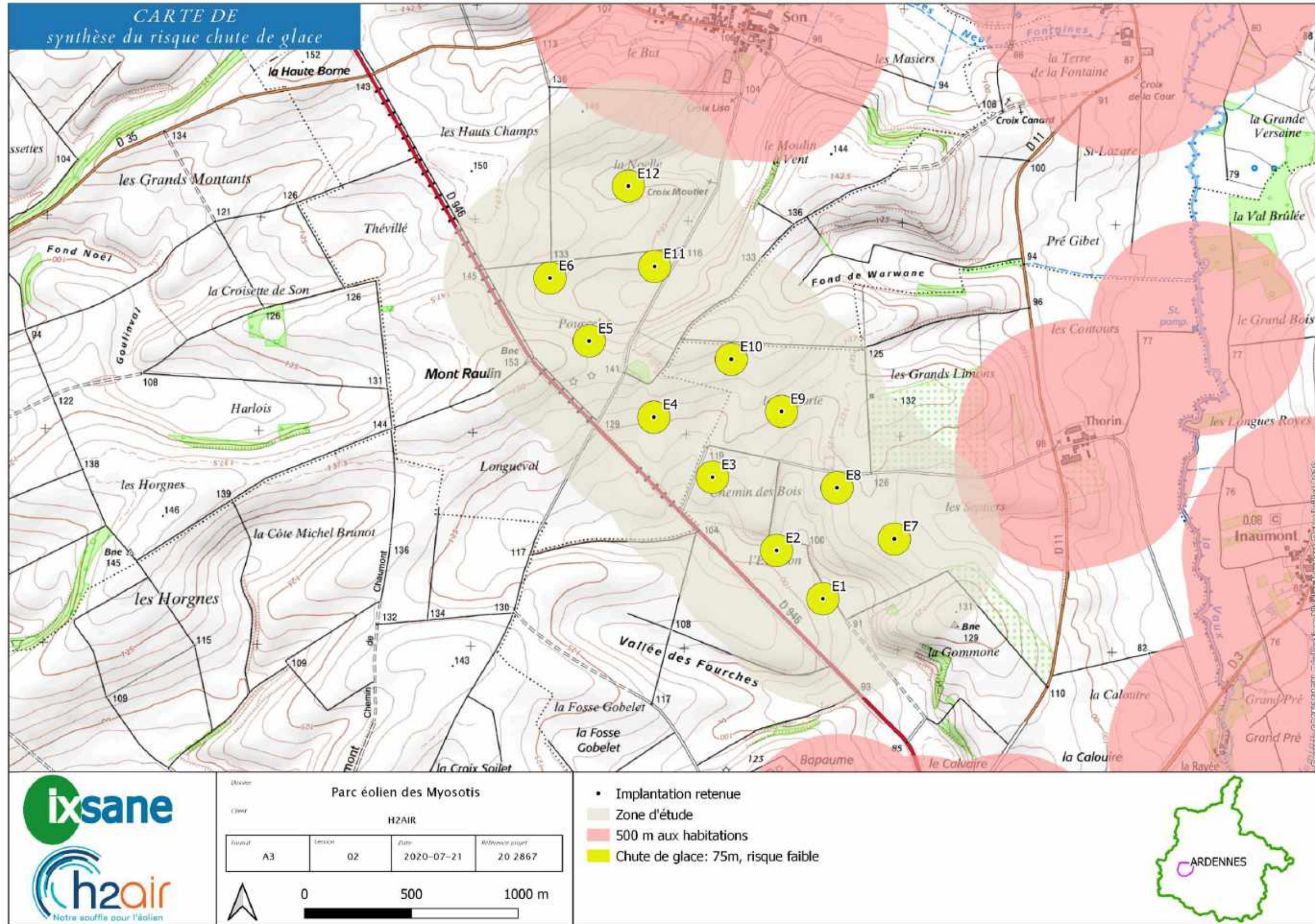
carte 42. Synthèse globale des risques



