

Parc Eolien de Keranna

Commune de Plumieux (22) et Saint-Etienne du Gué de l'Isle

Département des Côtes d'Armor

Région Bretagne



Résumé Non Technique de l'Etude de Dangers

Dossier de demande d'autorisation d'exploiter au titre des installations classées pour la protection de l'environnement

Version de Juillet 2016 complété en Avril 2017





1



2

- 1 Carte topographique issue de l'étude d'impact
- 2 Bourg de Plumieux
- 3 Photomontage, croisement entre la route D 66 et la route menant au hameau de Tresnel

3



SOMMAIRE DU RESUME NON TECHNIQUE

SOMMAIRE du résumé non technique.....	3
INTRODUCTION	4
Objectif de l'étude de dangers	5
Renseignements administratifs.....	5
I. Présentation de l'installation	6
II. Situation de l'installation.....	7
III. Identification des potentiels de dangers de l'installation	10
IV. Réduction des potentiels de dangers à la source.....	11
IV.1. Implantation retenue	11
IV.2. Choix des éoliennes.....	11
IV.3. Exploitation du parc	11
IV.4. Substitution des produits par des produits moins dangereux et réduction des quantités	12
IV.5. Substitution des équipements	12
IV.6. Utilisation des meilleures techniques disponibles	12
V. Analyse des retours d'expérience	12
VI. Analyse préliminaire des risques.....	12
VI.1. Mesures de sécurité	13
VI.2. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques.....	13
VII. Etude détaillée des risques	14
VII.1. Définitions	14
VII.2. Tableau de synthèse des scénarios étudiés	16
VII.3. Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	16
VII.4. Cartographie des risques.....	18
CONCLUSION	34

TABLE DES FIGURES :

Figure 1. Localisation générale du site	6
Figure 2. Identification de l'environnement humain	7
Figure 3 . Carte des enjeux au sein de l'aire d'étude	9
Figure 4 : Implantation du parc éolien	11
Figure 5 : Schéma type des risques pris en compte pour la sécurité publique.....	18
Figure 6. Synthèse des risques – Modèle Vestas V100 – Eolienne 1.....	19

Figure 7. Synthèse des risques – Modèle Vestas V100 – Eolienne 2	20
Figure 8. Synthèse des risques – Modèle Vestas V100 – Eolienne 3	21
Figure 9. Synthèse des risques – Modèle Vestas V100 – Eolienne 4	22
Figure 10. Synthèse des risques – Modèle Vestas V100 – Eolienne 5	23
Figure 11. Synthèse des risques – Modèle Senvion MM100 – Eolienne 1	24
Figure 12. Synthèse des risques – Modèle Senvion MM100 – Eolienne 2	25
Figure 13. Synthèse des risques – Modèle Senvion MM100 – Eolienne 3	26
Figure 14. Synthèse des risques – Modèle Senvion MM100 – Eolienne 4	27
Figure 15. Synthèse des risques – Modèle Senvion MM100 – Eolienne 5	28
Figure 16. Synthèse des risques – Modèle Enercon E92 – Eolienne 1.....	29
Figure 17. Synthèse des risques – Modèle Enercon E92 – Eolienne 2.....	30
Figure 18. Synthèse des risques – Modèle Enercon E92 – Eolienne 3.....	31
Figure 19. Synthèse des risques – Modèle Enercon E92 – Eolienne 4.....	32
Figure 20. Synthèse des risques – Modèle Enercon E92 – Eolienne 5.....	33

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des éoliennes.....	6
Tableau 2 : Coordonnées des éoliennes	6
Tableau 3 : Nombre de personnes exposées dans la zone d'étude.....	8

INTRODUCTION

Dans le cadre d'une étude de dangers pour l'implantation d'un parc éolien, un résumé non technique doit permettre d'appréhender le projet de façon simplifiée. Ainsi, ce résumé non technique ne fournit pas de nouvelles informations par rapport à l'étude de danger. Au contraire, il faudra se référer à cette dernière pour avoir certains renseignements non signifiés dans les pages suivantes.

L'objet de ce document est de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenu dans l'étude de dangers, document majeur de la demande d'autorisation unique :

Il s'agit donc d'une synthèse des éléments développés dans ces pièces qui, tout en restant objective, ne peut s'avérer exhaustive. Pour des informations complètes, notamment en termes de technique et de méthodologie, il s'agira de se reporter aux documents sources actuellement en vigueur en Bretagne, et qui sont joints à la demande d'autorisation unique.

