

**S.E. KERNEBET**

# **Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale**

**Pièce n°5-2 : Résumé non technique de  
l'Etude de danger**



**1\_T<sup>2</sup> energy**

## **Parc éolien de Sainte-Tréphine**

**Commune de Sainte-Tréphine (22)**

Octobre 2019





**Tauw**

**L<sub>T</sub>R energy**



**S.E. KERNEBET**

**Parc éolien de Sainte-Tréphine (22)**

**Dossier de Demande d'Autorisation  
Environnementale**

**Pièce 5-2 Résumé non technique de l'Etude  
de dangers**

## Fiche contrôle Qualité

<b>Intitulé de l'étude</b>	Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale
<b>Destinataire du document</b>	Parc éolien de Sainte-Tréphine
<b>Site</b>	Sainte-Tréphine (22)
<b>Interlocuteur</b>	Valentin Leclercq
<b>Adresse</b>	19, Avenue Charles de Gaulle – 08300 Rethel
<b>Email</b>	<a href="mailto:valentin@ltreenergy.com">valentin@ltreenergy.com</a>
<b>Téléphone</b>	07-51-67-32-90
<b>Numéro de projet</b>	1615560
<b>Date</b>	Octobre 2019
<b>Superviseur</b>	Maxime Lariviere
<b>Résponsable étude</b>	Alexandre Quenneson
<b>Rédacteur(s)</b>	Alexandre Quenneson

## Coordonnées

Tauw France - Agence de Douai  
Z.I. Dorignies / Bâtiment Euréka  
100 rue Branly  
59500 DOUAI  
Téléphone : 03 27 08 81 81  
Fax : 03 27 08 81 82  
Email : [info@tauw.fr](mailto:info@tauw.fr)

Siège social – Agence de Dijon  
Parc tertiaire de Mirande  
14 D Rue Pierre de Coubertin  
21000 Dijon  
Téléphone : 03 80 68 01 33  
Fax : 03 80 68 01 44  
Email : [info@tauw.fr](mailto:info@tauw.fr)

Tauw France est membre de Tauw Group bv –  
[www.tauw.com](http://www.tauw.com)

Représentant légal : Mr. Eric MARTIN

### Gestion des révisions

Version	Date	Statut	Pages	Annexes
V01	Octobre 2019	Création	32	0

## Table des matières

1	Introduction.....	5
1.1	Contexte de l'étude .....	5
1.2	Localisation du site.....	5
1.3	Contenu de l'étude de dangers .....	7
1.4	Définition de la zone sur laquelle porte l'étude de dangers .....	8
2	Description de l'environnement et de l'installation .....	10
2.1	Identification des cibles .....	13
3	Description de l'installation .....	15
3.1	Description générale d'un parc éolien.....	15
3.2	Description du projet éolien.....	16
3.2.1	Sécurité de l'installation .....	17
3.2.2	Opérations de maintenance de l'installation .....	18
3.2.3	Stockage et flux de produits dangereux.....	19
4	Analyse des risques .....	20
4.1	Analyse préliminaire des risques .....	20
4.1.1	Identification des potentiels de dangers.....	20
4.1.2	Recensement des agressions externes potentielles.....	20
4.1.3	Réduction des potentiels de dangers.....	21
4.1.4	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques .....	22
4.2	Analyse détaillée des risques.....	22
4.2.1	Tableau de synthèse des scénarii étudiés.....	22
4.2.2	Synthèse de l'acceptabilité des risques .....	24
4.2.3	Cartographie des risques.....	24
5	Conclusion.....	31
6	Limites de validité de l'étude .....	32

**Pièce 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers**

Pièces	Sous-partie	Descriptif du contenu	Pièces identifiées dans le Cerfa N°15964*01
Pièce 1 : Lettre de la demande	/	Lettre de la Demande	
Pièce 2 : Check-list	/	Check-list de complétude d'un dossier de demande d'autorisation environnementale d'une installation classée pour la protection de l'environnement - Parcs éoliens	
Pièce 3 : Description de la demande	/	Informations sur le demandeur et sur le projet : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Description complémentaire du projet et du demandeur : <ul style="list-style-type: none"> <li>. Données administratives du demandeur,</li> <li>. Description du projet,</li> <li>. Emplacement de l'installation,</li> <li>. Nature et volume des activités,</li> <li>. Capacités techniques et financières du demandeur,</li> </ul> </li> <li>• Garanties financières</li> <li>• Dispositions de remise en état et démantèlement.</li> </ul>	P.J. n°46 P.J. n°47 P.J. n°60 P.J. n°104
Pièce 4 : Etude d'impact Et Résumé non technique de l'étude d'impact	4-1  4-2	Etude d'impact (cf. Articles R 181-13-5 et R. 122-5-II du code de l'Environnement) – études techniques en annexe  Résumé non technique de l'étude d'impact	P.J. n°4 P.J. n°46 P.J. n°104
Pièce 5 : Etude de dangers et <b>Résumé non technique de l'étude de dangers</b>	5-1  <b>5-2</b>	Etude de dangers  <b>Résumé non technique de l'étude de dangers</b>	<b>P.J. n°49</b>
Pièce 6 : Conformité d'urbanisme	/	Conformité d'urbanisme	P.J. n°64
Pièce 7 : Plans réglementaires	/	Plans réglementaires	P.J. n°1 P.J. n°2 P.J. n°48
Pièce 8 : Autorisations et avis	/	Autorisations et avis	P.J. 3 P.J. n°62 P.J. n°63 P.J. n°65
Pièce 9	/	Note de présentation non technique	P.J. n°7

## 1 Introduction

La présente étude a été réalisée dans le cadre du dépôt d'un dossier de demande d'autorisation environnementale pour un projet de parc éolien (six éoliennes d'une puissance unitaire de 2,1 à 2,625 MW et d'un poste de livraison électrique) sur la commune de Sainte-Tréphine, dans le département des Côtes-d'Armor (22).

**Le projet de parc éolien de Sainte-Tréphine a déjà été déposé en avril 2014 et autorisé à la date du 24 février 2015 par Arrêté Préfectoral (*Permis de Construire - PC02233114P0002*) sous le régime du code de l'urbanisme pour un parc de 6 éoliennes.**

La société **S.E. KERNEBET**, détentrice de cette autorisation souhaite régulariser l'autorisation sous le régime du code de l'environnement par la présente Demande d'Autorisation Environnementale afin que le projet éolien corresponde aux critères actuels de la réglementation (ICPE) et en proposant un modèle d'éolienne plus récent et davantage adapté au site d'accueil, la SIEMENS GAMESA SG114.

### 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 environnementale relatif à l'implantation du projet éolien de Sainte-Tréphine (22). Suite à l'évolution importante de la législation relative à l'installation des parcs éoliens, le maître d'ouvrage, la S.E. KERNEBET est tenue de réaliser un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale pour le projet de parc de Sainte-Tréphine compte tenu de la hauteur des 6 éoliennes.

L'étude de dangers expose les dangers que peut présenter le projet en cas d'accidents susceptibles d'intervenir, que leur cause soit d'origine interne ou externe, en décrivant la nature et l'extension des conséquences qu'aurait un accident éventuel. Elle définit et justifie les mesures adoptées par la S.E. KERNEBET pour réduire la probabilité et les effets d'un accident.

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.