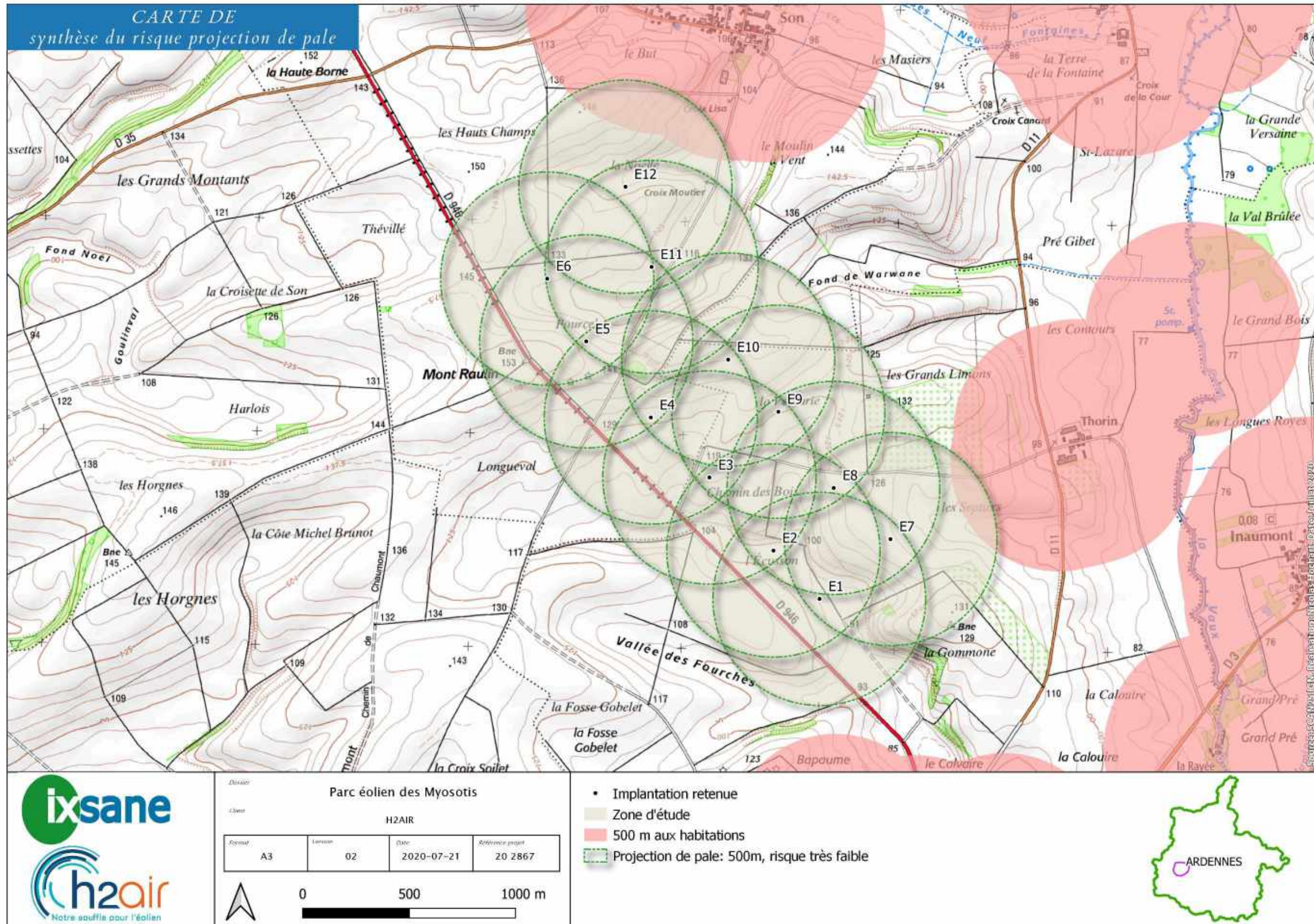
carte 43. Cartographie de synthèse du risque effondrement



