

Parc éolien le Grand Arbre à Solesmes (59)

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION UNIQUE

Pièce 5-2 : RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

Partie contenant :

- AU- 9-1 : Résumé non technique de l'Etude de dangers



Juillet 2016

Fiche contrôle qualité

Destinaire du rapport	Escofi
Site	Parc éolien de Solesmes (59)
Interlocuteur	Regis Hubau
Adresse	12 rue de la Fontaine - 59121 - PROUVY
E-mail	regis.hubau@escofi.fr
Téléphone / télécopie	03-27-21-99-22 / 03-27-21-99-21
Intitulé du rapport	Résumé non technique de l'étude de dangers
Notre référence / date	R/ 6108654-V01 du 20/07/2016
Rédacteur	Alexandre QUENNESON
Superviseur	Julien CHADEFaux

Coordonnées

Tauw France
Agence de Douai
Z.I. Douai Dorignies
Bât. Eurêka
100, rue Branly
59500 DOUAI

Tél. : 03-27-08-81-81
Fax : 03-27-08-81-82

Email : info@tauw.fr

Tauw France est membre de **Tauw Group bv** – www.tauw.nl

Gestion des révisions

Version	Date	Statut	Nombre de:			
			pages	exemplaires client	annexes	tomes
V01	20/07/2016	Création du document	40	1	0	1

Référencement du modèle de rapport : DS 88 21-11-11

La présente étude a été réalisée dans le cadre du dépôt d'un dossier de demande d'autorisation unique d'un projet de parc éolien (8 éoliennes d'une puissance unitaire de 2,85 MW et 2 postes de livraison électrique) sur la commune de Solesmes, dans le département du Nord (59).

Le dossier de demande d'autorisation unique comporte 8 pièces :

Pièces	Sous-partie	Descriptif du contenu	Références du CERFA
Pièce 1 : CERFA	/	CERFA complété et signé	/
Pièce 2 : Sommaire inversé	/	/	/
Pièce 3 : Description de la demande ou Présentation générale	/	Informations sur le demandeur et sur le projet prévues à l'article R512-3 du code de l'Environnement : - Description complémentaire du projet et du demandeur : <ul style="list-style-type: none"> • Données administratives du demandeur, • Garanties financières • Description du projet, • Emplacement de l'installation, • Nature et volume des activités, - Capacités techniques et financières du demandeur, - Dispositions de remise en état et démantèlement.	AU-01 AU-02 PJ-10
Pièce 4 : Etude d'impact Et Résumé non technique de l'étude d'impact	4-1 4-2	Etude d'impact prévue à l'article L. 122-1 du code de l'environnement dont le contenu de l'étude d'impact est défini à l'article R. 122-5 et complété par l'article R. 512-8 du code de l'Environnement dont : - Etude d'incidence Natura 2000 conformément aux articles L.414-4 et R.414-19 et suivants du code de l'Environnement - Résumé non technique de l'étude d'impact	AU-6 et suivants AU-08 et suivants AU-07
Pièce 5 : Etude de dangers et Résumé non technique de l'étude de danger	5-1 5-2	Etude de dangers prévue à l'article L. 512-1 et définie à l'article R. 512-9 du code de l'environnement Résumé non technique de l'étude de danger Conformité des liaisons électriques du projet d'ouvrage privé au titre de l'article L.323-11 du code de l'Energie	AU-09 et suivants PJ-03
Pièce 6 : Documents demandés au titre du code de l'Urbanisme	6	Projet architectural Cartes et plans du projet architectural	AU-10 et suivants
Pièce 7 : Documents demandés au titre du code de l'Environnement	7-1 7-2 7-3 7-4	Cartes et plans Expertises techniques annexées au dossier : - Etude écologique - Etude paysagère - Etude acoustique	AU-03 AU-04 AU-05
Pièce 8 : Accords et avis consultatifs	8-1 8-2	Avis DGAC – Météo-France – Défense Avis des maires et des propriétaires pour la remise en état	PJ-05 PJ-06

Table des matières

Fiche contrôle qualité	2
Introduction	5
1.1 Contexte de l'étude	5
1.2 Localisation du site	5
1.3 Destinataire de l'étude - exploitant du parc éolien de Solesmes	7
1.4 Contenu de l'étude de dangers	7
1.5 Définition de la zone sur laquelle porte l'étude de dangers	8
2 Description de l'environnement de l'installation	10
2.1 Cartographies de synthèse	11
2.2 Identification des cibles	14
3 Description de l'installation	16
3.1 Description générale d'un parc éolien	16
3.2 Description du parc éolien de Solesmes	18
3.2.1 Sécurité de l'installation	19
3.2.2 Opérations de maintenance de l'installation	21
3.2.3 Stockage et flux de produits dangereux	21
4 Raccordement au réseau électrique	22
4.1 Code de l'énergie	22
4.2 Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REnR)	22
4.3 Poste de livraison	22
4.4 Réseau inter-éolien	22
4.5 Réseau électrique externe	23
5 Analyse des risques	24
5.1 Analyse préliminaire des risques	24
5.1.1 Identification des potentiels de dangers	24
5.1.2 Recensement des agressions externes potentielles	24
5.1.3 Réduction des potentiels de dangers	25
5.1.4 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	26
5.2 Analyse détaillée des risques	27
5.2.1 Caractérisation des risques	27
5.2.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques	29
5.2.3 Cartographie des risques	30
6 Conclusion	39
7 Limites de validité de l'étude	40

Introduction

1.1 Contexte de l'étude

L'énergie éolienne connaît depuis quelques années un développement plus important en France. Cette énergie dite renouvelable présente de multiples atouts vis-à-vis de l'environnement. Néanmoins, elle peut également apporter certaines modifications ou nuisances qu'il faut veiller à supprimer ou réduire. Il est donc important de développer des parcs éoliens de qualité, intégrés dans leur environnement naturel et humain.

Le présent résumé non technique est réalisé dans le cadre du dossier de demande d'autorisation unique relatif à l'implantation d'un parc éolien dans le département du Nord (59). Suite à l'évolution importante de la législation relative à l'installation des parcs éoliens, le maître d'ouvrage, Escofi, est tenu de réaliser un Dossier de Demande d'Autorisation Unique (DDAU) pour le parc éolien le Grand Arbre à Solesmes compte tenu de la hauteur du modèle retenu pour les huit éoliennes.

L'étude de dangers a pour objet de caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques que peut présenter le parc éolien de Solesmes (59) pour les personnes uniquement, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées au fonctionnement ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Ainsi, l'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant.

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

1.2 Localisation du site

Le projet d'implantation de 8 éoliennes s'inscrit sur le territoire de la commune de Solesmes, dans le département du Nord en région Nord-Pas de Calais Picardie.

Le lieu d'implantation de chaque éolienne est actuellement occupé par des terrains agricoles.

La localisation du site retenu est présentée sur la Figure 0.1.

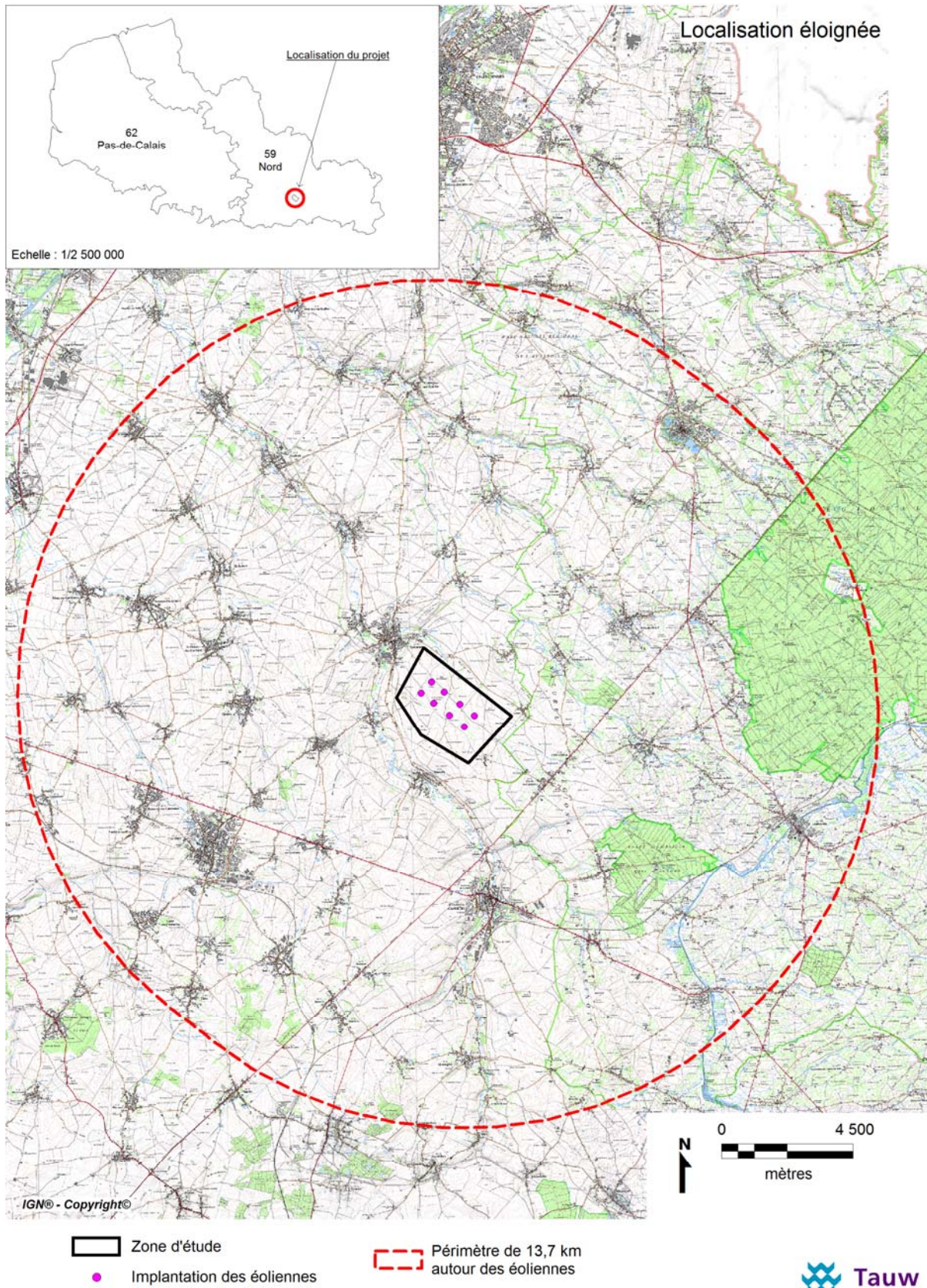


Figure 0.1 : Localisation géographique du site d'implantation (IGN au 1/25 000)

1.3 Destinataire de l'étude - exploitant du parc éolien de Solesmes

Escofi a développé le parc éolien de Solesmes pour le compte du parc éolien le Grand Arbre. Le parc éolien le Grand Grbre, créé exclusivement pour l'exploitation de la centrale éolienne de Solesmes, est lié à Escofi par un contrat de développement de parcs éoliens.