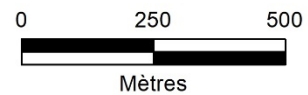
### 1.2 Localisation du site

Le projet d'implantation de 6 éoliennes s'inscrit sur le territoire la commune de Sainte-Tréphine, dans le département des Côtes-d'Armor (22), en région Bretagne. Le lieu d'implantation de chaque éolienne est actuellement occupé par des terrains agricoles. La localisation du site retenu est présentée sur la carte en page suivante.



**Légende**

- Projet éolien de Sainte-Tréphine





### 1.3 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 présenté par l'article D181-15-2 du Code de l'Environnement, modifié par le Décret n°2017-609 du 24 avril 2017 - art. 4 :

- 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 réalisé est conforme :

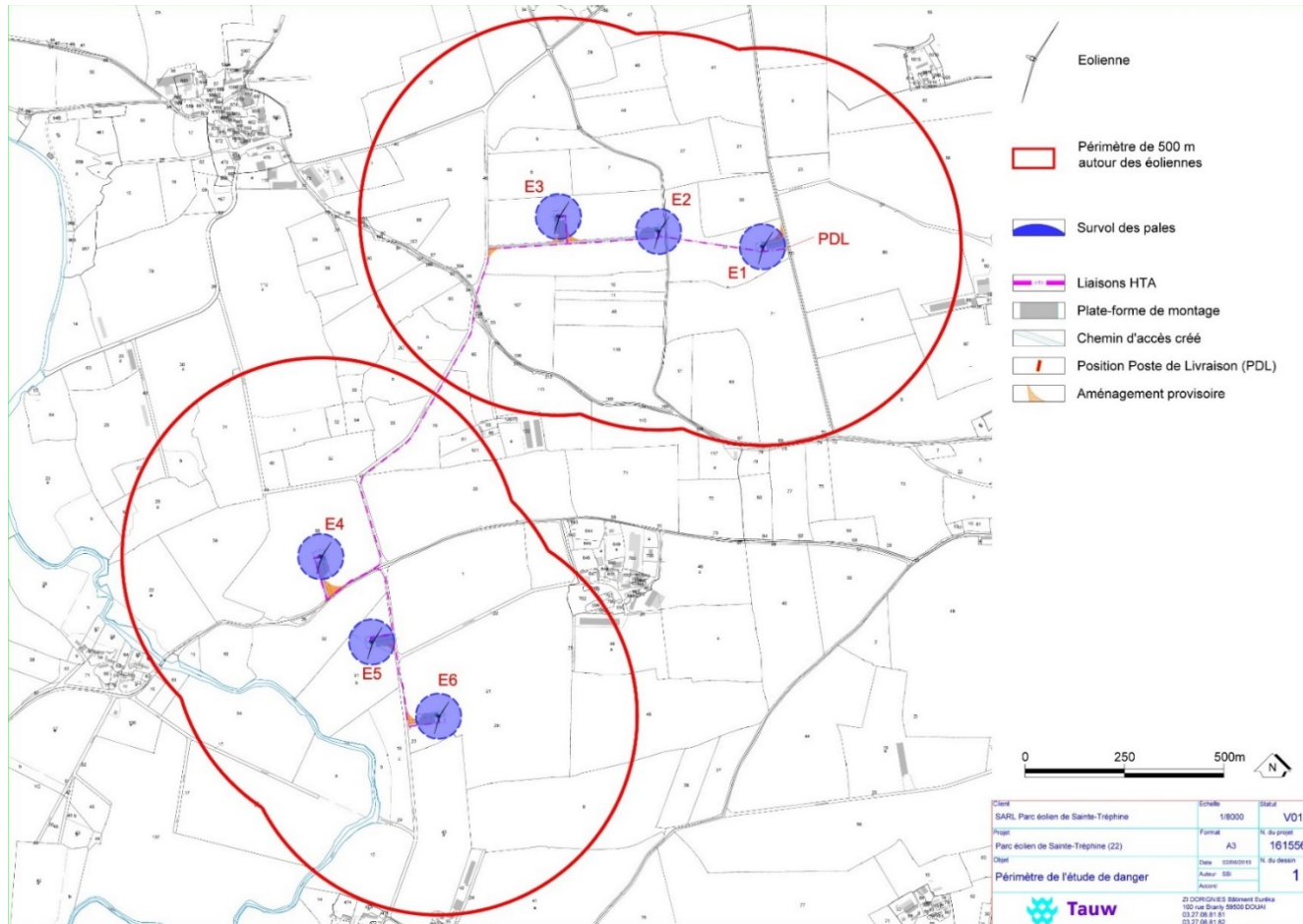
- aux différents textes réglementaires applicables (code de l'environnement, arrêté du 29 septembre 2005 relatif à « l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études 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.

#### 1.4 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 dans l'étude complète (zone d'effet de projection de pale ou de fragments de pale).

Etant donné la relative proximité spatiale des différentes éoliennes constituant le projet éolien de Sainte-Tréphine, l'environnement sera étudié dans une aire d'étude globale reprenant les 5 aires d'études constituées autour de chaque éolienne.

La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison, qui sera néanmoins représenté sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la rédaction du guide de l'étude de dangers, version de mai 2012, ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

**Pièce 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers**


Carte 2 : Périmètre de l'étude de dangers – Source : Tauw France

## 2 Description de l'environnement et 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 est le suivant :

- Environnement humain :
  - Les habitations et les zones constructibles au sens des documents d'urbanisme<sup>1</sup> les plus proches des limites de site du parc éolien se situent à 506 mètres. L'habitation la plus proche se situe sur la commune de Sainte-Tréphine, au lieu-dit Poulhesquen.
  - 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.
  - D'après la DREAL Bretagne, il n'existe aucun établissement classé SEVESO dans les limites de la zone d'étude de 500 m.
  
- Environnement naturel :
  - La zone d'étude est soumise à un climat tempéré et humide. Le trait dominant est la douceur des saisons, avec de faibles amplitudes thermiques diurnes et saisonnières. La température moyenne établie sur une période de 30 années est comprise entre 11 et 12°C. Le climat océanique de la zone est caractérisé par des étés doux et des hivers souvent ventés et doux. Les écarts de températures sont faibles et les jours de gel en hiver sont rares. Les précipitations sont assez fréquentes et sont réparties toute l'année.
  - Risques naturels : risques susceptibles de constituer des agresseurs potentiels pour les éoliennes :
    - Sismicité faible,
    - Concernant le risque de mouvements de terrain, il est faible.
    - Risque inondation : « pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave » pour les éoliennes E1, E2, E3 et E6. « zone potentiellement sujette aux inondations de cave » pour les éoliennes E4 et E5
    - Aucune cavité naturelle n'est présente sur la commune.
    - Risque de retrait-gonflement des argiles faible pour les éoliennes E1 et E2 et *a priori* nul pour les éoliennes E3, E4, E5 et E6.
    - Risque foudre inférieur à la moyenne nationale.
  