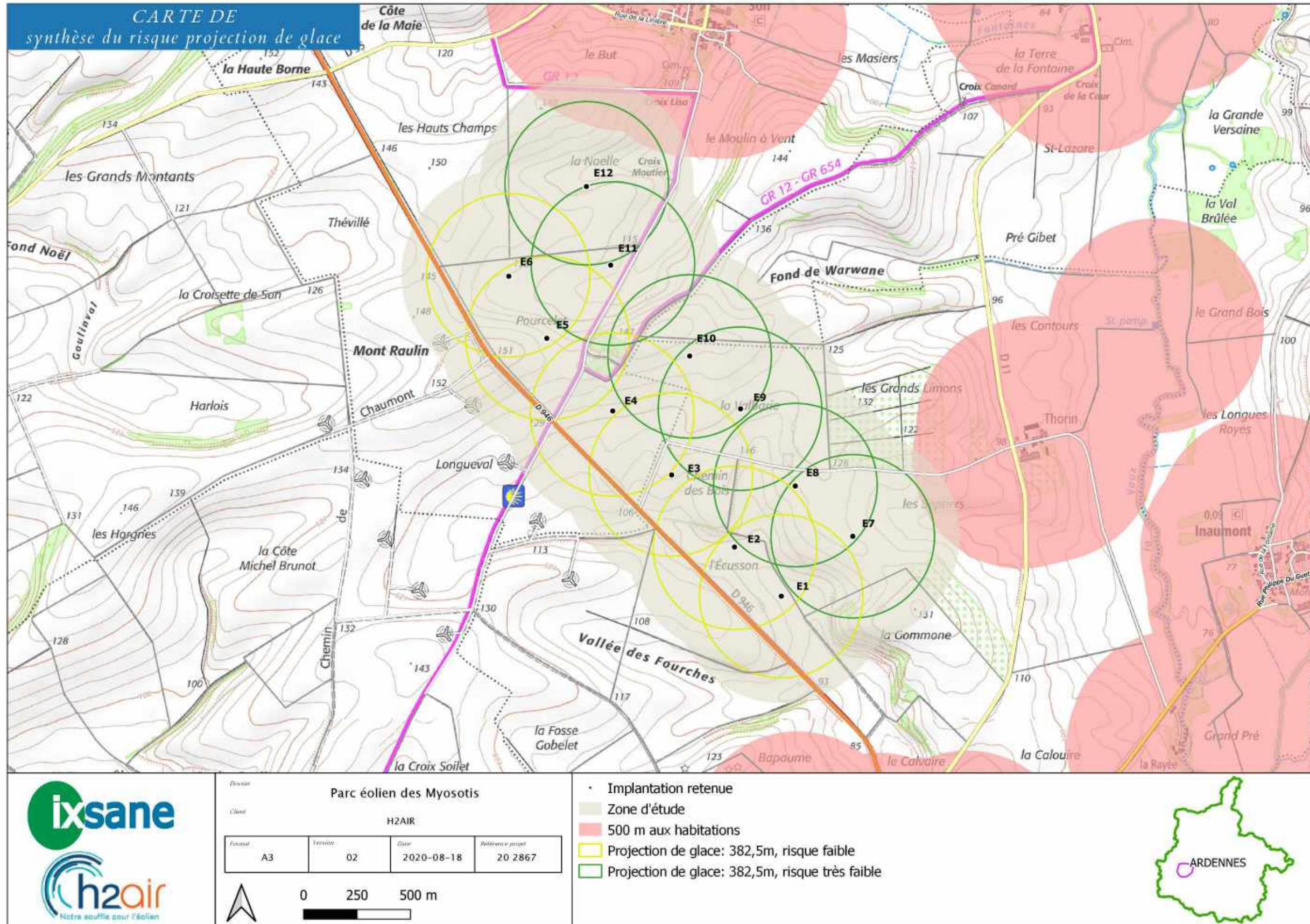
carte 44. Cartographie de synthèse du risque de chute d'élément



carte 45. Cartographie de synthèse du risque de chute de glace



carte 46. Cartographie de synthèse du risque de projection de pale



carte 47. Cartographie de synthèse du risque de projection de glace

CONCLUSIONS





Suite à la réalisation de la matrice de criticité sur le parc éolien « Eoliennes des Myosotis », il apparaît que seuls les risques liés à la chute de glace et à la projection de glace (pour un tiers des éoliennes) présentent un risque plus significatif. Toutefois, suite à la réalisation de l'étude détaillée des risques, il est apparu que le niveau de risque est acceptable.