Dans ce document, par souci de clarté, la société d'exploitation sera nommée "Escofi - Parc éolien le Grand Arbre".

1.4 Contenu de l'étude de dangers

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

Le contenu de l'étude de dangers réalisée est conforme :

- aux différents textes réglementaires applicables (code de l'environnement, 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 », 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 »),
- au guide de rédaction des études de dangers de parcs éoliens réalisé par l'Ineris et validé par la direction générale de la prévention des risques (organisme de l'état rattaché au Ministère de l'Ecologie, du développement durable, des transports et du logement et dont la mission est d'élaborer et de mettre en œuvre les politiques en matière de connaissance, d'évaluation, de prévention et de réduction des pollutions, des diverses nuisances sur l'environnement, et des risques), version finale de Mai 2012.

1.5 Définition de la zone sur laquelle porte l'étude de dangers

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 5.2.1.

Etant donné la relative proximité spatiale des différentes éoliennes constituant le parc éolien le Grad Arbre (59), l'environnement sera étudié dans une aire d'étude globale reprenant les 8 aires d'études constituées autour de chaque éolienne.

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

La superficie cumulée du parc éolien atteint 1, 246 km².

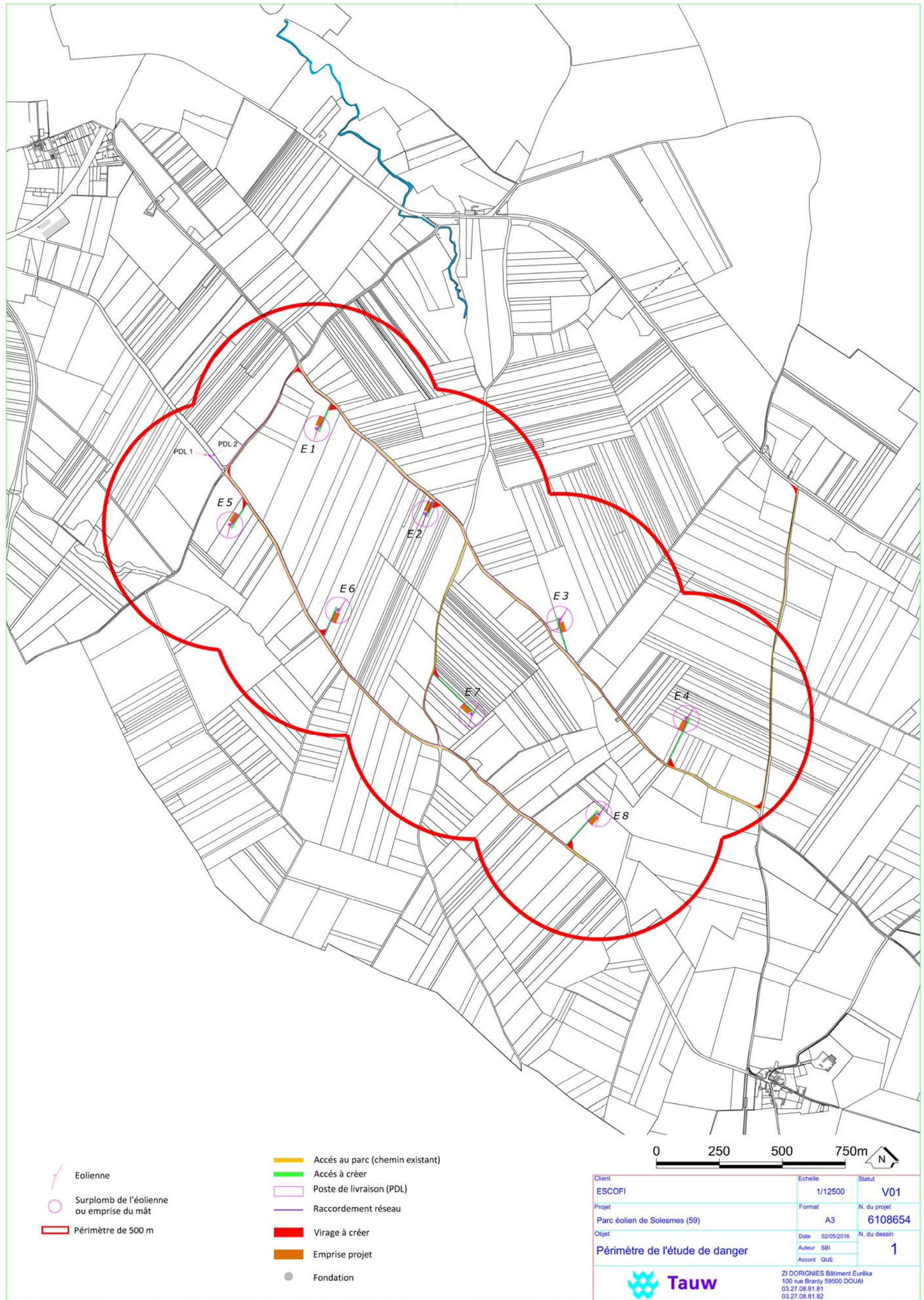


Figure 0.2 : Périmètre de l'étude de dangers

2 Description de l'environnement de l'installation

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

L'environnement présent au voisinage de l'installation peut à la fois représenter un intérêt à protéger (enjeux) et un facteur de risque vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels).

L'environnement présent autour du parc éolien de Solesmes est le suivant :

- Environnement humain :
 - Les habitations et les zones constructibles au sens des documents d'urbanisme¹ les plus proches des limites de site du parc éolien se situent à plus de 900 mètres. Les habitations les plus proches se situent sur la commune de Solesmes (entrée de village le long de la D955) et le long de la D43 (lieux-dits « La maison rouge » et « Marou »). Sur le plateau agricole, le hameau d'Amerval se situe à 1240 m de l'éolienne la plus proche (E8).
 - Etablissements Recevant du Public (ERP) : ce sont tous les bâtiments, locaux ou enceintes dans lesquels des personnes sont admises ou dans lesquels sont tenues des réunions. L'établissement recevant du public la plus proche du parc éolien en projet est la maison de retraite « résidence-Abbaye » qui se trouve à 1,4 km de l'éolienne E5.
 - Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) : les activités soumises à autorisation (ou installations nucléaires de base) recensées sont au nombre de neuf sur les communes de Solesmes et Briastre. Le site ICPE le plus proche est l'entreprise Affival (classé site SEVESO seuil bas) qui est située à plus d'1,3 km de la première éolienne (E5). Le projet le plus proche est le parc éolien de la « Chaussé Brunéhaut ». Il se situe à environ 5 km du parc éolien de Solesmes.
- Environnement naturel :
 - Contexte climatique : la zone d'étude est caractérisée par :
 - un climat tempéré océanique plus ou moins altéré, avec un hiver et un été doux.
 - sur le site du projet, une hauteur de précipitations annuelles est d'environ 682,37 mm, soit 56,9 mm par mois en moyenne (période 1971 – 2000). On compte en moyenne environ 122,8 jours de pluie par an soit environ 10 jours par mois.
 - une température moyenne annuelle est relativement peu élevée et voisine les 10°C sur l'ensemble du département.

¹ en vigueur à la date du dépôt

- Risques naturels : risques susceptibles de constituer des agresseurs potentiels pour les éoliennes :
 - Sismicité modérée,
 - Concernant le Risque de mouvements de terrain, la commune fait l'objet d'un arrêté de mouvement de terrain en 1999 et 2001. La zone est cependant peu sensible à ce risque du fait des terrains choisis,
 - Risque de présence de cavités souterraines non applicable au site du projet,
 - Risque de retrait-gonflement des argiles faible sur la majorité du site d'étude, et à priori nul sur le reste du site,
 - Risque foudre faible,
 - Aléa faible à très faible pour le risque d'inondation par remontée de nappe.
- Zones naturelles remarquables : les premières zones naturelles recensées se trouvent à 250 m du parc éolien (« Complexe écologique de la forêt de Mormal et des zones bocagères associées).
- Environnement matériel :
 - Voies de communication : Les principales voies de communication présentes sont les routes et chemins présents à proximité du projet de parc éolien (D955, D43, D98, D286),
 - On constate la présence d'une canalisation souterraine de transport de gaz sur la zone d'étude. Seule l'éolienne E1 est concernée par cette canalisation. Escofi s'engage à respecter l'ensemble des conditions de conception, construction et d'exploitation afin de recevoir un avis favorable de la part de GRT gaz sur la conception du parc éolien.

2.1 Cartographies de synthèse

Ces cartographies sont présentées dans la Figure 2.1 et la Figure 2.2.