- Environnement matériel :
  - Voies de communication : Les principales voies de communication présentes sont les routes et chemins présents à proximité du projet de parc éolien (RD 790, RN 164, RD 44 et des chemins agricoles),

---

<sup>1</sup> en vigueur à la date du dépôt

### Cartographies de synthèse

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

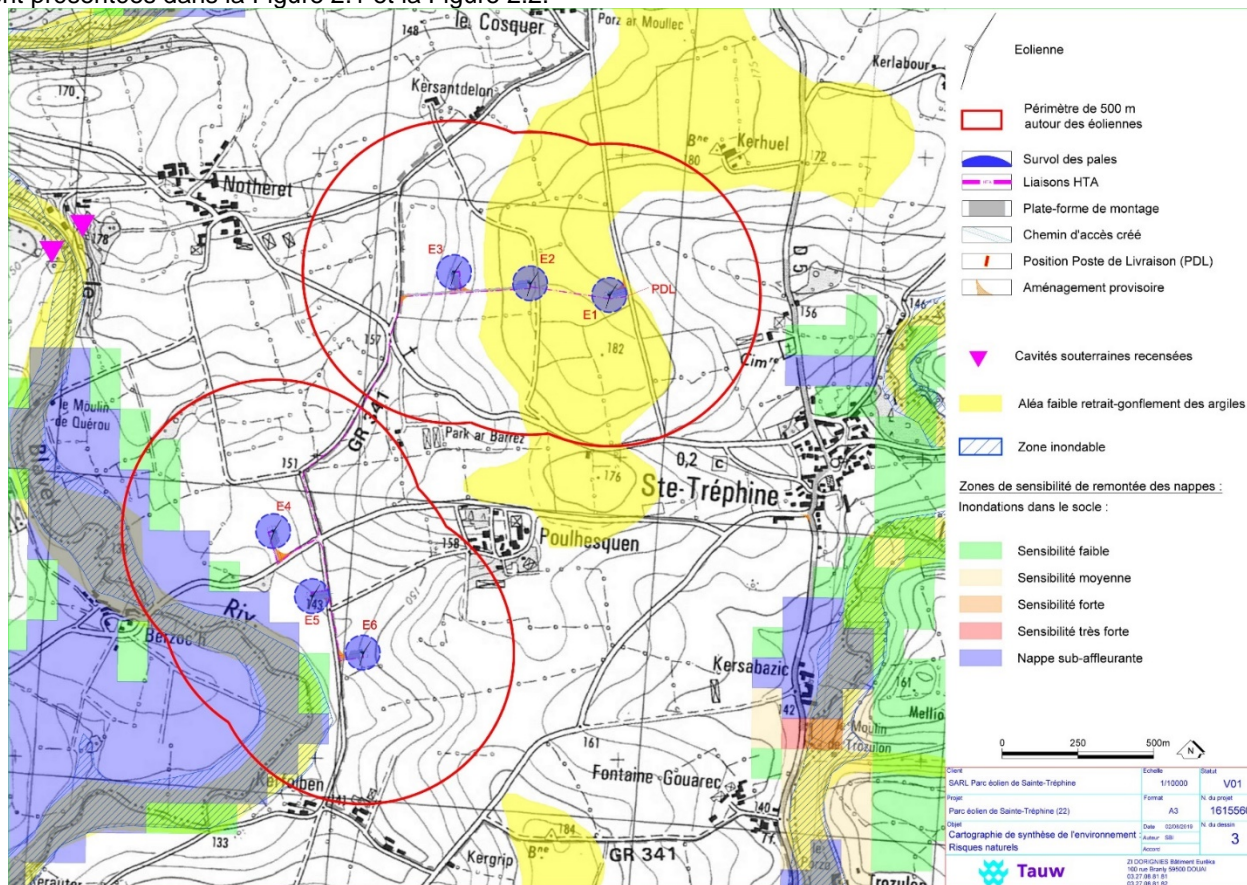


Figure 2.1 : Synthèse des risques naturels – Source : Tauw France



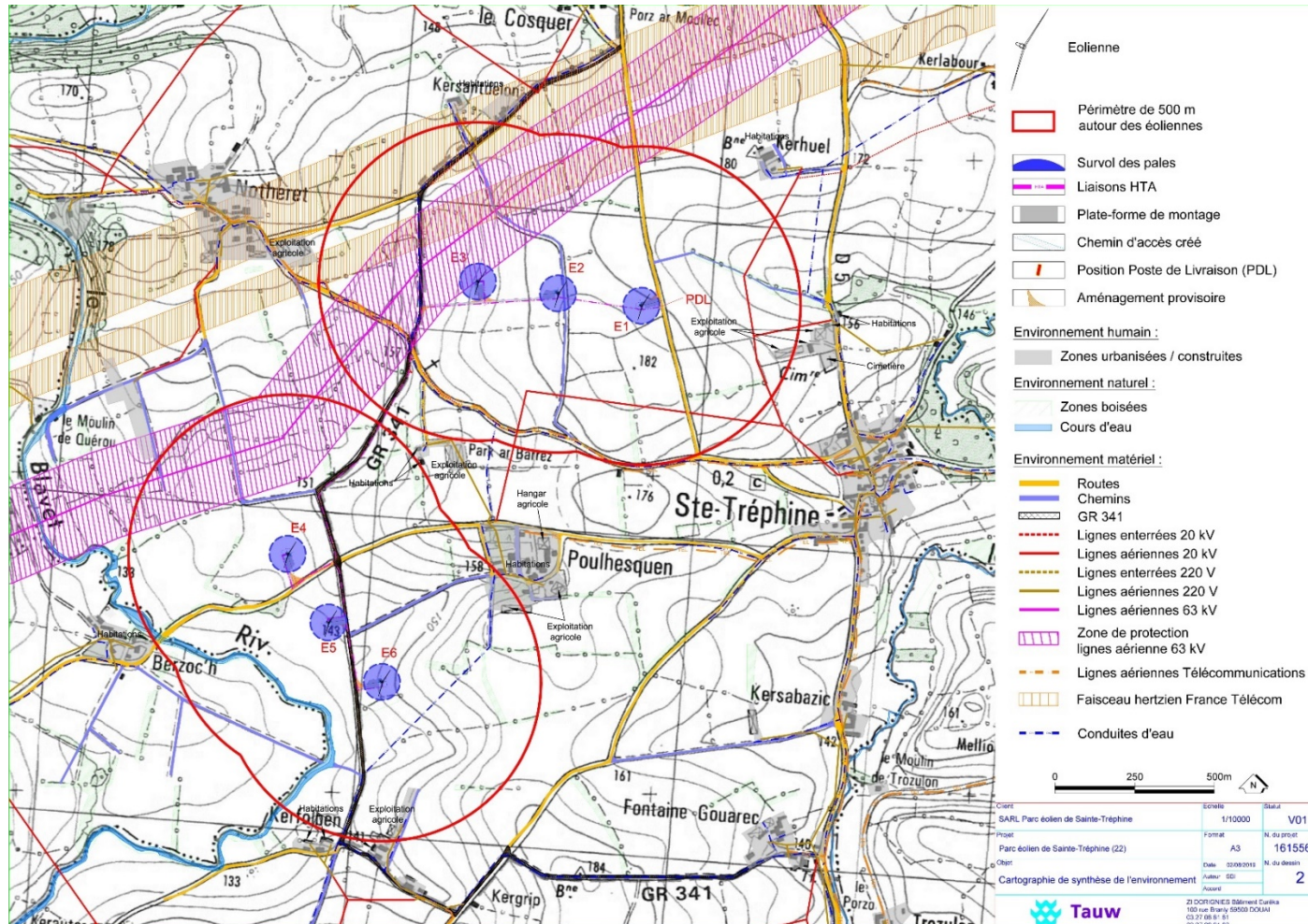
**Pièce 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers**


Figure 2.2 : Synthèse des risques liés à l'environnement humain et matériel – Source : Tauw France



## 2.1 Identification des cibles

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

CIBLE	NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES		DISTANCE MINIMALE PAR RAPPORT AU PARC EOLIEN
	PAR TAILLE EXPOSEE	AU MAXIMUM*	
<b>Terrains non aménagés et très peu fréquentés</b> : zones agricoles et boisements	1 personne / 100 ha	0,7728 personne (pour l'éolienne E3 – projection de pale)	A proximité immédiate
<b>Terrains aménagés mais peu fréquentés</b> : routes non structurantes et chemins agricoles	1 personne / 10 ha	0,2931 personne (pour l'éolienne E2 – projection de pale)	Chemins agricoles situés à quelques dizaines de mètres de chaque machine
<b>Chemin de grande randonnée (GR 341)<sup>2</sup></b>	0,2 personne / 1 km	0,20820 personne (pour l'éolienne E3 – projection de pale)	Chemin de grande randonnée situé dans l'aire d'étude

Tableau 1 - Identification des cibles – Source : Tauw France

\* 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 projet de Sainte-Tréphine.