Il apparaît que pour l'ensemble des cinq scénarios étudiés dans l'étude détaillée des risques :

- Effondrement de l'éolienne
- Projection de pale
- La chute d'éléments de l'éolienne
- La projection de glace
- La chute de glace

Les niveaux de risques sont restés acceptables pour l'ensemble des personnes exposées compte-tenu de la présence de deux chemins de randonnée GR, de la RD 946 et les voies communales, ...

Ils constituent un risque acceptable pour les personnes exposées.

Le tableau ci-dessous représente la probabilité et la gravité de ces accidents en termes de risque :

Risques majeurs les plus significatifs		
Scénario	Probabilité	Gravité
Effondrement	D	Sérieuse pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien « Eoliennes des Myosotis »
Chute d'éléments de l'éolienne	C	Modérée pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien « Eoliennes des Myosotis »
Chute de glace	A	Modérée pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien « Eoliennes des Myosotis »
Projection de pales	D	Sérieuse pour E1 à E6 et E10 à E12 Modérée pour E7 à E9
Projection de glace	B	Sérieuse pour E1 à E6 Modérée pour E7 à E12

Plusieurs mesures de maîtrise des risques sont mises en place pour prévenir ou limiter les conséquences de ces accidents majeurs (cf 7.6). Ces mesures de sécurité sont conformes 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.



Le tableau suivant a pour objectif de synthétiser les principales mesures de sécurité permettant de prévenir les conséquences des accidents les plus significatifs sur le parc éolien « Eoliennes des Myosotis » :

Fonction de sécurité	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 les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction –exploitation)	Prévenir la survitesse	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)	Détection de survitesse et système de freinage	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne par le système de conduite
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.	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).	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande.	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.
Efficacité	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Les mesures d'amélioration permettant la réduction des risques ainsi que les études complémentaires présentes dans l'étude d'impact répondent de façon efficace aux principaux scénarios d'accident majeur.

Pour le parc éolien « Eoliennes des Myosotis », les accidents majeurs identifiés en termes de risque constituent un risque acceptable pour les personnes exposées.

ANNEXES

ANNEXES	119
ANNEXE 1 – MÉTHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DÉTERMINATION DE LA GRAVITÉ POTENTIELLE D'UN ACCIDENT À PROXIMITÉ D'UNE ÉOLIENNE.....	120
ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE	121
ANNEXE 3 – SCÉNARIOS GÉNÉRIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES.....	123
ANNEXE 4 – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL	126
ANNEXE 5 – GLOSSAIRE.....	127
ANNEXE 6 – BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES UTILISÉES	129
ANNEXE 7 – CERTIFICAT DE CONFORMITE DE LA N131	130
ANNEXE 8 - ORGANISATION DU RESEAU ELECTRIQUE INTERNE.....	131



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 3.4), 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 8).

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.

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 6. 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	Sources 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	Warmhout	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 - Sigeen	Aude	0,65	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour cartésier la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroilé 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	Nexas - 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 tépale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel - Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cessure 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 ARMA 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 8 des 4 micro-pieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	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 (débriolage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-



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	08/07/2004	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, mac intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (déliébrage)	Rapport du GEM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 08/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 13 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Comillec	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 (suritesse de plus de 90 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
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 (déliébrage), pas de REK suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetallade	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 pied de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqué de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondus	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137km/h)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Nly	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	Citourps	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	Picouven	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 serrage des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-
Emballéement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,1	2002	Non	Emballéement 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 Beechcraft (liaison Quessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une plaque de protection au bout d'aile. Nive 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, La Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)

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	19/07/2008	Etze-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	16/01/2009	Clactec	Arne	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	2006	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les études de dangers (la pale est restée accrochée)
Incendie	11/10/2009	Froidfond - Eschassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Cour-circuit dans transformateur sac embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Froysenet	Arèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Cour-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	10/04/2010	Touffiers	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 belourd. 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	Emballéement 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 SCA-FFE	-
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 SCA-FFE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

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
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. Fragment retrouvé 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	06/01/2012	Widewehem	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 7.4. 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.