Les autres pièces constitutives du dossier d'autorisation unique sont présentées indépendamment :

- La lettre de demande
- le dossier de demande
- L'étude d'impact et les études externes associées (paysage, acoustique, faune flore, chauves souris, études pédologiques)
- L'étude de dangers,
- La demande d'approbation d'ouvrage pour le réseau électrique inter éoliennes
- Les plans réglementaires ICPE
- le dossier de demande de permis de construire réalisé par l'architecte
- le résumé non technique de l'Etude d'Impact

Ci-après est présentée l'entreprise qui est intervenue sur la réalisation de l'étude de dangers et son résumé technique :

BUREAU D'ETUDES	DOMAINE DE COMPETENCES	LOGO	PARTIES PRISES EN CHARGE	AUTEURS	QUALITES
QUENEA Energies Renouvelables 14, place du Champ de Foire, 29270 CARHAIX Fixe : 02 98 99 47 62 Pascal QUENEA, gérant.	Développement de projets éoliens et solaires		Rédaction de l'ensemble de l'étude hormis les thèmes spécialisés AMO Développement Relations collectivités, propriétaires, administrations	Sylvain LEGONIDEC (sylvain.legonidec@quenea.com) assisté de l'équipe Développement.	Chef de projets et référent Développement Cartographies, Photosimulation, communication

OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par Keranna Energies pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de Keranna, 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 le parc éolien de Keranna. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien de Keranna, 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.

RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

- Identité du demandeur :

Dénomination	KERANNA ENERGIES
Raison Social	SARL
N° SIRET	799 125 976 00032
Catégorie juridique	5498
Représentant de la personne morale	MR Can NALBANTOGLU
Adresse	50 ter rue de Malte -75 011 PARIS

- Identité des personnes qui ont réalisé l'étude de dangers :

LE GONIDEC Sylvain, responsable de projet à Quénéa Energies Renouvelables, assisté de l'équipe de développement.

I. PRESENTATION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien de Keranna, composé de 5 éoliennes et d'un poste de livraison, est localisé sur les communes de PLUMIEUX (4 éoliennes ainsi que le poste de livraison) et de Saint-Etienne du Gué del'Isle (1 éolienne), dans le département des Côtes d'Armor, en région Bretagne.

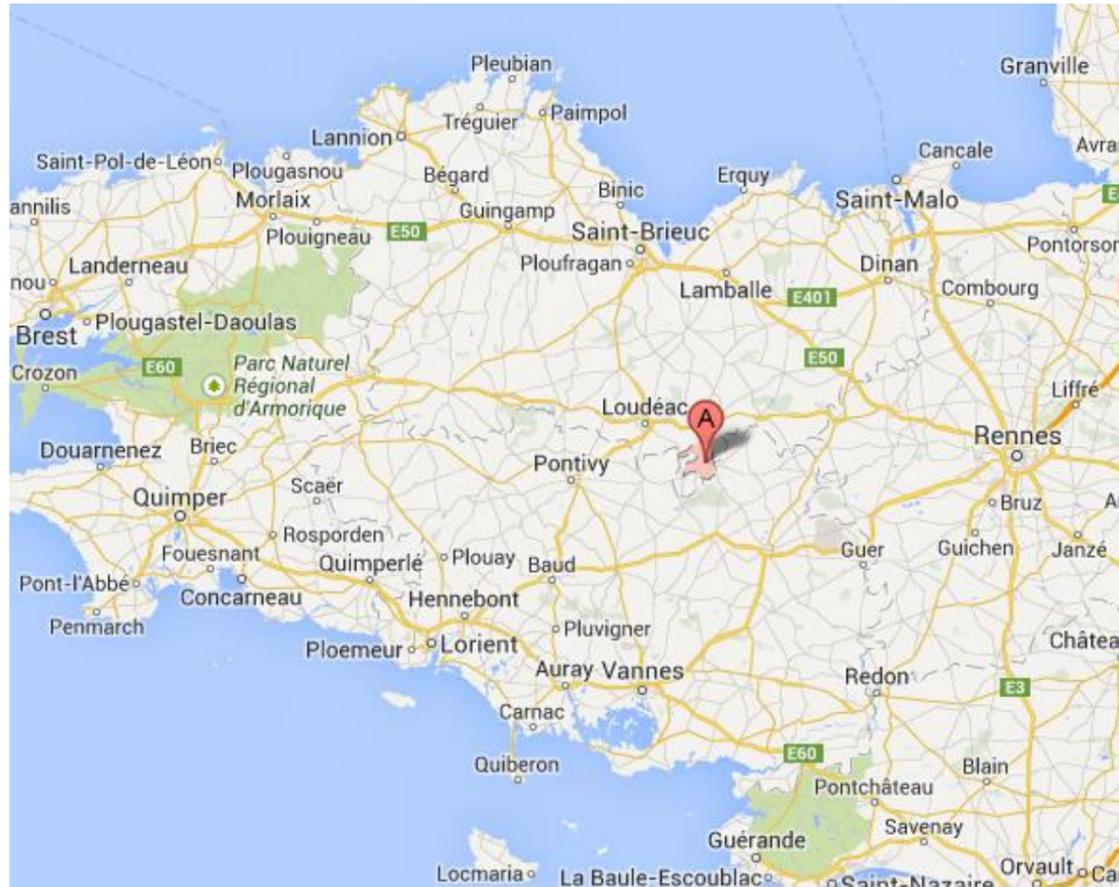


Figure 1. Localisation générale du site

A ce stade d'avancement, troistypes d'éoliennes de trois fabricants différents sont retenus par Keranna Energies pour ce parc éolien :

- V100-2MW (constructeur VESTAS)
- MM100-2 MW (constructeur SENVION)
- E92-2,35 MW (constructeur ENERCON)

Le choix définitif du fabricant d'éolienne se fera après l'obtention des autorisations pour construire et exploiter le parc éolien, en fonction de critères économiques et de disponibilité de ces modèles d'éolienne.