<sup>2</sup> Le chemin de grande randonnée GR 341 reliant Maël-Pestivien à Pontivy figure sur la carte IGN. Selon les informations obtenues auprès du Conseil Général des Côtes-d'Armor, ce chemin est toujours fréquenté mais de façon très occasionnelle. Par mesure conservatrice, nous avons considéré que ce chemin de randonnée est fréquenté par 10 promeneurs par jour.

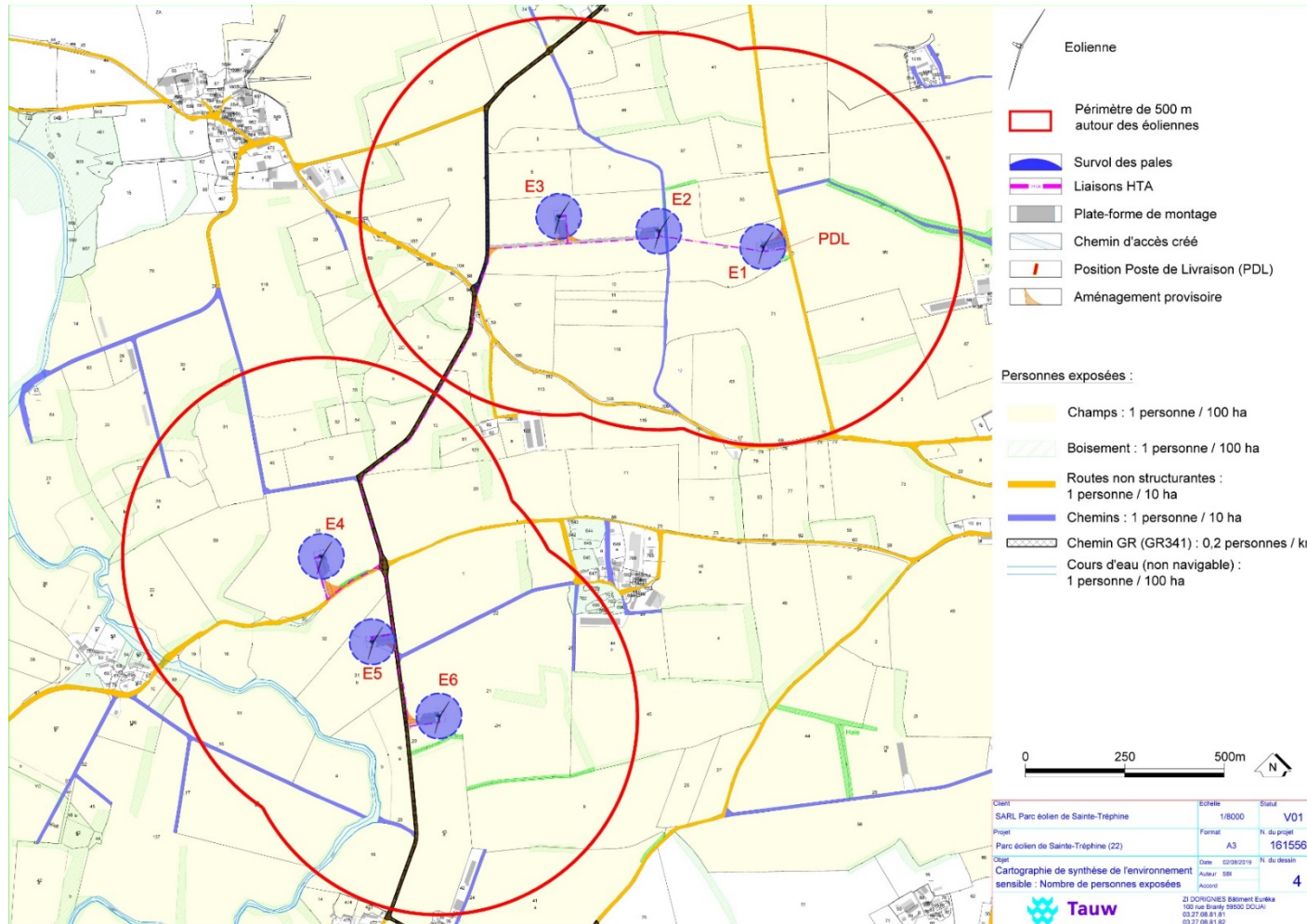
**Pièce 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers**


Figure 2.3 : Synthèse du nombre de personnes présentes autour du projet éolien- Source : Tauw France

## 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 : un freinage aérodynamique (la mise en drapeau des pales qui prennent alors une orientation parallèle au vent) et 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 4 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.

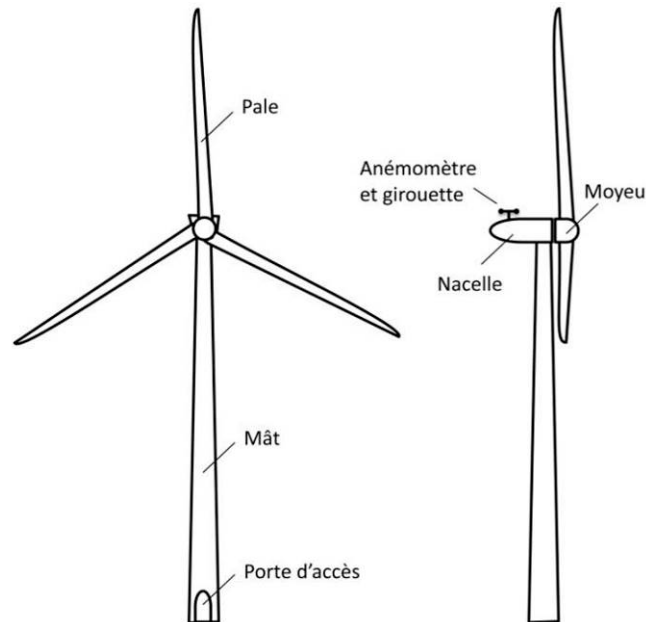


Figure 3.1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

- 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 projet éolien

Le projet de Sainte-Tréphine est composé de 6 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Les aérogénérateurs ont un diamètre de rotor de 114 mètres et une hauteur totale en bout de pale de 125, 137 ou 150 mètres.