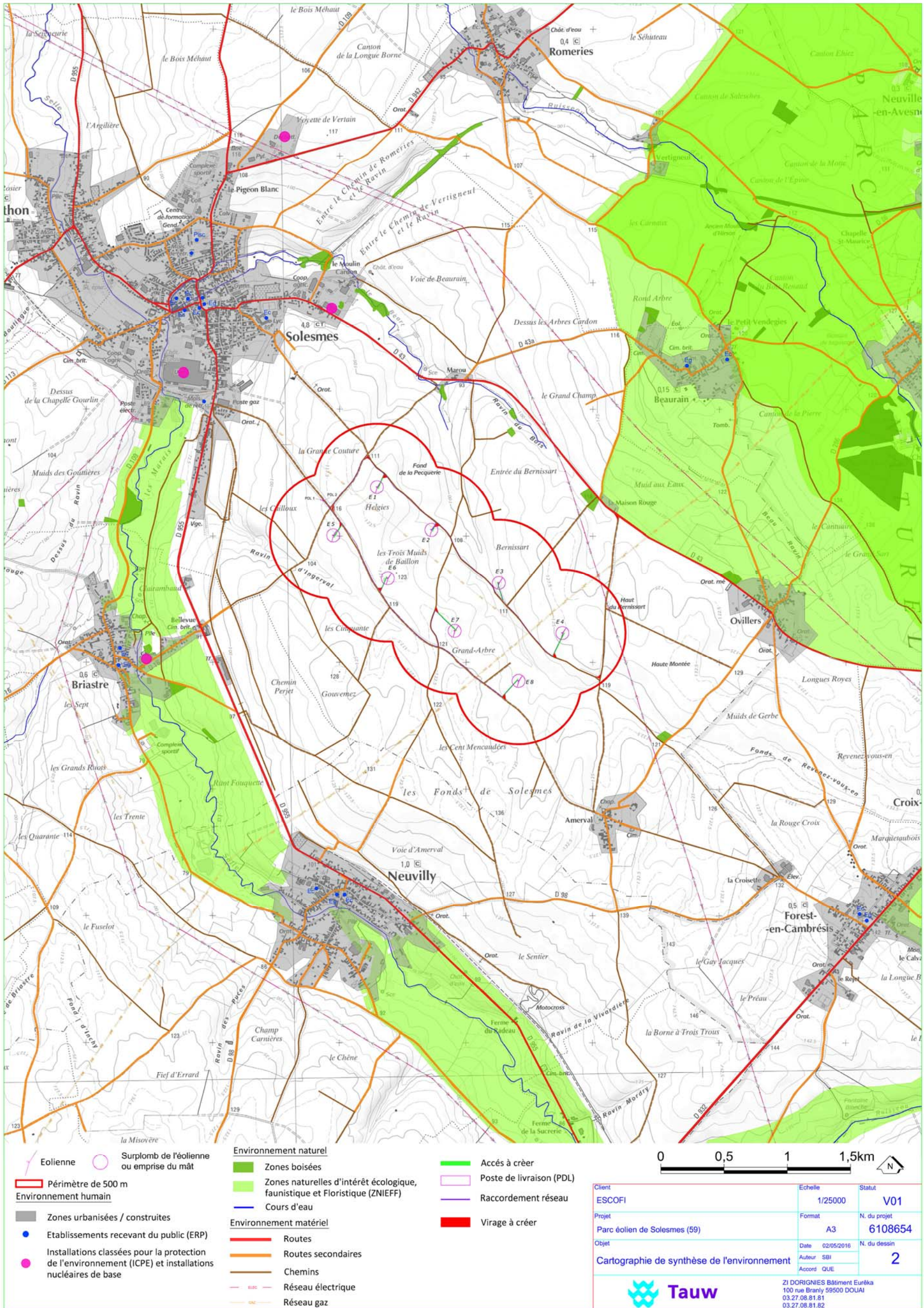


Figure 2.1 : Synthèse des risques naturels

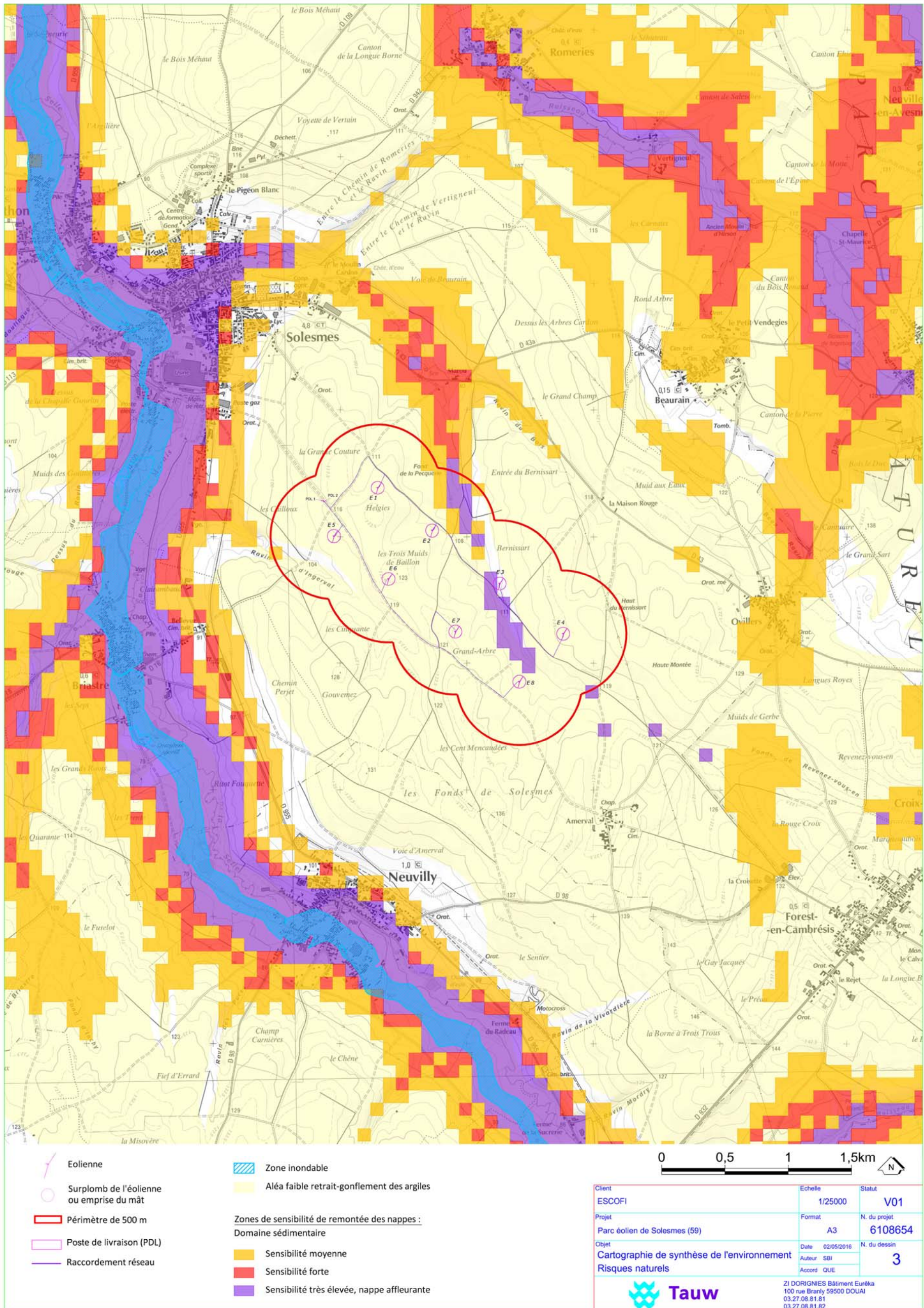


Figure 2.2 : Synthèse des risques liés à l'environnement humain et matériel

2.2 Identification des cibles

Ainsi, les principales cibles potentielles pouvant être impactées par un accident sur le parc éolien sont les suivantes :

Tableau 1 - Identification des cibles

CIBLE	NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES		DISTANCE MINIMALE PAR RAPPORT AU PARC EOLIEN
	PAR TAILLE EXPOSEE	AU MAXIMUM*	
Terrains non aménagés et très peu fréquentés : zones agricoles et boisements	1 personne/ 100 ha	0,7 personne (pour chaque éolienne)	A proximité immédiate
Terrains aménagés mais peu fréquentés : routes non structurantes et chemins agricoles	1 personne/ 10 ha	0,28 personne (éolienne E1)	Chemins agricoles situés à quelques dizaines de mètres de chaque machine

* le maximum de personnes exposées correspond au nombre de personnes présentes dans la zone d'étude des 500 m centrée sur chaque éolienne.

Le nombre de personnes exposées est calculé selon la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

La carte suivante reprend le nombre de personnes potentiellement exposées en cas d'accident au sein du parc éolien de Solesmes (59).

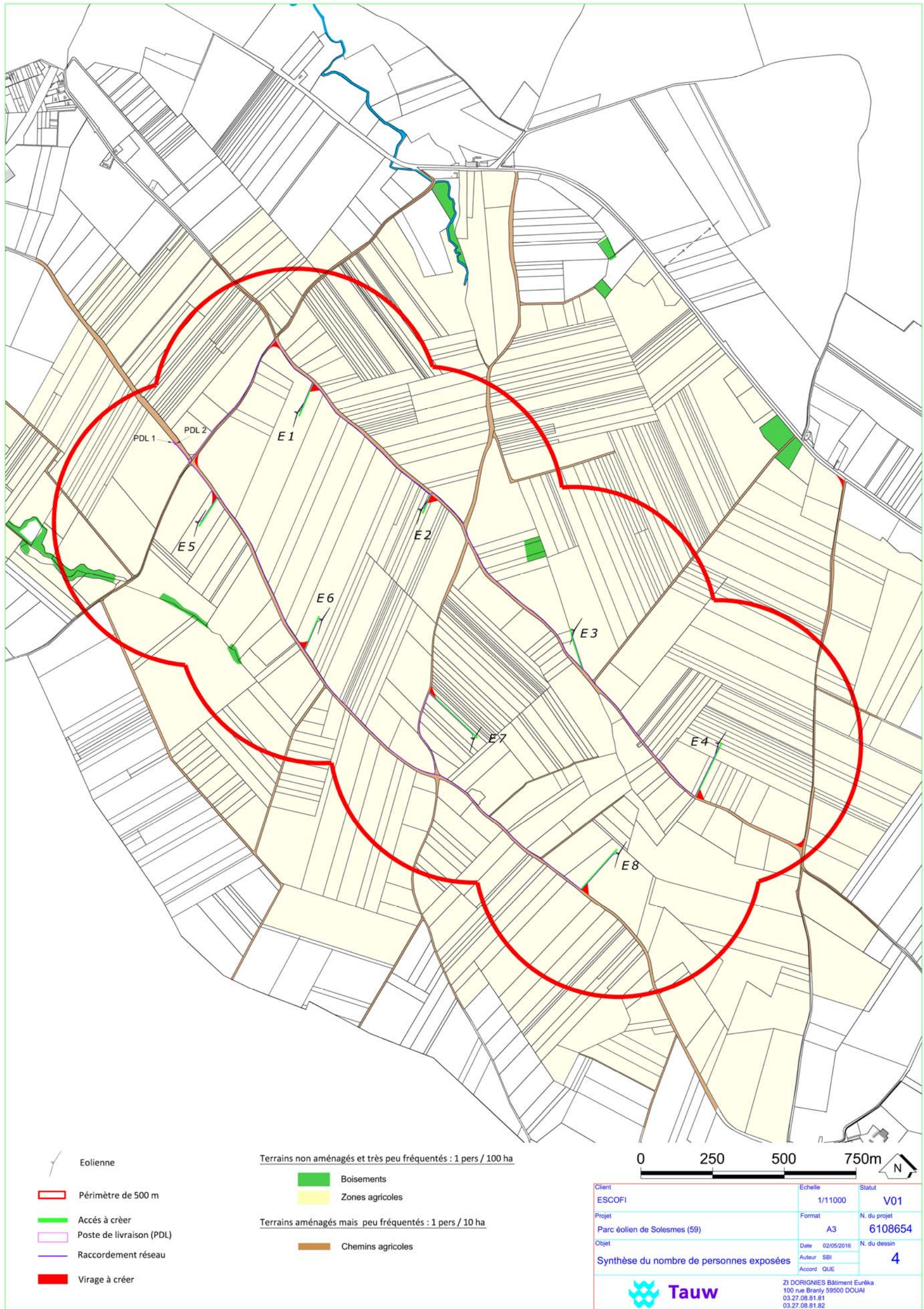


Figure 2.3 : Synthèse du nombre de personnes présentes autour du parc éolien de Solesmes

3 Description de l'installation

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

3.1 Description générale d'un parc éolien

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

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage »

- Fonctionnement :

Grâce aux informations transmises par les instruments de mesure placés au-dessus de la nacelle (notamment la direction et la vitesse du vent), et lorsque la vitesse du vent est suffisante (2,5 m/s minimum), les pales de l'éolienne se positionnent pour être continuellement face au vent et se mettent en mouvement. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse 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.