Les caractéristiques de ces 3 types d'éoliennes sont reprises dans le tableau ci-dessous

	Vestas V100	Senvion MM100	Enercon E92
Puissance unitaire (MW)	2	2	2,35
Hauteur totale des éoliennes (m)	150	150	150
Hauteur de mât	100 m	100 m	104 m
Base du mât	4,2 m	4,3 m	6,8 m
Diamètre rotor	100 m	100 m	92 m
Longueur des pales	49 m	48,9 m	43,8 m
Largeur des pales	3,9 m	3,6 m	3,9 m

Tableau 1 : Caractéristiques des éoliennes

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

Numéro éolienne	Projection en système Lambert 93 CC48		Altitude TN
	X	Y	en mètres NGF
1	1280387,97	7225836,81	110,61
2	1280649,12	7225688,63	119,17
3	1280933,87	7225476,99	128,16
4	1281067,81	7225190,45	127,75
5	1281099,87	7224892,15	130,62
Poste de livraison	1281046	7225340	130

Tableau 2 : Coordonnées des éoliennes

II. SITUATION DE L'INSTALLATION

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.

Les habitations les plus proches de ce parc éolien se trouvent à 540 m et le village le plus proche comporte une dizaine d'habitants.

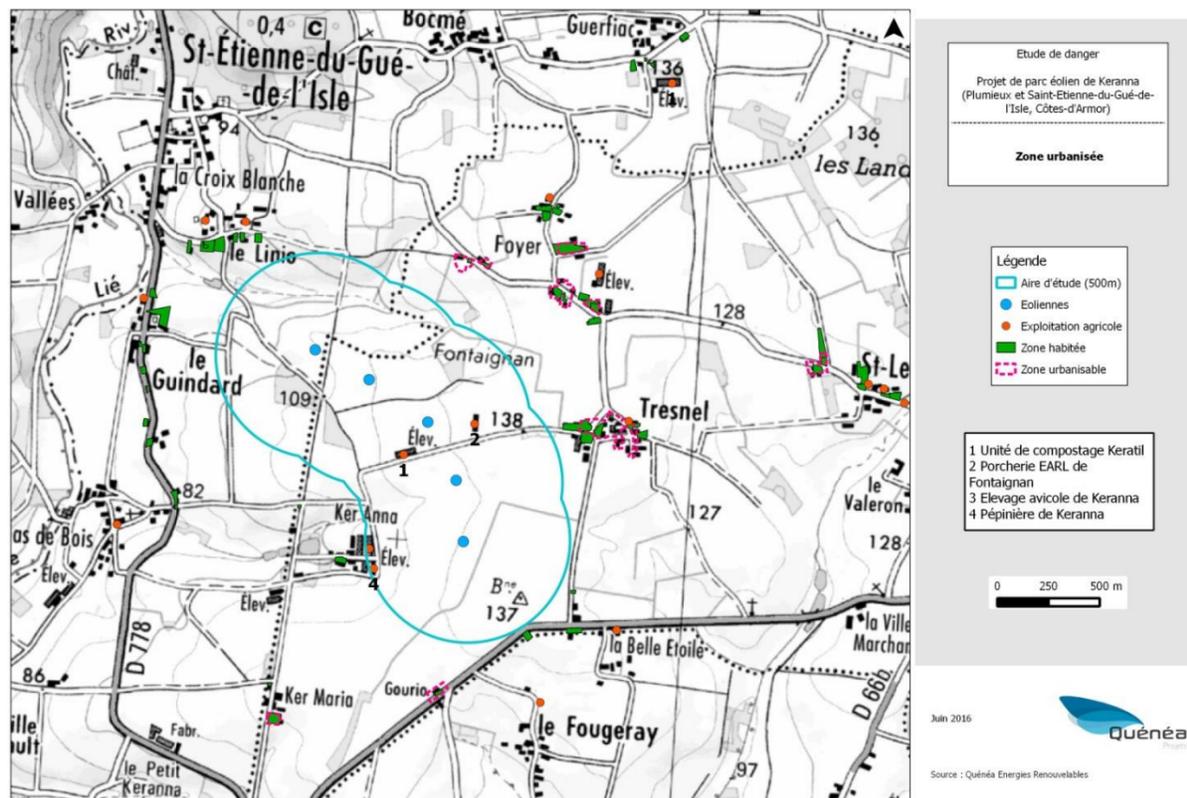
Il n'y a donc aucune habitation dans les aires d'étude. Seules des exploitations agricoles suivantes y sont présentes :

Au lieu-dit « Ker Anna » :

- une exploitation avicole (SA KERANNA - 4 employés)
- une exploitation légumière (2 Employés).

Au lieu-dit « Fontaignan » secteur à l'ouest du hameau de Tresnel :

- une exploitation porcine (EARL Fontaignan - 2 employés)
- une unité de compostage (Keratil - 1 employé).