Les coordonnées des éoliennes sont présentées dans le tableau suivant :

Éoliennes	Lambert 93		Lambert 2 étendu		WGS 84 UTM30		Z
	E	N	E	N	Longitude EST	Latitude NORD	Altitude WindPRO
E1	243075.706	6814882.570	191887.134	2378137.856	3°09'53.07934"	48°16'25.09796"	179,30
E2	242814.038	6814921.159	191624.979	2378174.355	3°10'05.88326"	48°16'25.68277"	178,50
E3	242562.263	6814958.290	191372.735	2378209.474	3°10'18.20319"	48°16'26.24511"	168,40
E4	241964.223	6814103.003	190781.213	2377348.780	3°10'43.88769"	48°15'57.11255"	145,00
E5	242092.469	6813888.023	190911.284	2377134.694	3°10'36.86977"	48°15'50.49515"	141,40
E6	242260.400	6813701.200	191080.800	2376949.200	3°10'28.04200"	48°15'44.89029"	146,60
PDL	243132.4055	6814877.9461	191943.908	2378133.688	3°09'50.31912"	48°16'25.09191"	177,20

Tableau 2 : Coordonnées des aérogénérateurs et du poste de livraison – Source : Parc éolien de Sainte-Tréphine

Dans le cadre de ce projet, les chemins d'accès existants sont représentés par des chemins privatifs ou chemins ruraux.

La surface cumulée des chemins d'accès créés totalise environ 2 489 m<sup>2</sup>.

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 ENEDIS (ex ERDF) via un **poste source** qui redistribue l'électricité vers le réseau public.

### 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** 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 clairs 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 qui permettent de suivre les paramètres suivants :
  - Vitesse du vent,
  - Angle des pales,
  - Vitesses de rotation des différents éléments,
  - Températures (extérieur, intérieur, équipements particuliers),
  - Vibrations (nacelle, mât, etc.),
  - Pression et niveau des différents fluides (huile hydraulique et huile de lubrification),
  - Détecteurs de fumée,
  - Détecteurs d'anomalies électriques (tension, fréquence, etc.),
- 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 9 de l'étude de dangers.

### 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 du gestionnaire des machines ou propres au constructeur retenu, formés au poste de travail et informés des risques présentés par l'activité.

Quel que soit le modèle d'éolienne choisi, les principales opérations de maintenance prévues et réalisées annuellement concernent :

- Inspection et resserrage des boulons
- Nacelle
- Tour
- Contrôle des pales
- Système de lubrification des roulements de pales
- Système central de lubrification des roulements et du système d'orientation
- Systèmes hydrauliques
- Circuit foudre
- Armoires électriques
- Convertisseur
- Réglage de l'alignement de la génératrice et vérification des connections mécaniques



- Raccordements électriques : vérification et resserrage
- Contrôles mécaniques
- Système de freinage
- Test des systèmes de sécurité
- Nettoyage 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, aucun produit dangereux ne sera stocké dans les éoliennes du projet éolien.

## 4 Analyse des risques

### 4.1 Analyse préliminaire des risques

#### 4.1.1 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)

#### 4.1.2 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 projet de Sainte-Tréphine, 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 faible de séisme,
  - Risque modéré pour le vent (non concerné par le risque de tempête),
  - Risque modéré d'impact de foudre,
  - Risque nul de mouvement de terrain,
  - Risque faible à moyen de retrait/gonflement des argiles.

#### 4.1.3 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 projet éolien de Sainte-Tréphine, 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 de 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...).

#### 4.1.4 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 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.

## 4.2 Analyse détaillée des risques

### 4.2.1 Tableau de synthèse des scénarii étudiés

Un modèle d'éolienne a été choisi avec trois hauteurs de mât différentes. Il s'agit de l'éolienne Siemens-Gamesa SG114 de 2,1 à 2,625 MW avec des hauteurs de mât de 68, 80 et 93 m.

Caractéristiques	SG114 - 125	SG114 - 137	SG114 - 150
Puissance en MW	2,625	2,1	2,1
Diamètre du rotor	114	114	114
Longueur de la pale	56	56	56
Largeur max de la pale	3,984	3,984	3,984
Largeur moyenne du mat	3,84	3,84	3,94
Hauteur du moyeu	68	80	93

**Pièce 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers**

Caractéristiques	SG114 - 125	SG114 - 137	SG114 - 150
Zone d'effet : projection de tout ou partie de pale	500	500	500
Zone d'effet : effondrement de l'éolienne - hauteur de l'éolienne en bout de pale	125	137	150
Zone d'effet : chute d'éléments de l'éolienne – moitié du rotor	57	57	57
Zone d'effet : chute de glace – moitié du rotor	57	57	57
Zone d'effet : projection de glace – 1,5 x (hauteur du moyeu + diamètre du rotor)	273	291	310,5

Tableau 3 : Caractéristiques des éoliennes – Source : Parc éolien de Sainte-Tréphine

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

- 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 :

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	125 mètres maximum autour de E1 et E2 137 mètres maximum autour de E3 150 mètres maximum autour de E4, E5 et E6	Rapide	Exposition forte pour E1, E2 et E3  Exposition modérée pour E4, E5 et E6	D	Sérieux pour E1, E2 et E3  Modéré pour E4, E5 et E6
Chute d'éléments de l'éolienne	57 mètres autour de chaque éolienne (zone de survol)	Rapide	Exposition forte	C	Sérieux
Chute de glace	57 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	Modéré pour E1  Sérieux pour E2, E3, E4, E5 et E6
Projection de glace	273 mètres maximum autour de E1 et E2 291 mètres maximum autour de E3 310,5 mètres maximum autour de E4, E5 et E6	Rapide	Exposition modérée	B	Modéré pour E1 et E2  Sérieux pour E3, E4, E5 et E6

Tableau 4 : Résultat de l'étude détaillée des risques

#### 4.2.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Projection de pale pour E2, E3, E4, E5 et E6 Effondrement de l'éolienne pour E1, E2 et E3	Chute d'éléments de l'éolienne	Projection de glace pour E3, E4, E5 et E6	
Modéré		Projection de pale pour E1 Effondrement de l'éolienne pour E4, E5 et E6		Projection de glace pour E1 et E2	Chute de glace

Tableau 5 : Matrice d'acceptabilité des risques

Avec :

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée qu'aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice. L'ensemble des risques sont faibles ou très faibles et donc acceptables.