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

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

Concernant la perte du réseau électrique, celle-ci peut être la conséquence d'un défaut sur le réseau d'alimentation du parc éolien au niveau du poste source. En fonction de leurs caractéristiques



techniques, le comportement des éoliennes face à une perte d'utilité peut être différent (fonction du constructeur). Cependant, deux systèmes sont couramment rencontrés :

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

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

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

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

Les solutions aux pertes d'utilités étant diverses, les porteurs de projets pourront apporter dans leur étude de 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, emballlement de l'éolienne

Scénarios P03

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

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

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

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



ANNEXE 4 – PROBABILITE D’ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

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

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

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

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

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)

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

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

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

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

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

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

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

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

ANNEXE 5 – GLOSSAIRE

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

Accident : Événement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

Cinétique : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables (cf. art. 5 à 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005). Dans le tableau APR proposé, la cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les enjeux ont le temps d'être mis à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

Danger : Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz...), à une disposition (élévation d'une charge...), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible [pneumatique ou potentielle] qui caractérisent le danger).

Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de maîtrise des risques. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Potentiel de danger (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de



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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

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

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

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

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

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

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

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

Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques) : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en oeuvre 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

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

EDD : Etude de dangers

APR : Analyse Préliminaire des Risques

ERP : Etablissement Recevant du Public

ANNEXE 6 – BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES UTILISÉES

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



ANNEXE 7 – CERTIFICAT DE CONFORMITE DE LA N149

CERTIFICAT


CERTIFICADO

СЕРТИФИКАТ

認證證書

CERTIFICATE

ZERTIFIKAT



Type Certificate

Subject: Wind Turbine Nordex N149/4.0-4.5 50/60 Hz
 Rotor Blade Type NR74.5-1,
 (optionally with Anti-Icing System
 and Trailing Edge Serrations)
 105 m, 108 m, 120 m, 125 m,
 135 m, 145 m, 155 m, 164 m Hub Height
 IEC WT Class S
 (with extended temperature range
 and altitude of installation)

Registration No.: 014.23.2.01.19.01

Applicant: Nordex Energy GmbH
 Langenhorner Chaussee 600
 22419 Hamburg
 Germany


Confirmation: It is hereby certified that the above-mentioned subject has
 been assessed by TÜV SÜD Industrie Service GmbH
 concerning design, prototype testing and manufacturing.


Assessment procedure: The conformity evaluation was carried out according to
 IEC 61400-22:2010 'Wind turbines – Part 22:
 Conformity testing and certification' in combination with
 IEC 61400-1:2005 including amendment 1:2010
 'Wind turbines – Part 1: Design requirements'
 and GL Technical Note 067 Rev. 5:2013

The evaluation is based on the following reference documents:

Registration no.	Date issued	Statements of compliance / reports
014.23.2.03.19.07	2019-12-13	DECS N149/4.0-4.5 by TÜV SÜD
014.23.2.04.19.00	2019-08-20	TTCS N149/4.0-4.5 by TÜV SÜD
014.23.2.05.19.02	2019-12-13	MECS N149 and N133 by TÜV SÜD
2740209-100-e Rev. 1	2019-12-13	FER N149/4.0-4.5 by TÜV SÜD


This certificate is valid until: **2024-08-19**
 if the validity of incorporated component certificates and the
 certification of the quality management system is maintained.





Certification Body for products according to
 DIN EN ISO/IEC 17065:2013 accredited by
 DAkkS. The accreditation is only valid for the
 scope mentioned in the accreditation certificate.