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 grâce à deux systèmes de freinage (la mise en drapeau des pales qui prennent alors une orientation parallèle au vent c'est-à-dire un freinage aérodynamique, le freinage par un frein mécanique présent sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle).

- Composants :

Une éolienne est composée de 3 éléments principaux :

- **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. Sa fonction est de capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice.
- **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. Sa fonction est de supporter la nacelle et le rotor.

- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels : les différents éléments de transmission de l'énergie mécanique, le générateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique, le système de freinage, le système d'orientation de la nacelle, les outils de mesure du vent, le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique... Sa fonction est de supporter le rotor et d'abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité.

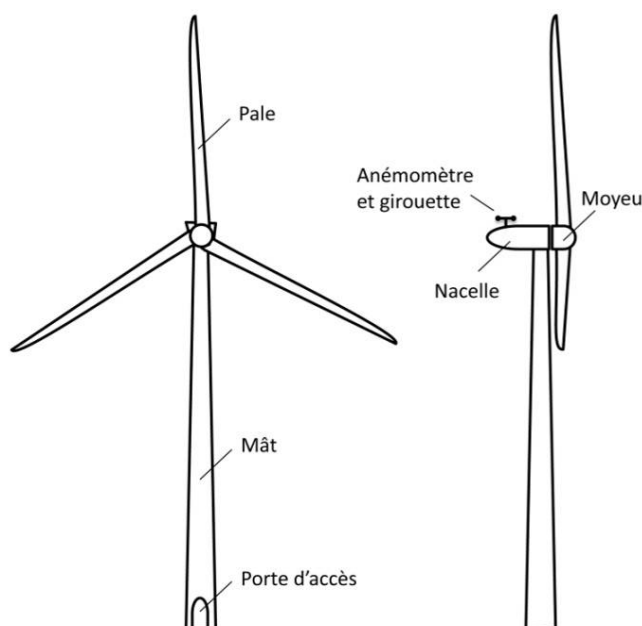


Figure 3.1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

- 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 (le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public) 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 permettant d'accéder aux éoliennes lors du chantier de construction du parc éolien et lors du fonctionnement des éoliennes,
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

3.2 Description du parc éolien de Solesmes

Le parc éolien de Solesmes sera composé de 8 aérogénérateurs et de 2 postes de livraison. Le modèle de machine est la GE 2.85.

Tableau 2 : Caractéristiques de l'éolienne

CARACTERISTIQUES	GE – MODELE 2.85
ROTOR	
Diamètre	103 m
Hauteur du moyeu	75 m
Surface balayée	8 332 m ²
PALES	
Largeur (à la base)	2.4 m
Largeur max	3.6 m
Longueur	50,2 m
MAT / TOUR	
Hauteur	70,86 m
Diamètre (à la base)	4.3 m
Diamètre (au sommet)	3.1 m
DONNEES OPERATIONNELLES	
Hauteur totale en bout de pale	126,5 m

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

Tableau 3 : Coordonnées des aérogénérateurs et des postes de livraison

	LAMBERT 2 ETENDU		LAMBERT 93		WGS 84		WGS 84 décimal		Altitude
	X	Y	X	Y	N	E	N	E	
E1	684.444	2575.766	736.948	7008.313	50°10'18.7"	003°30'59.8"	50.17187°	3.51661°	119m
E2	684.872	2575.424	737.373	7007.967	50°10'07.5"	003°31'21.1"	50.16874°	003.52252°	110m
E3	685.405	2575.004	737.902	7007.543	50°09'53.6"	003°31'47.6"	50.16490°	003.52988°	109m
E4	685.908	2574.609	738.401	7007.144	50°09'40.6"	003°32'12.5"	50.16129°	003.53682°	127m
E5	684.095	2575.380	736.596	7007.930	50°10'06.4"	003°30'42.0"	50.16845°	003.51166°	115m
E6	684.526	2575.040	737.024	7007.587	50°09'55.3"	003°31'03.4"	50.16535°	003.51761°	122m
E7	685.055	2574.626	737.549	7007.168	50°09'41.6"	003°31'29.7"	50.16155°	003.52491°	122m
E8	685.561	2574.227	738.051	7006.765	50°09'28.5"	003°31'54.8"	50.15791°	003.53189°	116m
PDL1	684.012	2575.658	736.515	7008.209	50°10'15.5"	003°30'38.0"	50.17096°	003.51055°	115m
PDL2	684.016	2575.653	736.519	7008.204	50°10'15.3"	003°30'38.2"	50.17092°	003.51060°	114m

Les routes principales autour du parc éolien de Solesmes sont :

- La D955 à 540 m à l'ouest de l'aire d'étude,
- La D43 à 200 m au nord-est,
- La D98 à 260 m de l'aire d'étude au sud,
- La D286 à 600 m au sud-est.

L'accès au parc éolien se fait à partir de la D43.

Le voltage de l'électricité produite par la génératrice est de 690 V. Pour être raccordée au réseau, cette tension est élevée à 20kV par un **transformateur** situé au pied de chaque éolienne. Un réseau câblé en souterrain au départ de chaque éolienne rejoint ensuite le **poste de livraison**. Ce poste de livraison permet le raccordement au réseau électrique ERDF via un **poste source** qui redistribue l'électricité vers le réseau public.

Pour le parc éolien de Solesmes, l'ensemble du réseau de câblage permettant de relier les 8 éoliennes et les 2 postes de livraison prévus sera enterré sur environ 6,6 km. Le parc éolien de Solesmes 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.

3.2.1 Sécurité de l'installation

De manière générale, l'installation respectera la réglementation en vigueur en matière de sécurité :

- Respect des prescriptions de l'**arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié le 6 novembre 2014** relatif à la rubrique ICPE 2980 :

- Respect des distances d'éloignement aux zones urbanisées et urbanisables, aux autres Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et aux Installations Nucléaires de Base, aux radars,
- Présence de voies d'accès permettant l'intervention des services d'incendie et de secours,
- Balisage lumineux conforme au Code des Transports et au Code de l'Aviation Civile,
- Accès à l'intérieur des éoliennes impossible et interdit aux personnes ne faisant pas partie du personnel d'exploitation,
- Présence et affichage clair des consignes de sécurité,
- Réalisation des essais prouvant le bon fonctionnement des installations et contrôle régulier du bon fonctionnement et du bon état des installations,
- Risques d'incendie : consignes de sécurité et moyens de lutte incendie adaptés,
- Risques de formation de glace : consignes de sécurité et moyens de détection,
- Respect des normes et certifications en vigueur :
 - **Norme NF EN 61400-1 ou CEI 61 400-1** : « exigences pour la conception des aérogénérateurs » : prescriptions relatives à la sécurité de la structure de l'éolienne, de ses parties mécaniques et électriques et de son système de commande. Ces prescriptions concernent la conception, la fabrication, l'installation et la maintenance de la machine.
 - **Norme IEC 61400 – 24** : « Protection contre la foudre » :
 - **Norme NFC 15-100, NFC 13-100, NFC 13-200** : Installations électriques à basse tension, Installations électriques à haute tension, Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution public HTA.

Ainsi, chaque éolienne dispose au minimum :

- De capteurs : suivi des paramètres suivants :
 - Vitesse du vent,
 - Angle des pales,
 - Vitesses de rotation des différents éléments,
 - Températures (extérieur, intérieur, équipements particuliers),
 - Vibrations (nacelle, mât...),
 - Pression et niveau des différents fluides (huile hydraulique et huile de lubrification),
 - Détecteurs de fumée,
 - Détecteurs d'anomalies électriques (tension, fréquence...),
- De commandes permettant l'arrêt de l'éolienne (arrêt manuel en bas de la tour et arrêt automatique en cas de détection d'anomalie grâce aux différents capteurs).

La description des principaux systèmes de sécurité de l'installation sera effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques, au chapitre 4 du présent document.

3.2.2 Opérations de maintenance de l'installation

Diverses opérations de maintenance sont réalisées suivant un cycle et des protocoles de maintenance définis selon les préconisations et le manuel du constructeur.

La maintenance des différents équipements du parc éolien est réalisée par du personnel rattaché au gestionnaire des machines ou propre au constructeur, formé au poste de travail et informé des risques présentés par l'activité.

Les principales opérations de maintenance prévues et réalisées annuellement concernent le contrôle :

- Des boulons (inspection et resserrage),
- De la nacelle (contrôle des joints, des différents éléments mécaniques...)
- De la tour (contrôle de l'absence de fuites, etc.)
- Des pales (fissures, systèmes de protection anti-foudre...)
- Du système de lubrification des roulements de pales (contrôle et ajout de graisse...)
- Du système central de lubrification des roulements et du système d'orientation (contrôle et ajout de graisse...)
- Des systèmes hydrauliques (huile, filtres, pompes, capteurs, vannes...)
- Du dispositif de protection contre la foudre,
- Des armoires électriques (capteurs, ventilateurs, filtres...)
- Du convertisseur,
- Des raccordements électriques,
- Des systèmes de freinage,
- Des systèmes de sécurité (capteurs de survitesse, détection de vibrations, boutons d'arrêt d'urgence),
- De la propreté des plateformes.

Chaque maintenance ou dépannage est archivé dans le registre de suivi de l'installation.

L'installation est ainsi conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation, notamment du point de vue de la fréquence des différents contrôles à réaliser.

3.2.3 Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié le 6 novembre 2014, aucun produit dangereux ne sera stocké dans les éoliennes du parc de Solesmes.

4 Raccordement au réseau électrique

4.1 Code de l'énergie

Le projet éolien est concerné par une demande d'approbation d'ouvrage privé de raccordement. L'article L323-11 du code de l'énergie indique les conditions de la demande d'approbation par l'autorité administrative des ouvrages de transport et de distribution d'électricité.