- Il n'existe aucun ERP dans la zone d'étude. Les exploitations agricoles présentes dans la zone d'étude n'ont pas vocation à accueillir du public.
- L'installation classée pour la protection de l'environnement la plus proche est la SA KERANNA, elle se situe à une distance de 455 m environ de ce parc éolien. Il n'y a pas d'installation nucléaire de base à moins de 500 m.
- Le secteur est traversé par de nombreuses départementales secondaires. Ce réseau routier est complété par un réseau de routes communales permettant de relier les hameaux et villages, ainsi que d'un maillage de chemins, desservant les parcelles agricoles. L'emprise de ces dessertes est en correspondance avec la mécanisation de l'activité agricole. L'aire d'étude immédiate des 500 mètres est ainsi traversée par plusieurs chemins d'exploitation et des routes communales non structurantes (<2000 véhicule/jours).
- L'aéroport le plus proche se trouve à Vannes.
- Il n'existe aucun réseau de transports ferroviaire ou fluviaux dans l'aire d'étude.
- Aucune installation publique (transport d'électricité, canalisation de transport, réseaux d'assainissement, réseaux d'alimentation etc.) ne se trouve dans les limites de la zone d'étude.
- Aucun autre ouvrage n'est situé dans la zone d'étude.
- une aire de stationnement d'une surface d'environ 60m² sera installée aux abords du poste de livraison.

Contexte climatique

- Précipitations : 133 jours par an en moyenne et représente une moyenne annuelle de 892 mm.
- brouillard : 114 jours par an
- Grêle : 5 à 10 jours par an
- Températures : moyenne annuelle de 10,9°C (température moyenne en Juillet et Aout de 18°C). 2,2 jours de fortes gelées (Tn<= -5°C), 25,5 jours de gel (Tn<= 0°C)
- Vent : 4m/s en moyenne par an sur deux régimes principaux (Sud-Ouest et de Nord Nord-Est).

Risques naturels

- Sismicité : zone 2 correspondant à un risque « faible ». Les risques liés aux séismes ne seront pas considérés comme une source potentielle extérieure de danger
- Mouvements de terrain : faiblement soumis à l'aléa retrait-gonflement des argiles
- Foudre : 3 jours d'orage par an sur la commune de Plumieux avec une densité de 0,22 arcs
- Tempêtes : Aucune catastrophe naturelle liée au climat depuis la tempête du 15 octobre 1987
- Inondations : De par la situation topographique (zones d'implantation sur les points hauts), les aménagements ne sont pas concernés par le risque d'inondations ou de coulées de boues.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'étude (epp : Equivalent Personnes Permanentes).

Les hypothèses suivantes ont été prises pour le comptage des personnes exposées :

- **les exploitations agricoles** : nombres d'employés maximum sur site
- **Terrains non aménagés et très peu fréquentés** (champs, prairies ...) : 1 personne par tranche de 100 ha
- **Terrain aménagés mais peu fréquentés** (voies de circulation non structurante <2000 véhicules/jour, chemins agricoles ...) : 1 personne par tranche de 10ha

Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (Aire de stationnement) : 10 personnes à l'ha

	Terrain non aménagé		Terrain aménagé peu fréquenté et voie de circulation non structurante		Terrain aménagé fréquenté / aire de stationnement		Zone d'activité	Total EPP
	Surface (m ²)	epp	Surface(m ²)	epp	Surface(m ²)	epp	epp	
E1	770434	0,77	14964	0,15	0	0	0	0,92
E2	774038	0,77	11360	0,11	0	0	0	0,89
E3	778870	0,78	6468	0,06	60	0,06	3	3,90
E4	779990	0,78	5348	0,05	60	0,06	7	7,89
E5	781314	0,78	4024	0,04	60	0,06	9	9,88