Munich, 2019-12-13

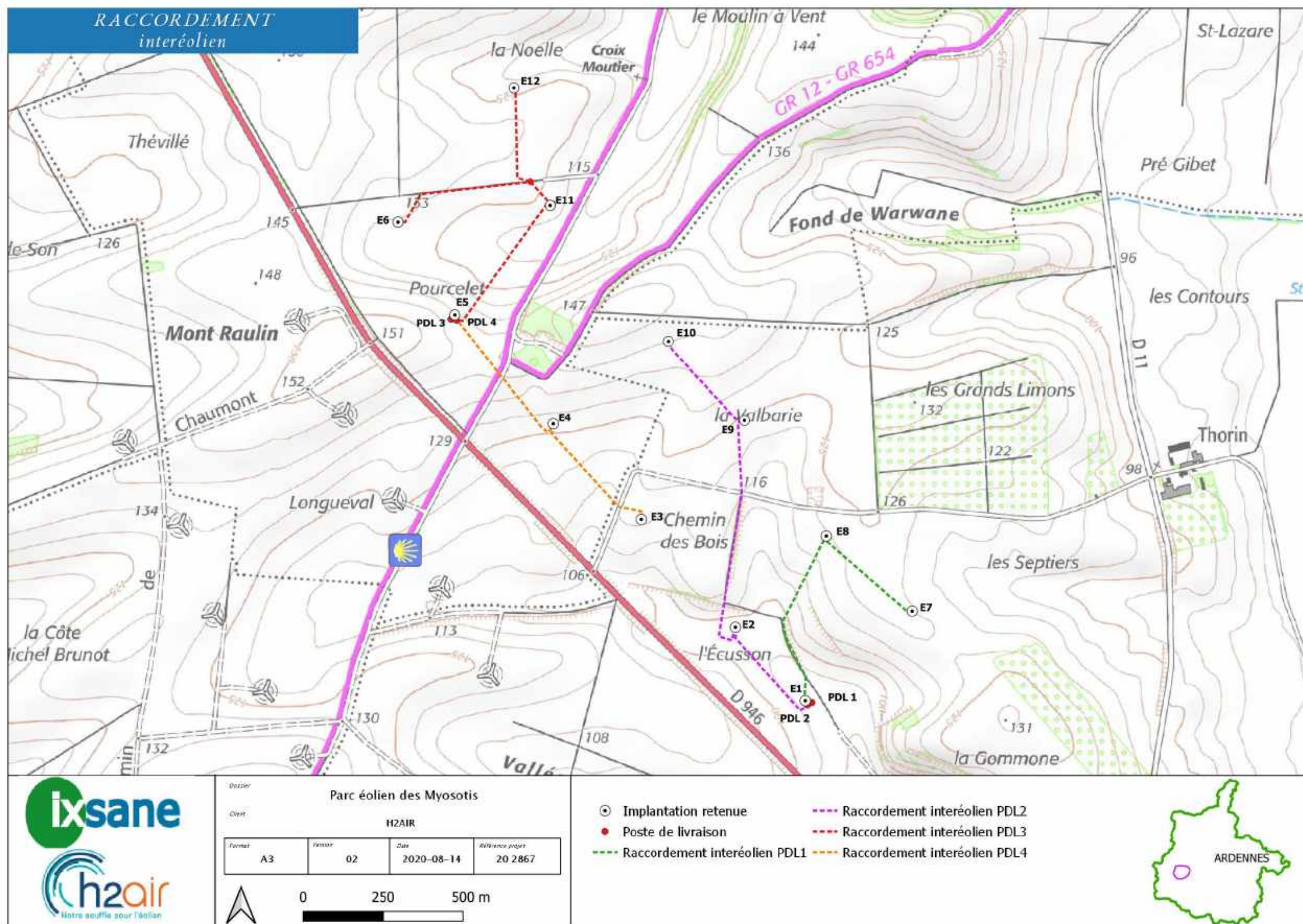


B. Bartels, M.A.

Certification Body Wind Turbines
 TÜV SÜD Industrie Service GmbH

TÜV SÜD Industrie Service GmbH • Zertifizierungsstelle • Westendstraße 199 • 80698 München • Germany TUV®

ANNEXE 8 - ORGANISATION DU RESEAU ELECTRIQUE INTERNE



carte 48. Raccordement interéolien