#### 4.2.3 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 cette étude de dangers.



## Pièce 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers

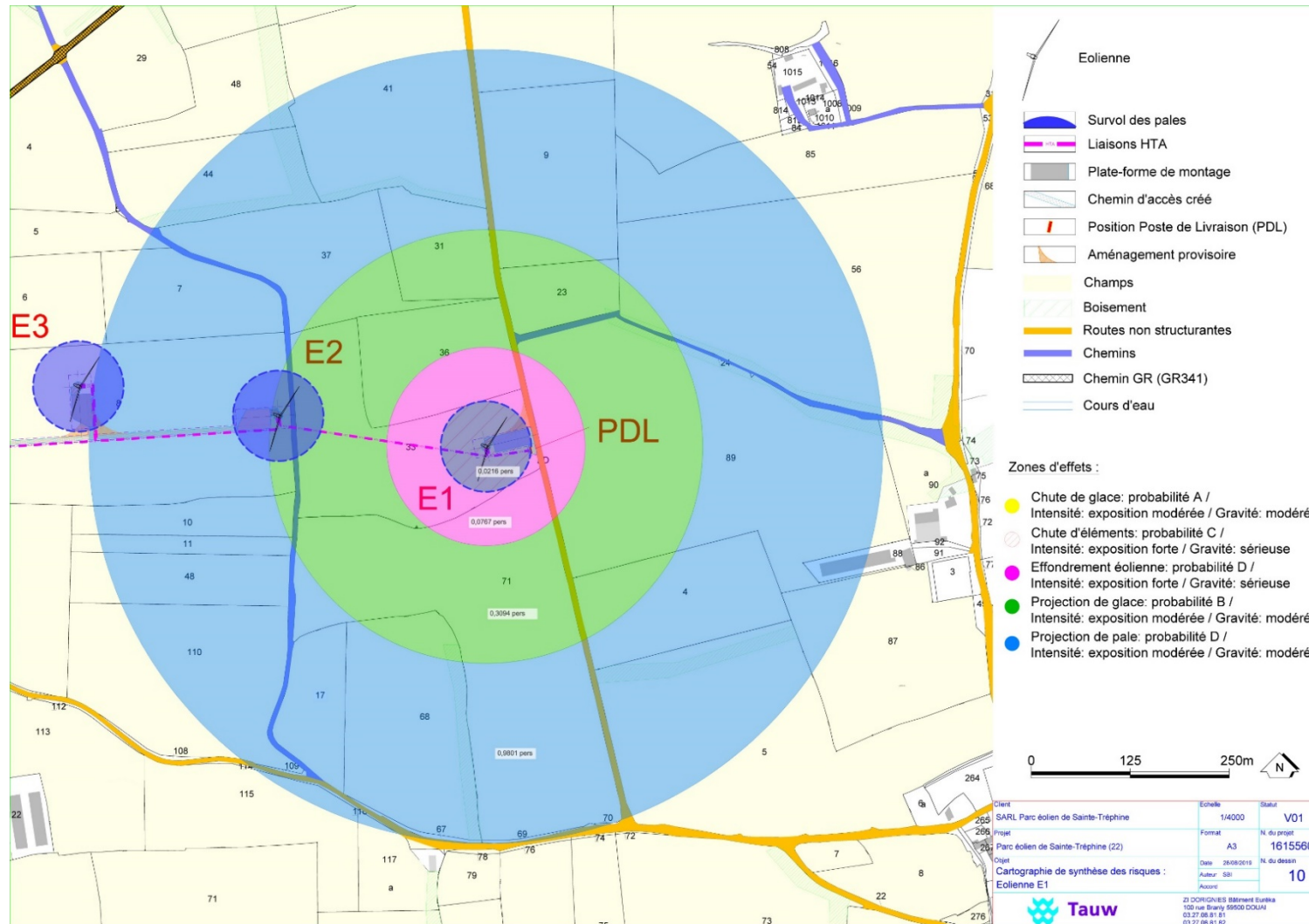


Figure 4.1 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E1

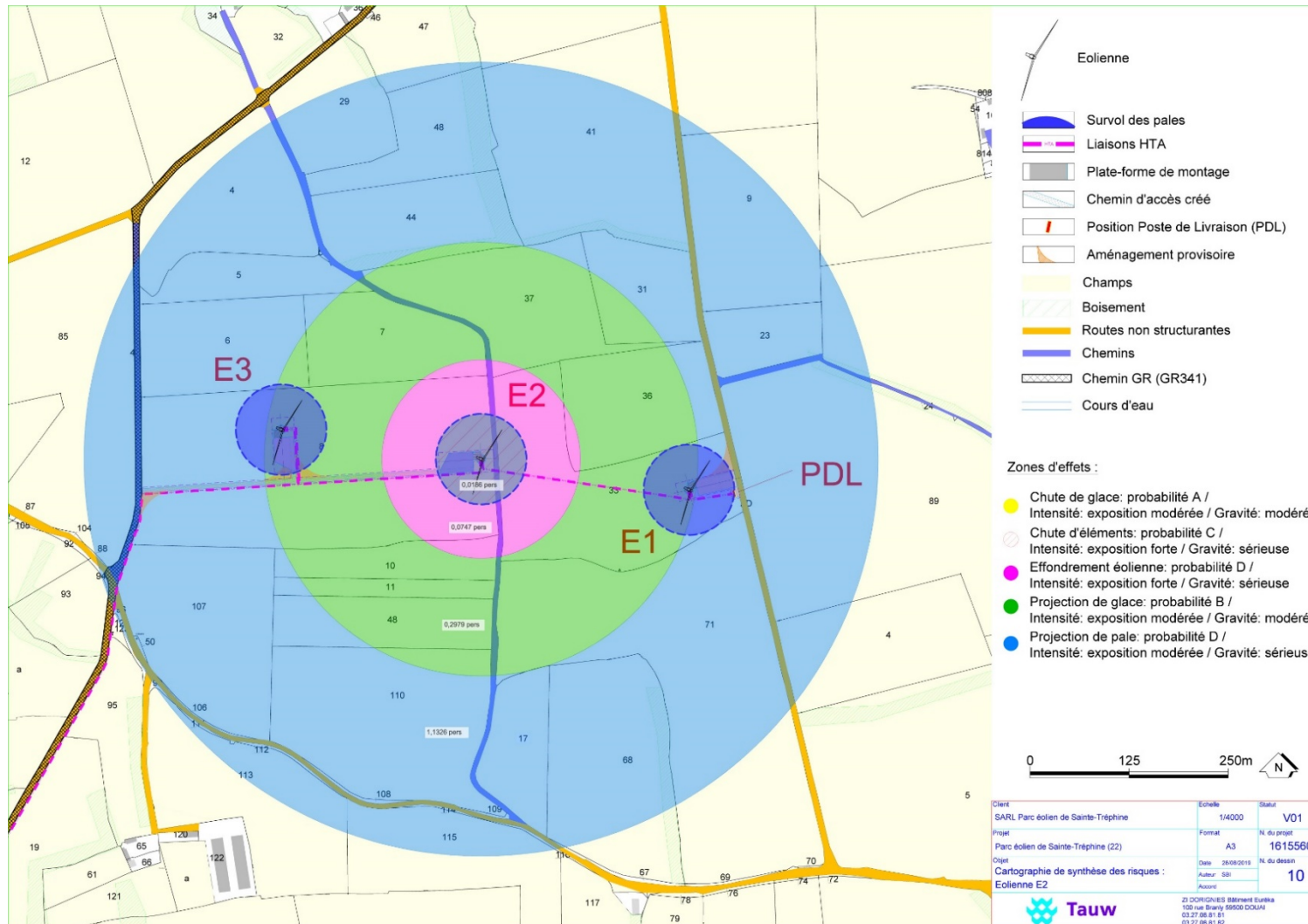
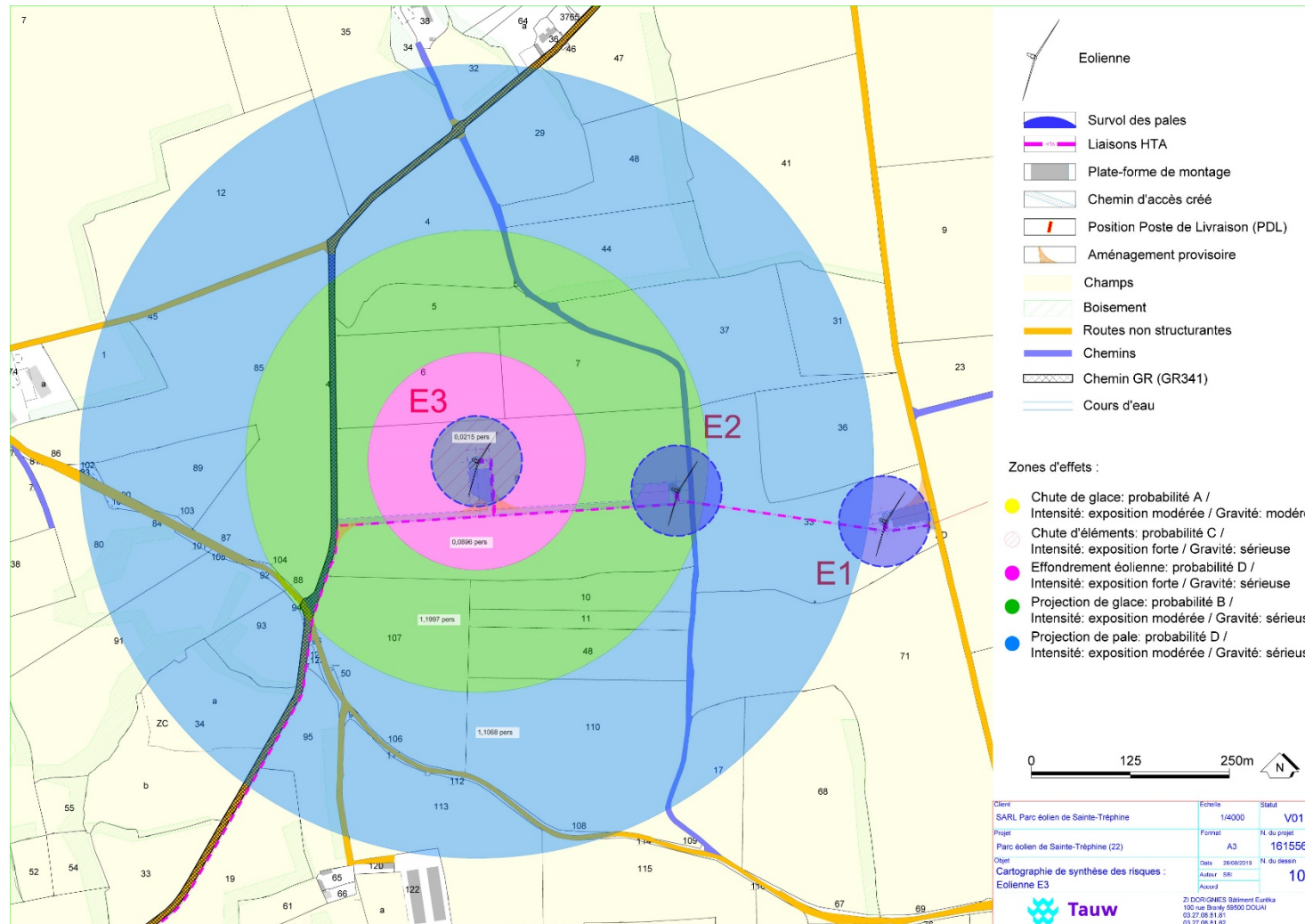
**Pièce 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers**