Tableau 3 : Nombre de personnes exposées dans la zone d'étude

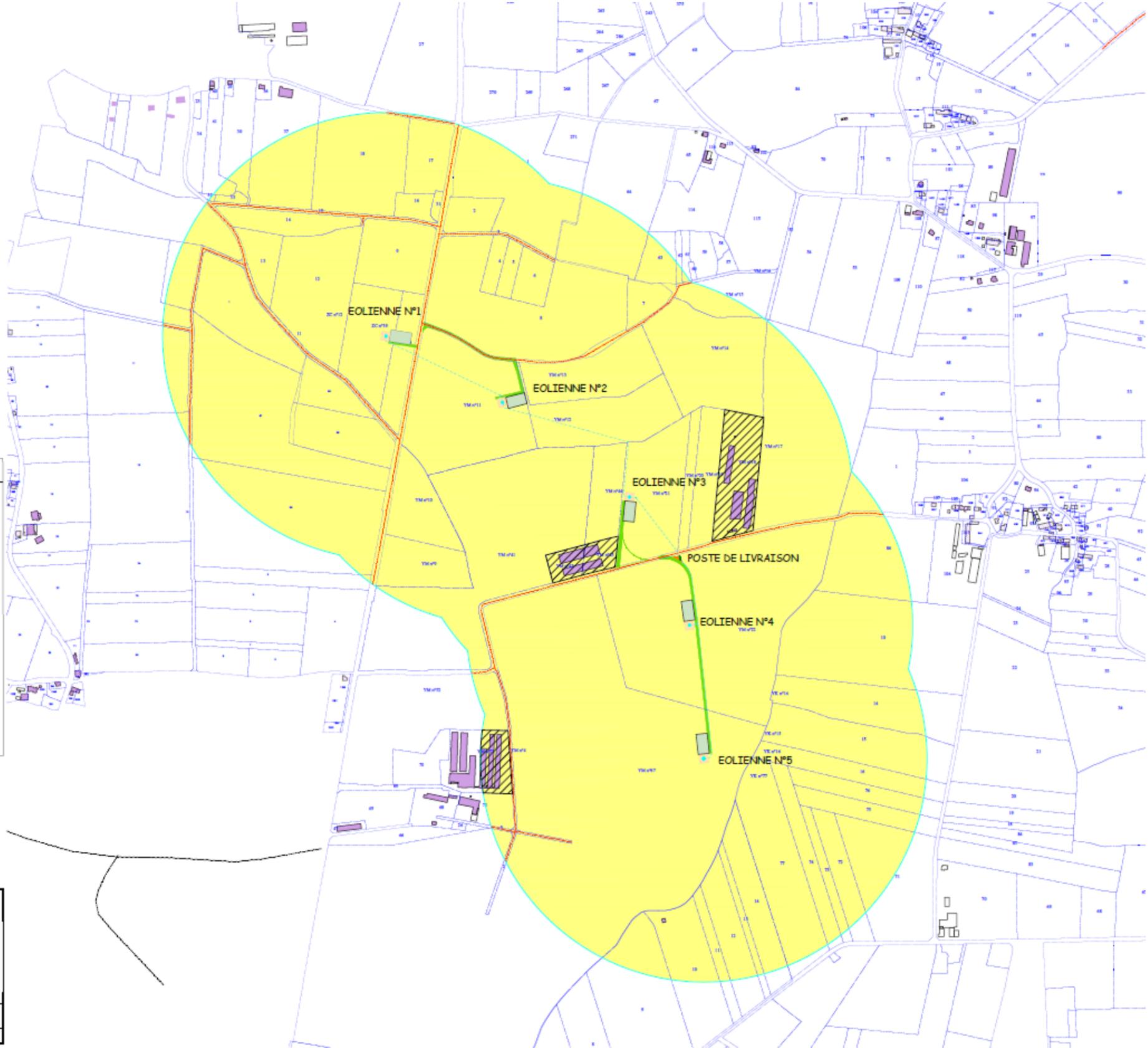
Ce tableau de synthèse permet d'identifier les enjeux à protéger en prenant en compte le nombre de personnes exposées.

La carte présentée ci-après permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans la zone d'étude.



Projet éolien de Keranna
Commune de Plumieux et de Saint Etienne du Gué de l'Isle (22)

Etude de Dangers
CARTE DES ENJEUX | ENSEMBLE DU PARC

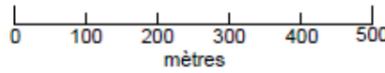


LEGENDE

- EOLIENNE
- LIMITE CADASTRALE ENTRE PARCELLES
- CABLAGE ENTERRE INTER-EOLIENNES
- AIRE D'ETUDE (rayon = 500 m)
- CHEMINS A CREER OU A RENFORCER
- PLATEFORMES
- FONDATIONS
- POSTE DE LIVRAISON
- AIRE DE STATIONNEMENT

ENJEUX

- BÂTI DUR D'APRES CADASTRE
- PARCELLES NON AMENAGEES
- PARCELLES AMENAGEES MAIS PEU FREQUENTEES
- AXES DE CIRCULATION



MATRES D'OUVRAGES		
KERANNA ENERGIES 12-14 Place du Champ de Foire 29 270 CARHAIX - PLOUGUER TEL. 02 98 99 47 62		
PROJET		RESPONSABLE D'ETUDE: QUENEA ENERGIES RENOUVELABLES FAIT A CARHAIX LE 14 06 16
IMPLANTATION DE 5 EOLIENNES + 1 POSTE DE LIVRAISON ELECTRIQUE		
EOLIENNE N°1 - Le Lirio 22210 St Etienne du Gué de l'Isle		
EOLIENNE N°2 - Le Lirio 22210 PLUMIEUX		
EOLIENNE N°3 - Trénel Quet 22210 PLUMIEUX		
EOLIENNE N°4 - Trénel Quet 22210 PLUMIEUX		
EOLIENNE N°5 - Ker Arza 22210 PLUMIEUX		
POSTE DE LIVRAISON ELIC: Trénel Quet 22210 PLUMIEUX		

Figure 3 . Carte des enjeux au sein de l'aire d'étude

III. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

Potentils de dangers liés aux produits

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien de Keranna 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.