4.2 Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REnR)

Pour atteindre les objectifs fixés en matière d'énergie renouvelables par le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE), c'est-à-dire accueillir les nouvelles unités de production, des travaux sur les réseaux publics peuvent s'avérer nécessaires (ouvrages à créer ou à renforcer). Le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables (S3REnR) vise à anticiper autant que possible les besoins des producteurs d'électricité dans le réseau. Le S3REnR du Nord-Pas-de-Calais a été approuvé le 17 janvier 2014.

Le raccordement au réseau électrique public est de la compétence de son gestionnaire, qui a défini comme probable le poste source de Solesmes pour son raccordement. Le poste source de Solesmes a une capacité d'accueil de 40 MW. La notion de potentiel de raccordement exprime, pour chaque niveau de tension, la puissance maximale évacuable en situation de réseau complet en prenant une topologie de réseau très favorable. En conséquence, l'accueil de production à la hauteur du potentiel de raccordement pourrait entraîner une dégradation de la qualité de l'électricité des autres utilisateurs du réseau (creux de tension, perturbation de l'onde électrique, coupure...). Les potentiels de raccordement ne sont pas sommables, leur somme ne reflète donc pas la capacité totale d'accueil du réseau de transport. La notion de potentiel de raccordement étant propre au réseau de transport, elle n'a pas pour objectif de rendre compte des capacités d'accueil des réseaux de distribution.

Ainsi, le **potentiel de raccordement du poste source de Solesmes est de 65 MW**, ce qui est supérieur aux 22,8 MW du parc éolien de Solesmes, mais aussi à la capacité d'accueil annoncée de 40 MW.

4.3 Poste de livraison

Le poste de livraison électrique matérialise le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public d'électricité.

Un poste électrique standard permet de raccorder une puissance de 12 MW environ au réseau ERDF. Compte tenu de la puissance maximale envisagée sur le parc éolien de Solesmes, 2 postes de livraison seront nécessaires pour évacuer l'électricité produite.

4.4 Réseau inter-éolien

Le réseau électrique inter-éolien (ou réseau électrique interne) permet d'acheminer l'électricité produite en sortie d'éolienne vers les postes de livraison électrique.

Ce réseau sera constitué d'un jeu de câbles triphasés HTA en aluminium isolés par des gaines. Il comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. La télégestion du parc éolien sera ainsi assurée par le biais des fibres optiques.

Le réseau interne est préférentiellement réalisé au droit ou en accotement des chemins d'accès.

Ainsi, les 8 éoliennes du parc éolien le Grand Arbre seront interconnectées entre elles et raccordées aux postes de livraison électriques par un réseau de câbles électriques triphasés HTA (tension nominale : 20 000 V).

4.5 Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie le poste de livraison avec le poste source, ici probablement le poste source de Solesmes. Le réseau externe est lui aussi entièrement enterré et est réalisé sous maîtrise d'ouvrage du gestionnaire de réseau de transport d'électricité.

La définition du poste, du mode et du tracé du raccordement au réseau public, ainsi que sa réalisation même, sont de la compétence du gestionnaire dudit réseau.

5 Analyse des risques

5.1 Analyse préliminaire des risques

5.1.1 Identification des potentiels de dangers

La détermination des principaux accidents redoutés sur le parc éolien a été réalisée via :

- le recensement des différents produits et équipements mis en œuvre sur le site,
- l'accidentologie, c'est-à-dire le retour d'expérience sur les accidents ayant eu lieu sur des installations similaires, disponible via le retour d'expérience de la filière éolienne repris dans le guide de rédaction des études de danger des parcs éoliens rédigé par l'Ineris (rapports, sites internet, coupures de journaux, exploitants de parcs éoliens...).

Ainsi, les principaux accidents redoutés sont les suivants :

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

5.1.2 Recensement des agressions externes potentielles

Les « agressions externes potentielles » provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou d'impacter les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes.

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

- les agressions externes liées aux activités humaines : dans le cas du parc éolien de Solesmes, ce sont essentiellement :
 - Le trafic aérien (aérodrome à proximité),
 - Les voies de circulation voisines,
 - Les lignes hautes tensions,
 - Les autres aérogénérateurs du parc éolien.
- les agressions externes liées à des phénomènes naturels sont limités pour le projet :
 - Risque modéré de séisme,
 - Risque modéré pour le vent (non concerné par le risque de tempête),
 - Risque faible d'impact de foudre,
 - Risque faible de mouvement de terrain,

- Risque faible de retrait/gonflement des argiles.

5.1.3 Réduction des potentiels de dangers

Les risques d'apparition de ces dangers sont réduits à la source autant que possible, notamment par :

- Une bonne conception du projet : éoliennes de constructeurs réputés et fiables, éloignement des éoliennes vis-à-vis des cibles potentielles, nombreux systèmes de sécurité au sein de chaque éolienne...
- Des consignes lors de l'exploitation du parc :
 - Utilisation des produits : absence de stockage et apport de quantités nécessaires et suffisantes uniquement, formation du personnel à leur utilisation, consignes de sécurité strictes, affichées et connues des employés (interdiction de fumer ou d'apporter une flamme nue, arrêt de l'éolienne lors des opérations de maintenance, équipements de travail adaptés, présence d'équipements de lutte incendie...), maintenance annuelle prévenant tout problème au niveau des systèmes hydrauliques (fuite, niveaux, etc.),
 - Installation : conception de la machine (normes et certifications), maintenance régulière, contrôle des différents paramètres d'exploitation (vent, température, niveau de vibrations, puissance électrique, etc.), fonctions de sécurité, report des messages d'alarmes au centre de conduite.

Certains événements initiateurs peuvent notamment être écartés de par la mise en place de fonctions de sécurité rapides et pouvant se déclencher de manière autonome. Pour le parc éolien de Solesmes, ce sont essentiellement :

- La prévention du mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace par des systèmes de détection ou de déduction de la formation de glace asservis à un arrêt automatique de l'éolienne,
- La prévention de l'atteinte des personnes par la chute de glace par un système de panneautage en pied de machine et l'éloignement des zones habitées et fréquentées
- La prévention de l'échauffement significatif des pièces mécaniques par la mise en place de capteurs de température des pièces mécaniques asservis à une mise à l'arrêt ou un bridage jusqu'à refroidissement
- La prévention de la survitesse par la détection de survitesse et un système de freinage associé
- La prévention des courts-circuits par la coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.
- La prévention des effets de la foudre par la mise à la terre et la protection des éléments de l'aérogénérateur.
- La protection et intervention incendie (capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine, système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle, intervention des services de secours)

- La prévention et la rétention des fuites (détecteurs de niveau d'huile, procédure d'urgence, kit antipollution)
- La prévention des défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) par des contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides, joints, etc.)
- La prévention des erreurs de maintenance avec la mise en place de procédures maintenance et la formation du personnel
- La prévention des risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents, détection et prévention des vents forts et tempêtes, arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite...).

5.1.4 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, 4 catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

- L'incendie de l'éolienne (en raison de la hauteur des éléments pouvant prendre feu),
- L'incendie du poste de livraison (structure en béton, et normes spécifiques strictes),
- La chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C,
- L'infiltration d'huile dans le sol (volumes très faibles et implantation en dehors d'un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique).

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

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

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

5.2 Analyse détaillée des risques

5.2.1 Caractérisation des risques

Le but de l'analyse détaillée des risques est de déterminer pour chaque phénomène dangereux recensé ci-dessus :

- l'intensité (= les distances d'effets) qui se définit grâce à la caractérisation du degré d'exposition (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) selon l'échelle suivante :

Tableau 4 - Degré d'exposition

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

- la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux (et non pas la probabilité d'atteinte de personnes) qui est définie par analyse de l'accidentologie et qui se chiffre sur l'échelle suivante :

Tableau 5 – Niveaux de probabilité

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

- la cinétique qui est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables. Dans le cas des parcs éoliens, la cinétique est considérée comme rapide quelque soit le phénomène dangereux.
- la gravité qui est déterminée en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies ci-dessus (=l'intensité) et qui est définie par les règles suivantes :

Tableau 6 - Gravité

INTENSITE \ GRAVITE	EXPOSITION TRES FORTE	EXPOSITION FORTE	EXPOSITION MODEREE
« DESASTREUX »	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
« SERIEUX »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« MODERE »	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 »

Le tableau suivant synthétise les résultats les plus impactant obtenus dans l'Analyse Détaillée des Risques réalisée dans l'étude de dangers.

Tableau 7 : Résultat de l'étude détaillée des risques

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	126.5 mètres maximum autour de chaque machine	Rapide	Exposition forte	D	Sérieux
Chute d'éléments de l'éolienne	51.5 mètres autour de chaque éolienne (zone de survol)	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré
Chute de glace	51.5 mètres autour de chaque éolienne (zone de survol)	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré
Projection de pale	500 mètres autour de chaque éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieux pour E1, E2, E5 et E7 Modéré pour E3, E4, E6 et E8
Projection de glace	267 mètres maximum autour de chaque machine	Rapide	Exposition modérée	B	Modéré

5.2.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

Pour conclure à l'acceptabilité des risques, la matrice ci-dessous, issue de la circulaire du 29 septembre 2005 et reprise dans la circulaire du 10 mai 2010, reprend la gravité et la probabilité de chaque scénario en prenant en compte les résultats les plus impactant obtenus :

Tableau 8 : Matrice d'acceptabilité des risques

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		IE, IPp (pour E1, E2, E5 et E7)			
Modéré		IPp (E3, E4, E6 et E8)	ICe	IPg	ICg

Avec :

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

Et :

- IE: scénario d'Effondrement de l'éolienne
- ICe: scénario de Chute d'éléments
- ICg: scénario de Chute de glace
- IPp: scénario de Projection de pale
- IPg: scénario de Projection de glace

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 au paragraphe 8.4 de l'étude de dangers, sont mises en place et permettent de rendre le risque acceptable.

5.2.3 Cartographie des risques

Les cartes suivantes reprennent pour chaque scénario et dans le cas le plus contraignant la synthèse de l'intensité et de la gravité calculées dans l'étude de dangers.