Figure 4.2 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E2

**Pièce 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers**

**Figure 4.3 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E3**



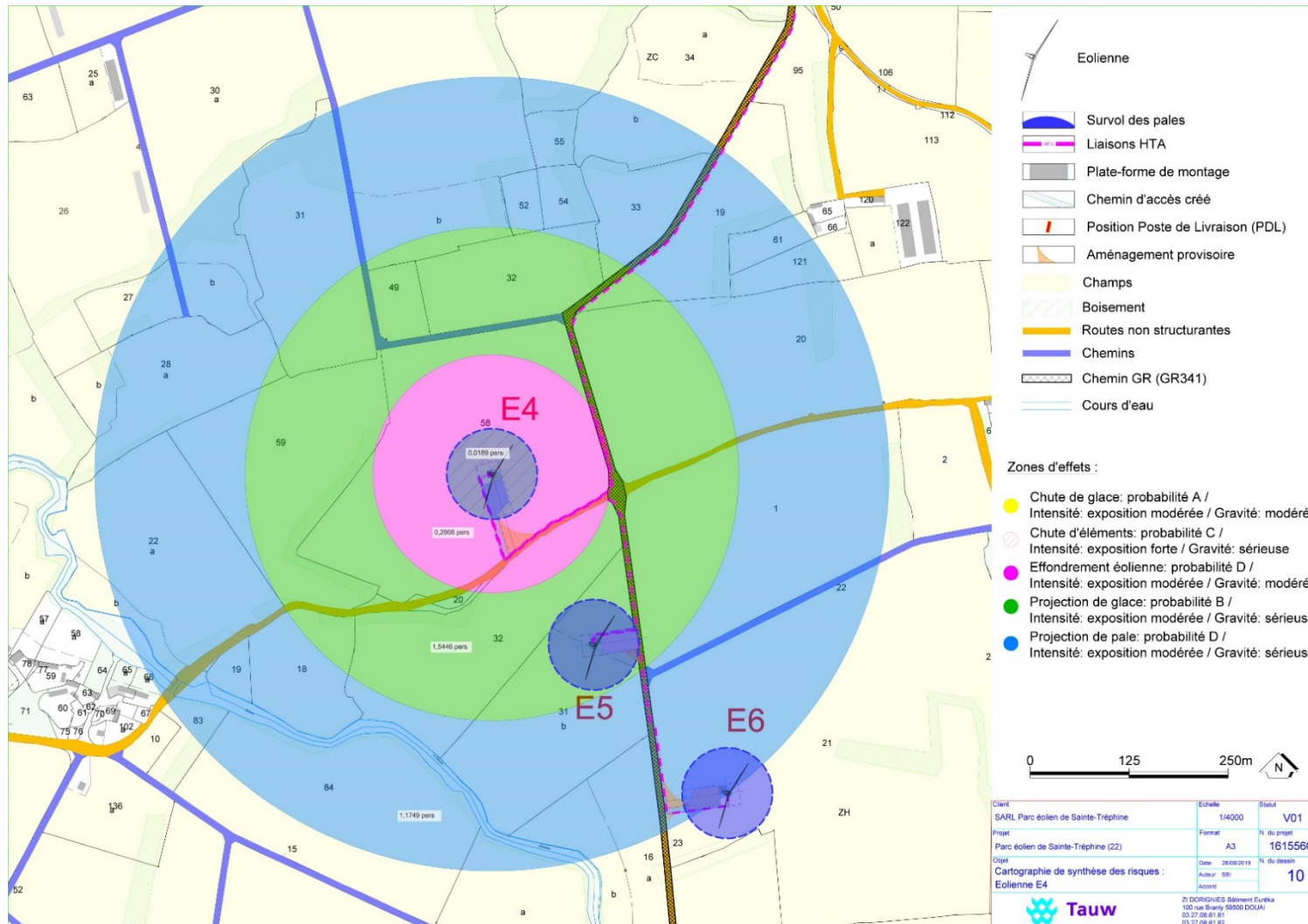
**Pièce 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers**