Potentils de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Keranna sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'énergie mécanique	Survitesse	Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique
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

IV. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

IV.1. IMPLANTATION RETENUE

Lors de la démarche de conception du projet, ont été étudiés plusieurs scénarios d'implantation afin de respecter l'ensemble des contraintes et sensibilités des enjeux en termes de santé et d'environnement relevées en phase diagnostic.

Ainsi, conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011, l'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs soit situés à une distance minimale de 500 m de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur.

L'augmentation de cette distance aux habitations les plus proches est un critère d'importance afin de réduire autant que possible les potentiels de danger.

Pour le projet de Keranna, cet éloignement est de 540 mètres au minimum et de plus de 780 mètres au maximum, soit 665 mètres en moyenne.

L'implantation retenue se dessine en un parc de 5 éoliennes sur une ligne incurvée. Elle correspond à une organisation axiale nord-ouest/sud-est régulière de cinq éoliennes.



Figure 4 : Implantation du parc éolien

IV.2. CHOIX DES EOLIENNES

Sur la base des mesures et modélisations de climat et de terrain, des simulations de production ont été réalisées afin de déterminer précisément l'énergie «productible» par le parc éolien. Ces études ont permis de déterminer la classe d'éolienne à installer sur le site ainsi que les deux composantes majeures que sont la hauteur du mât et le diamètre du rotor des éoliennes.

Pour le présent projet, les conclusions des études ont montré que le site de Keranna était assimilable à un site classe 2. Les composantes dimensionnelles des éoliennes (puissance unitaire de deux mégawatts) seront comprises dans les fourchettes de valeurs suivantes :

- Hauteur du mat : 90 mètres < H mat < 110 mètres
- Diamètre du rotor : 90 mètres < D rotor < 110 mètres

Le gabarit des éoliennes, retenu pour le projet, se situera donc dans ces intervalles afin de satisfaire à un bon dimensionnement du parc éolien et ceci au regard du critère de production d'électricité.

La puissance unitaire des éoliennes pour ce gabarit pourrait atteindre 2.35 MW.

A ce stade d'avancement, trois types d'éoliennes de trois fabricants différents sont retenus par Keranna Energies pour ce parc éolien : V100-2MW (constructeur VESTAS), MM100-2 MW (constructeur SENVION) ou E92-2,35 MW (constructeur ENERCON). Le choix définitif du fabricant d'éolienne se fera après l'obtention des autorisations pour construire et exploiter le parc éolien.

Ces modèles sont de conception récente et respectent toutes les normes en vigueur à ce jour (voire IV.2.3) en terme de sécurité et respectent les prescriptions générales de l'arrêté du 26 Aout 2011 (voir annexe 1 pour les détails).

IV.3. EXPLOITATION DU PARC

Lors de l'exploitation, les principaux potentiels de dangers liés aux produits utilisés pour la maintenance et à l'installation en elle-même (éoliennes et réseaux électriques) sont réduits au maximum à la source :

Produits :

- Aucun stockage dans l'éolienne ou dans les postes électriques,
- Apport de la quantité nécessaire et suffisante uniquement,
- Personnel formé aux risques présentés par les produits utilisés,

Installation :

- Conception de l'éolienne (normes et certifications),
- Consignes de sécurité strictes, affichées et connues des employés (interdiction de fumer ou d'apporter une flamme nue etc.)

- Arrêt de l'éolienne et mise en sécurité lors des opérations de maintenance,
- Équipements de travail adaptés,
- Présence d'équipements de lutte contre l'incendie...,
- Maintenance régulière préventive et curative,
- Contrôle des différents paramètres d'exploitation (vent, température, niveau de vibrations, puissance électrique, etc.),
- Report des messages d'alarmes au centre de conduite,
- Protection contre la foudre.

IV.4. SUBSTITUTION DES PRODUITS PAR DES PRODUITS MOINS DANGEREUX ET REDUCTION DES QUANTITES

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

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

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

IV.5. SUBSTITUTION DES EQUIPEMENTS

Les dangers des équipements sont principalement dus au caractère mobile de ceux-ci (pièces en rotation) et à leur situation (à plusieurs dizaines de mètres au-dessus du sol). Ceci peut entraîner des chutes ou projection de pièces au sol.

Un autre danger est lié à la présence d'installations électriques avec des tensions élevées (jusqu'à 35 000 volts), dont le dysfonctionnement peut être à l'origine d'incendies.

Les équipements qui constituent à ce jour l'éolienne sont tous indispensables à son fonctionnement. Il n'est donc pas possible a priori de les substituer.

Depuis les débuts du développement de l'éolien, des évolutions technologiques ont permis de mettre en place des équipements plus performants en termes d'optimisation des rendements et de diminution des risques :

- Remplacement de pales métalliques par des pales en matériaux composites, plus légères et moins sujettes aux phénomènes de fatigue ;
- Dispositif d'orientation des pales permettant de fonctionner par vent faible et de diminuer les contraintes par vent fort ;
- Dispositif aérodynamique d'arrêt en cas de survitesse ;
- Dispositifs de surveillance des dysfonctionnements électriques (détecteur d'arcs notamment).

Ces évolutions se poursuivent afin d'améliorer la sécurité.