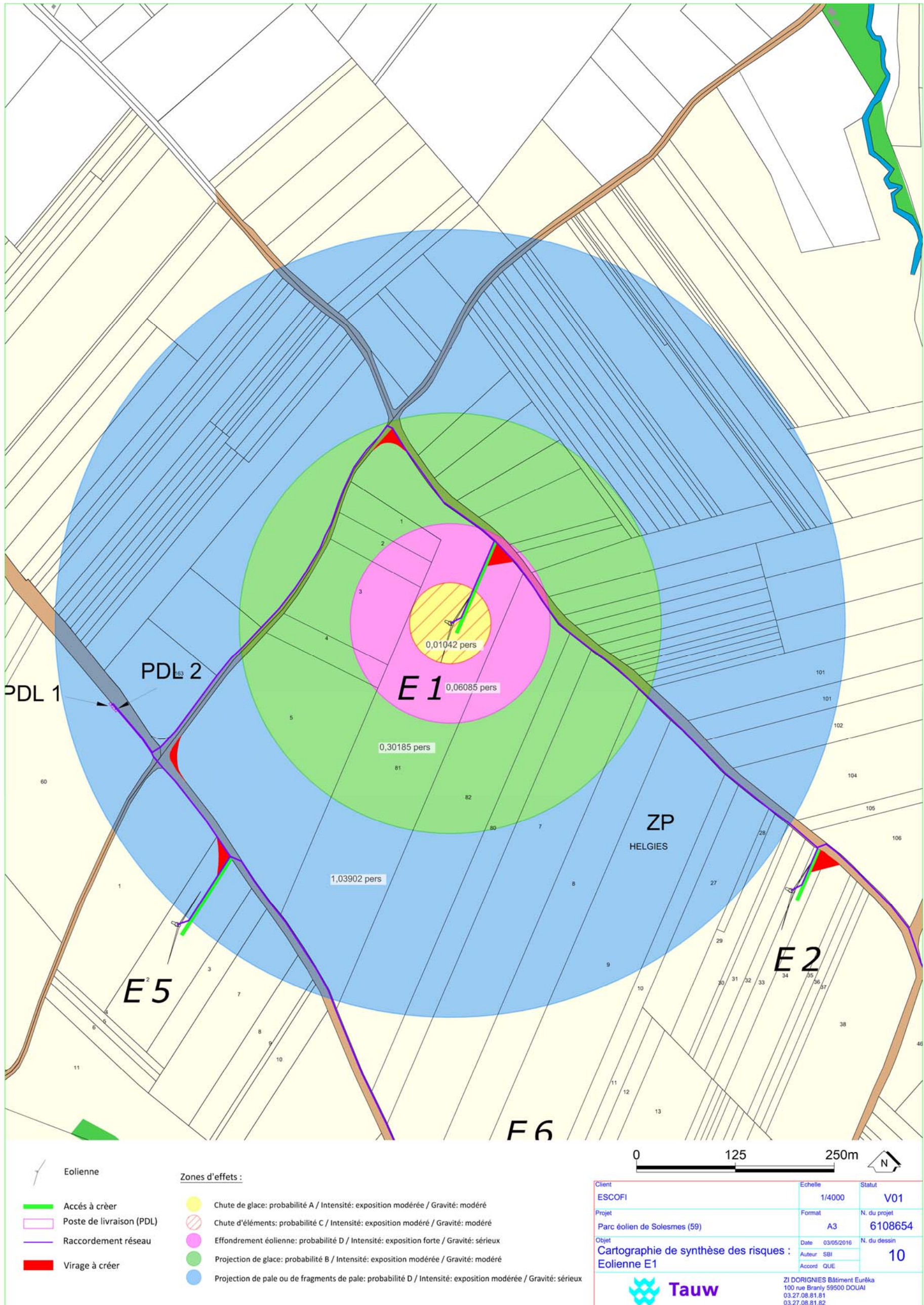


Figure 5.1 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E1

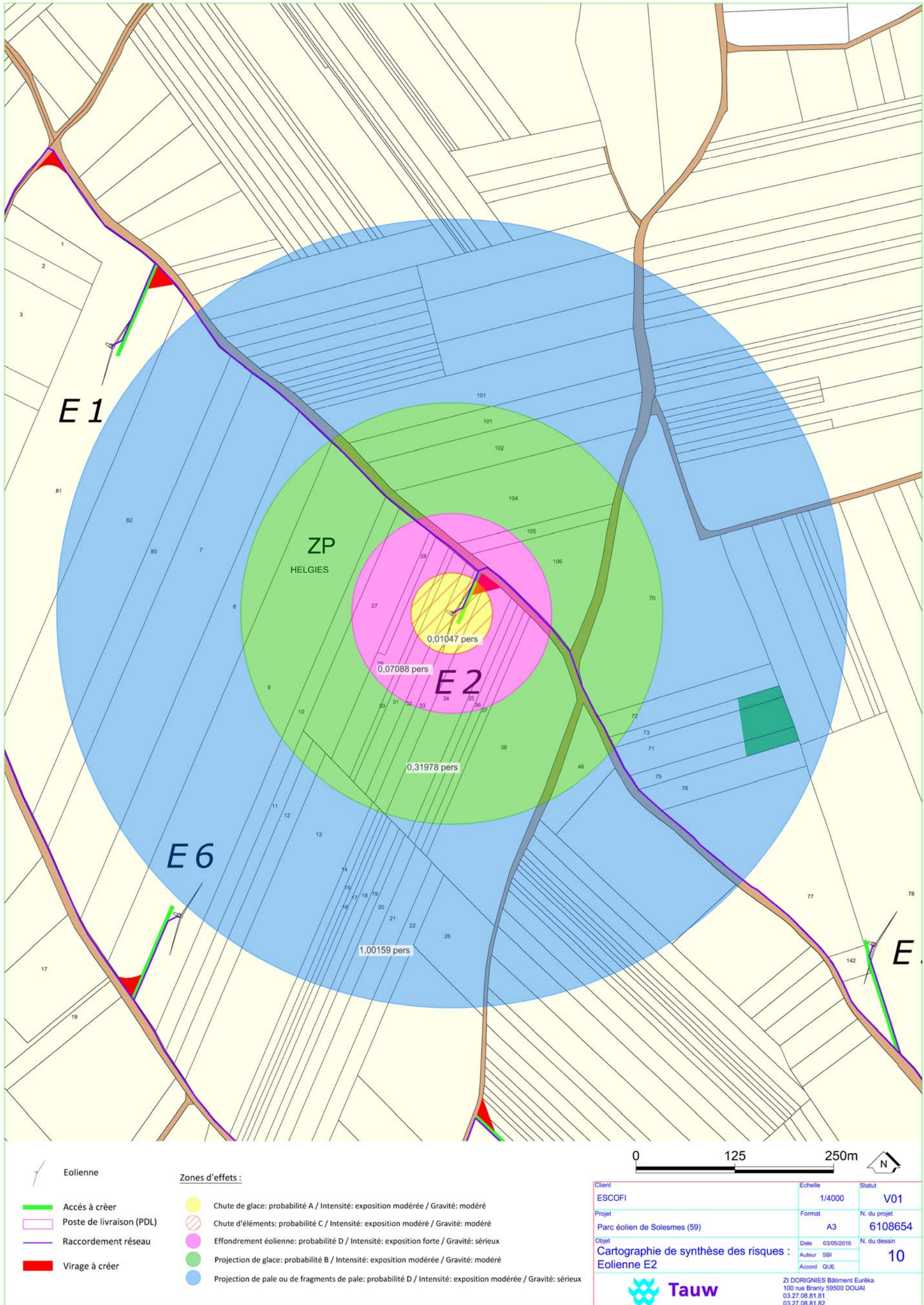


Figure 5.2 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E2

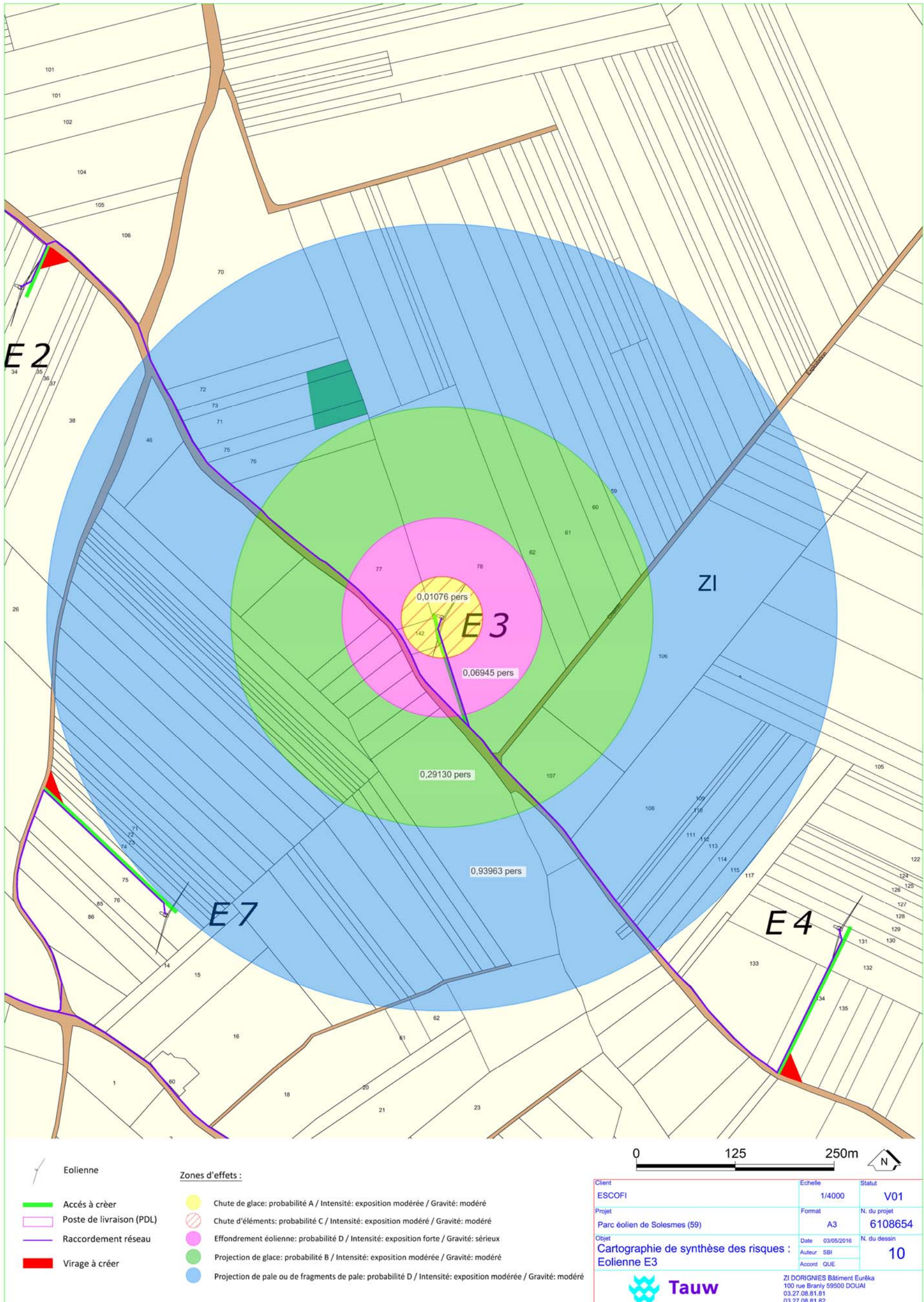


Figure 5.3 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E3

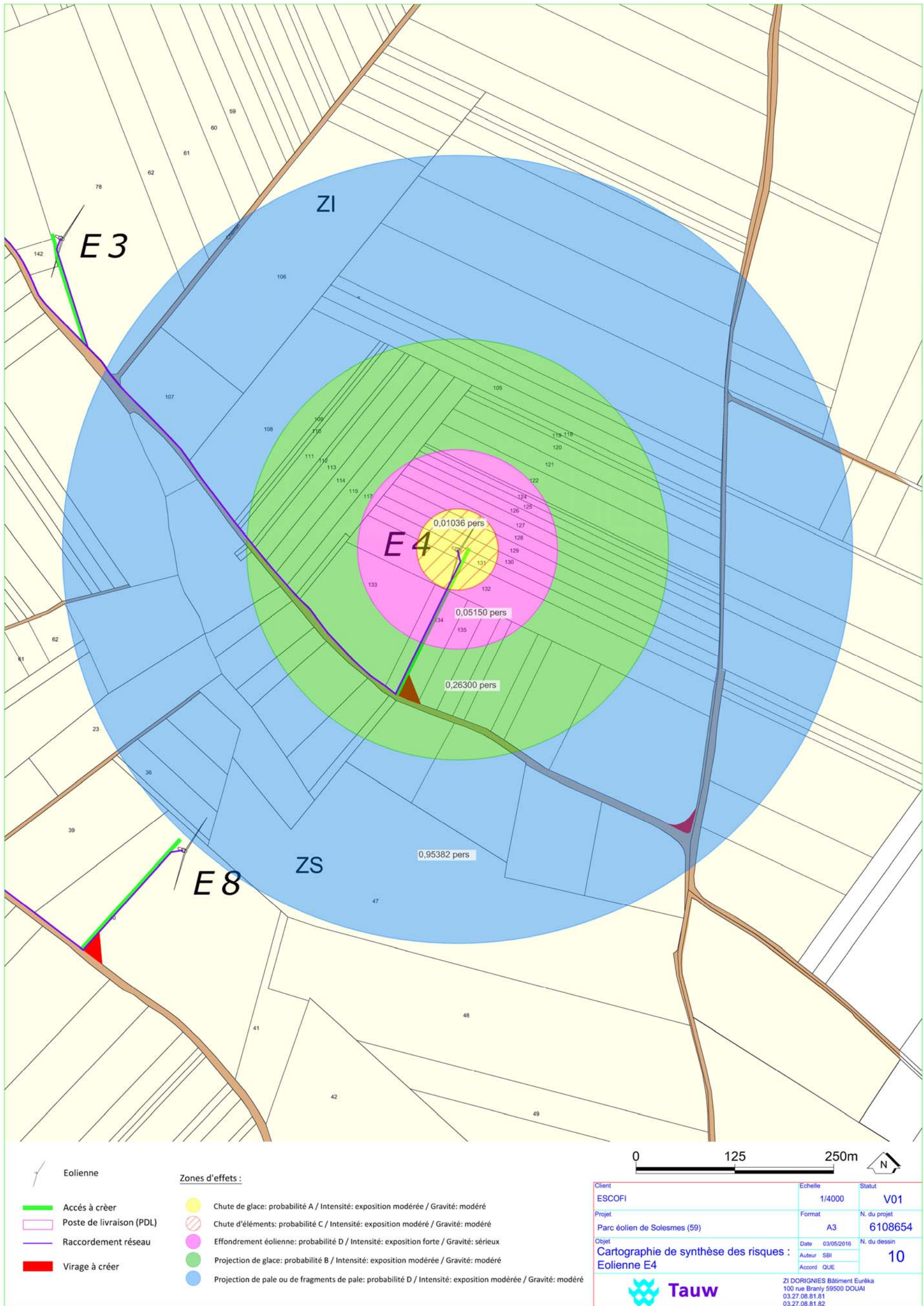


Figure 5.4 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E4

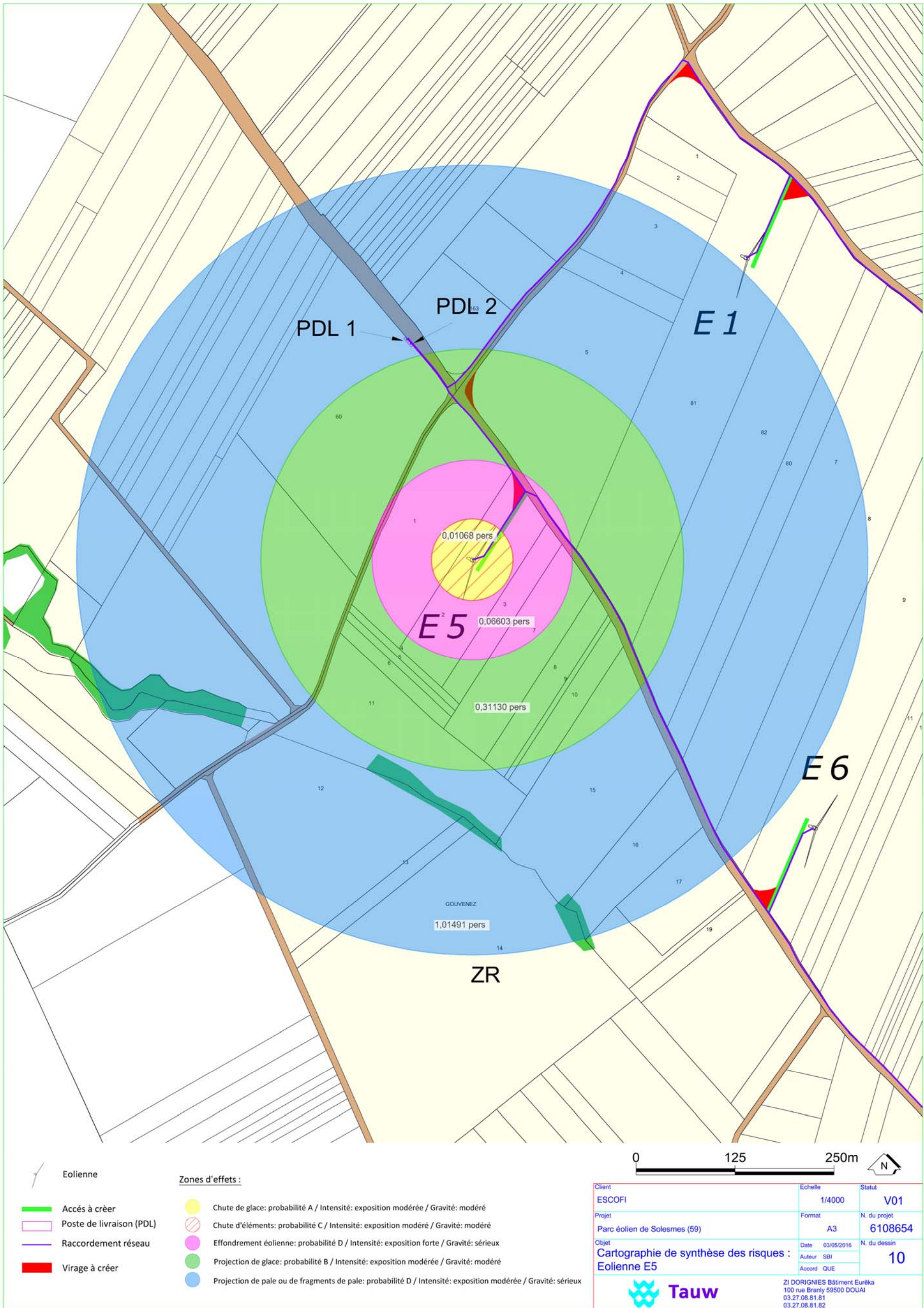


Figure 5.5 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E5

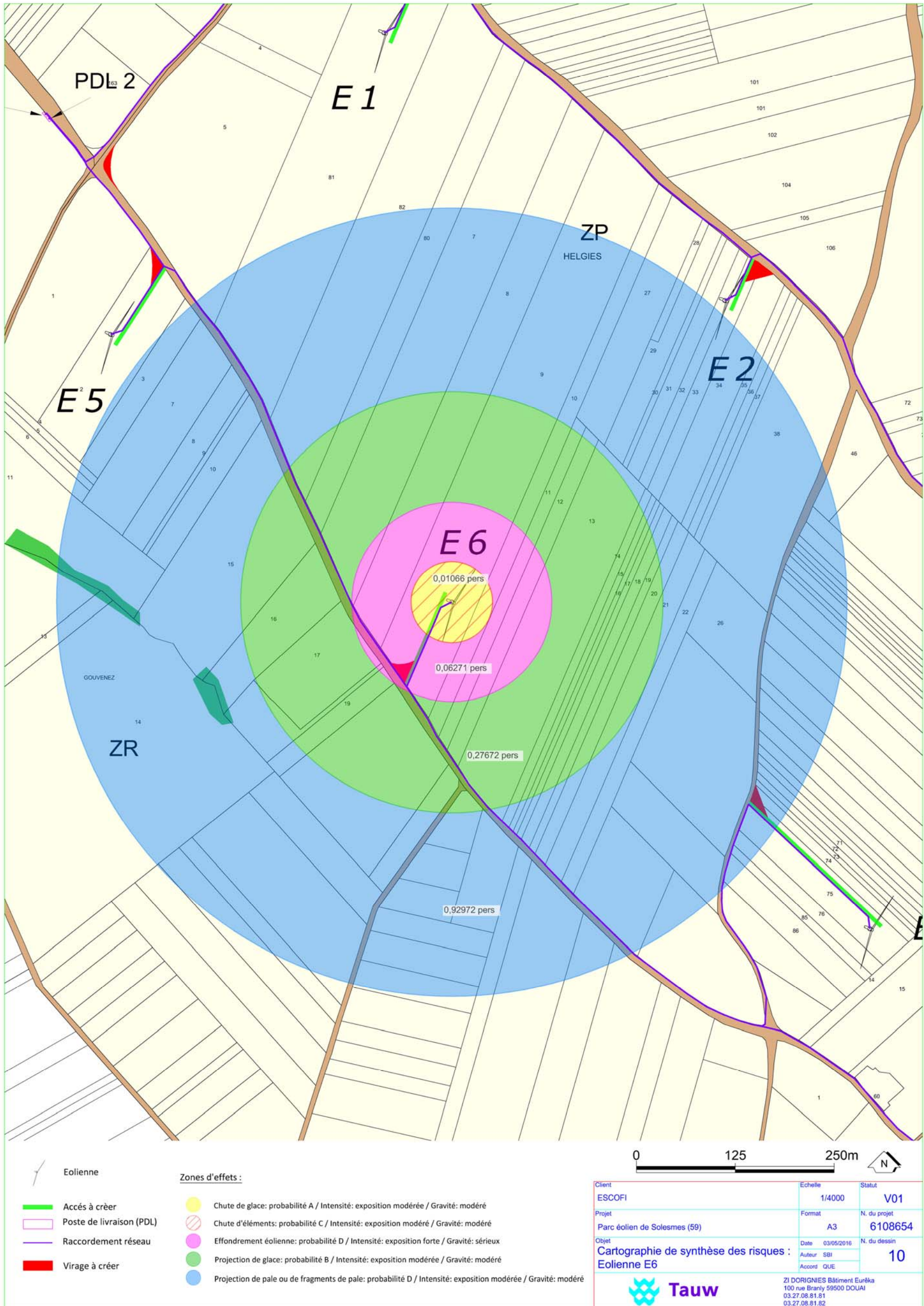


Figure 5.6 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E6

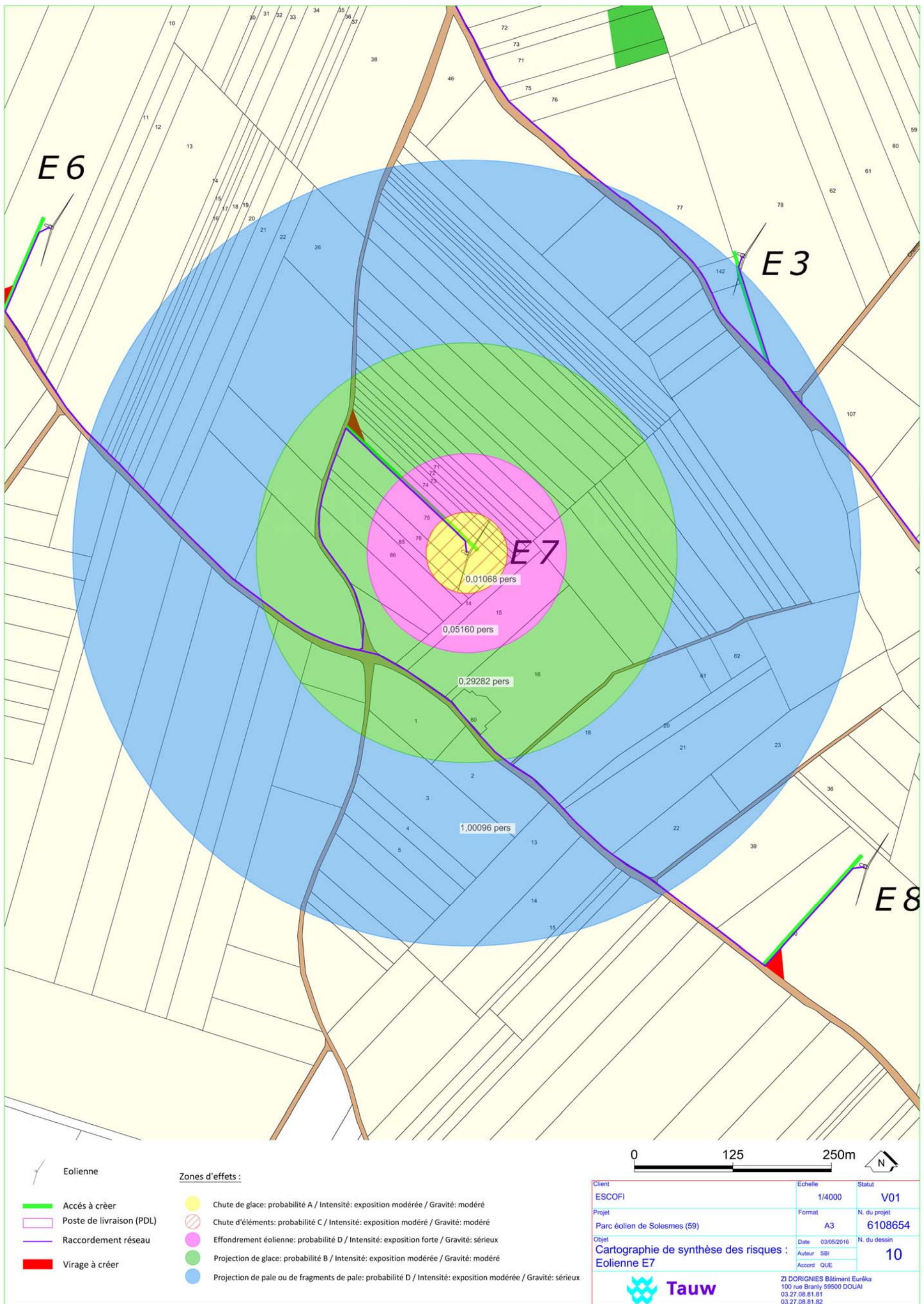


Figure 5.7 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E7

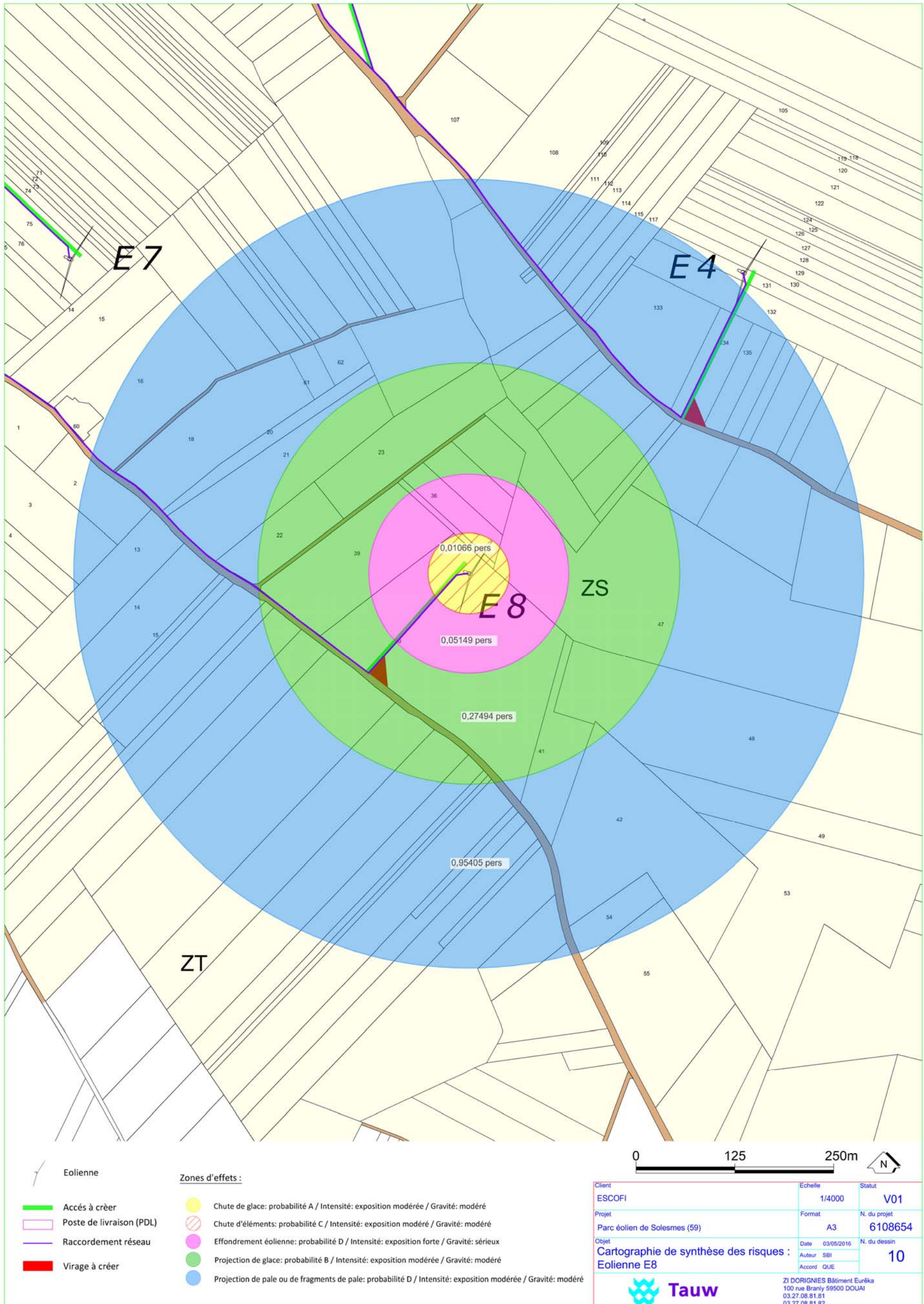


Figure 3.6 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E8

6 Conclusion