Figure 4.4 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E4

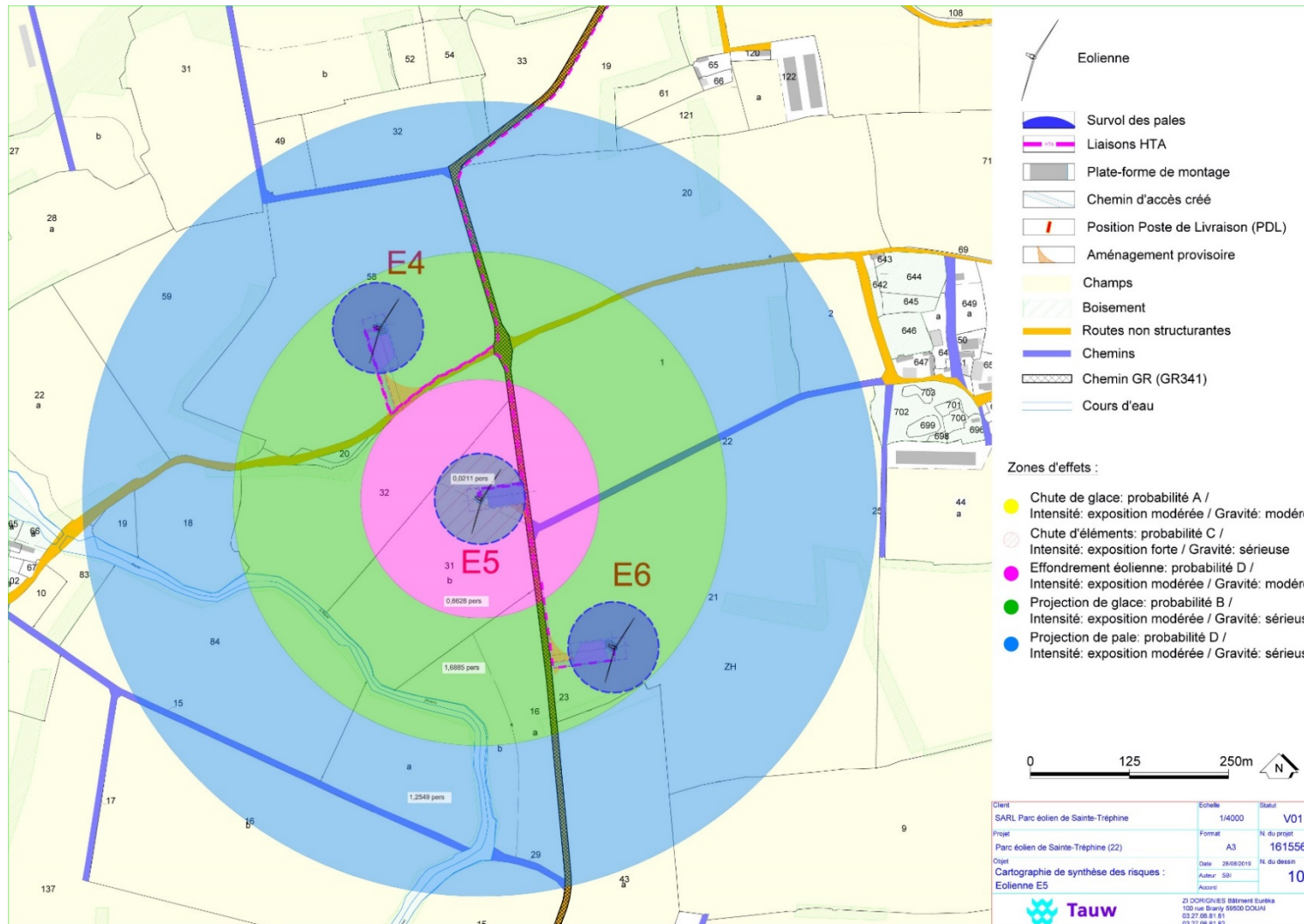
**Pièce 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers**


Figure 4.5 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E5

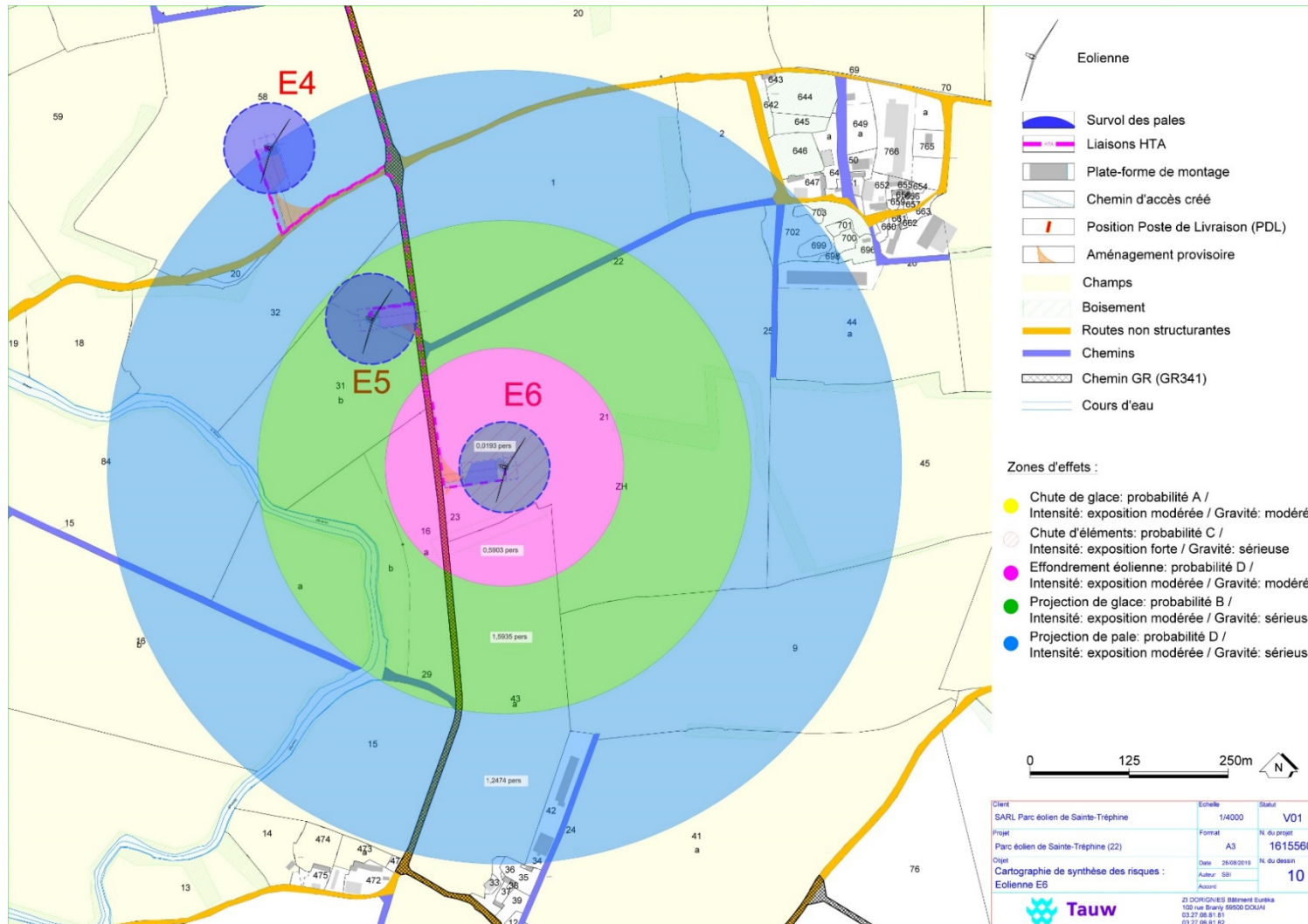
**Pièce 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers**


Figure 4.6 : Cartographie de synthèse des risques – Eolienne E6



## 5 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 scénarii 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.).

**Pour conclure sur les calculs de risques des éoliennes :**

- **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.**

## 6 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.