IV.6. UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

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

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

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

V. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

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

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

VI. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Une analyse préliminaire des risques sous forme d'un tableau générique est réalisée permettant d'identifier de manière représentative les scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire :

- Scénarios relatifs aux risques liés à la glace ;
- Scénarios relatifs aux risques d'incendie ;
- Scénarios relatifs aux risques de fuites ;
- Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments ;
- Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales ;
- Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes.

Le tableau d'analyse générique des risques 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.

- Incendie de l'éolienne (effet thermique)
- Incendie du poste de livraison ou du transformateur
- Infiltration d'huile dans le sol

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

VI.1. MESURES DE SECURITE

Afin de prévenir et/ ou limiter les phénomènes dangereux listés dans le tableau précédemment évoqué et leurs conséquences, les barrières de sécurité installées par les constructeurs sur les aérogénérateurs sont les suivantes :

- **Systèmes de détection de la formation de glace/givre** (mise à l'arrêt de l'éolienne, affichage du risque pour les promeneurs) ;
- **Systèmes de détection de l'échauffement des pièces mécaniques**(capteurs de température, mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement) ;
- **Systèmes de détection de la survitesse** (frein aérodynamique principal et/ou frein mécanique auxiliaire) ;
- **Systèmes de détection des courts-circuits**(coupure de la transmission électrique, signal d'alerte à l'exploitant) ;
- **Systèmes de prévention des effets de la foudre**(mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur) ;
- **Systèmes de protection et intervention incendie** (capteurs de température, détection incendie, alarme au poste de contrôle et intervention des services de secours) ;
- **Systèmes de prévention et rétention de fuite de liquides** (détecteur de niveau d'huile, procédures d'urgence, kit antipollution) ;
- **Systèmes de prévention de l'effondrement de l'éolienne** (Contrôles des fondations et assemblages, procédures qualités, attestation de contrôle technique);
- **Systèmes de prévention des erreurs de maintenance** (manuel de maintenance, formation du personnel).
- **Systèmes de prévention contre le risque de vents forts** (classe de l'éolienne adaptée, détection des vents fort et tempêtes, arrêt automatique de l'éolienne en cas de détection de vents forts) ;

VI.2. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

VII. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

VII.1. DEFINITIONS

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.

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 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.

Cinétique

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

Intensité

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

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.

Gravité

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

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

Les hypothèses suivantes ont été prises pour le comptage des personnes exposées :

- **les exploitations agricoles** : nombres d'employés maximum sur site
- **Terrains non aménagés et très peu fréquentés** (champs, prairies ...) : 1 personne par tranche de 100 ha
- **Terrain aménagés mais peu fréquentés** (voies de circulation non structurante <2000 véhicule/jours, chemins agricoles ...) : 1 personne par tranche de 10ha
- **Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés** (Aire de stationnement) : 10 personnes à l'ha

Concernant les longueurs des voies de circulation, ces dernières ont été mesurées dans les zones d'effets de l'éolienne ayant le plus gros gabarit (V100 et MM100) afin de prendre en compte l'hypothèse la plus

contraignante. Bien que les zones d'effets pour le 3ème gabarit (E92) soient moins grandes, les mêmes longueurs de voies de circulation ont été appliquées.

Probabilité

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

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	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.	$10^{-3} < P < 10^{-2}$
C	Improbable Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P < 10^{-3}$
D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P < 10^{-4}$
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	10^{-5}

VII.2. TABLEAU 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.

Scénario	Eolienne	Zone d'effet		Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	
Chute d'éléments de l'éolienne	Vestas V100 Senvion MM100 Enercon E92	Zone de survol	V100	50 m	Rapide	Exposition Forte	C - Improbable	Sérieux
			MM100	50 m				
			E92	46 m				
Effondrement de l'éolienne	Vestas V100 Senvion MM100 Enercon E92	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	V100	150 m	Rapide	V100=Exposition Forte MM100=Exposition Modérée E92=Exposition Forte	D - Rare	V100 et E92 - Sérieux E1 E2 E4 E5 = Sérieux E3 = Important MM100 - E1 E2 E4 E5 = Modéré E3 = Sérieux
			MM100	150 m				
			E92	150 m				
Chute de glace	Vestas V100 Senvion MM100 Enercon E92	Zone de survol	V100	50 m	Rapide	Exposition modérée	A - Courant, sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modéré
			MM100	50 m				
			E92	46 m				
Projection de pale	Vestas V100 Senvion MM100 Enercon E92	500 m autour de l'éolienne	V100	500 m	Rapide	Exposition modérée	D - Rare	E1 E2 = Modéré E3 E4 E5 = Sérieux
			MM100	500 m				
			E92	500 m				
Projection de glace	Vestas V100 Senvion MM100 Enercon E92	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	V100	300 m	Rapide	Exposition modérée	B - Probable, sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	E1 E2 E5 = Modéré E3 E4 = Sérieux
			MM100	300 m				
			E92	294 m				

VII.3. 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.