L'étude de dangers, conduite conformément aux prescriptions ministérielles, met en évidence les éléments suivants :

- Le risque majeur sur le site est lié à la chute ou à la projection d'éléments de l'éolienne, de l'éolienne entière et de glace s'accumulant sur les pales des éoliennes en cas de très faible température,
- Les scénarios potentiels ayant fait l'objet d'une étude détaillée des risques sont les suivants :
 - Effondrement de l'éolienne,
 - Chute d'éléments de l'éolienne,
 - Chute de glace,
 - Projection de pale ou de fragments de pale,
 - Projection de glace.
- Les risques potentiels générés par l'installation sont acceptables conformément à la matrice d'acceptabilité obtenue.

Les mesures de sécurité adoptées par l'exploitant s'avèrent pertinentes. Elles permettent de :

- Réduire la probabilité de survenue d'un accident majeur (modèle d'éolienne pourvu de dispositifs de sécurité, conforme aux normes en vigueur, maintenance régulière, contrôle des paramètres de fonctionnement du parc éolien),
- Réduire l'étendue et, par voie de conséquence, la gravité des zones d'effets (éloignement des éoliennes par rapport aux premières habitations, aux routes, etc.).

Les risques associés aux équipements mis en œuvre et aux activités déployées sont acceptables : risques résiduels et maîtrisés. L'adoption par l'exploitant de mesures compensatoires complémentaires ne s'avère pas nécessaire.

7 Limites de validité de l'étude

Tauw France a établi ce rapport au vu des informations fournies par le client/maître d'ouvrage et au vu des connaissances techniques acquises au jour de l'établissement du rapport. Les investigations sont réalisées de façon ponctuelle et ne sont qu'une représentation partielle des milieux investigués.

De plus, Tauw France ne saurait être tenu responsable des mauvaises interprétations de son rapport et/ou du non respect des préconisations qui auraient pu être rédigées.