- Vestas V100 :

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Effondrement de l'éolienne E3			
Sérieux		Effondrement de l'éolienne E1 E2 E4 E5 Projection de pale ou fragment de pale E3 E4 E5	Chute d'élément d'éolienne (E1 à E5)	Projection de glace E3 E4	
Modéré		Projection de pale ou fragment de pale E1 E2		Projection de glace E1E2 et E5	Chute de glace (E1 à E5)

Légende de la matrice		
Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

- Senvion MM100 :

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Effondrement de l'éolienne E3 Projection de pale ou fragment de pale E3 E4 E5	Chute d'élément d'éolienne (E1 à E5)	Projection de glace E3 E4	
Modéré		Effondrement de l'éolienne E1 E2 E4 E5 Projection de pale ou fragment de pale E1 E2		Projection de glace E1 E2 et E5	Chute de glace (E1 à E5)

Légende de la matrice		
Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

- Enercon E92 :

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Effondrement de l'éolienne E3			
Sérieux		Effondrement de l'éolienne E1 E2 E4 E5 Projection de pale ou fragment de pale E3 E4 E5	Chute d'élément d'éolienne (E1 à E5)	Projection de glace E3 E4	
Modéré		Projection de pale ou fragment de pale E1 E2		Projection de glace E1 E2 et E5	Chute de glace (E1 à E5)

Légende de la matrice		
Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice quel que soit le type d'éolienne envisagé.
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VI.1 sont mises en place.

L'étude conclut à l'acceptabilité du risque généré par le parc éolien Keranna, en effet le risque associé à chaque événement redouté étudié quelle que soit l'éolienne, est considéré acceptable.

VII.4. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

Les cartes de synthèse suivantes mettent en avant l'intensité, la gravité, la cinétique et la probabilité de chaque scénario et pour chaque configuration possible du parc éolien de Keranna (3 modèles d'éoliennes à l'étude) :

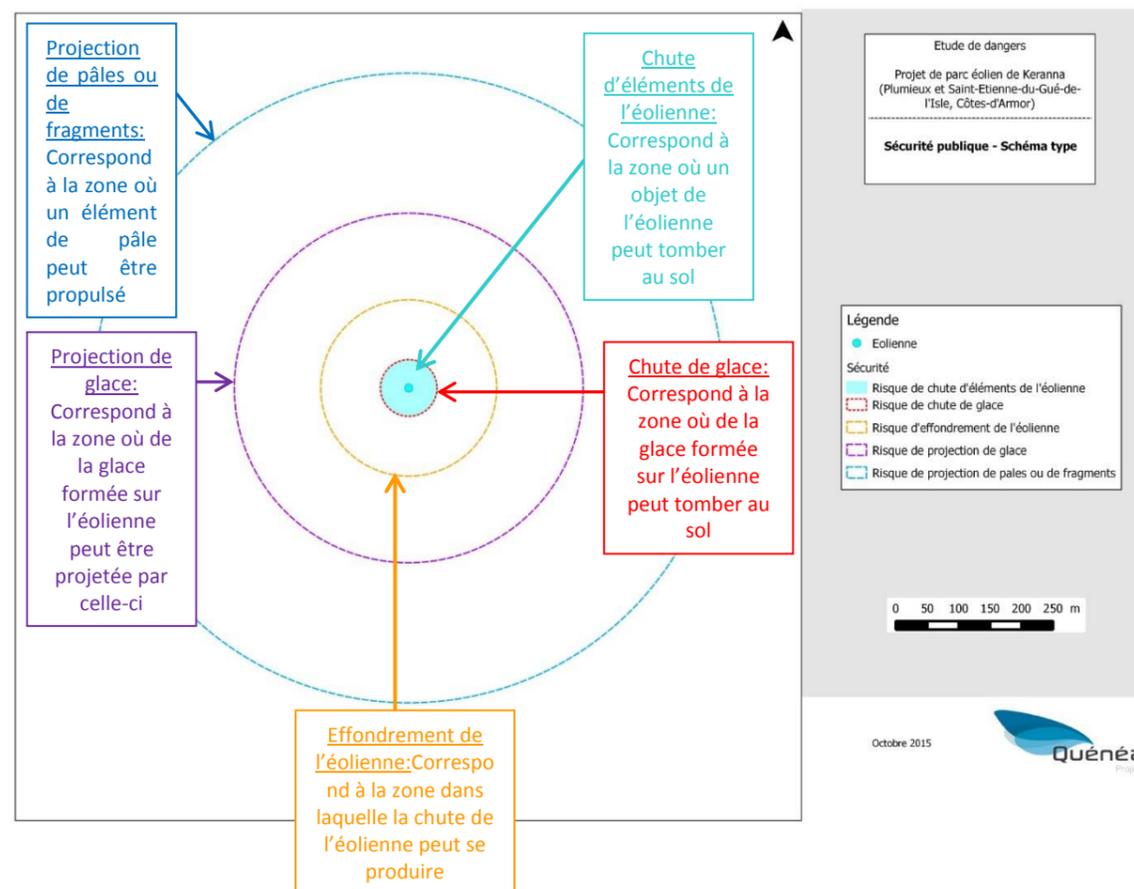


Figure 5 : Schéma type des risques pris en compte pour la sécurité publique

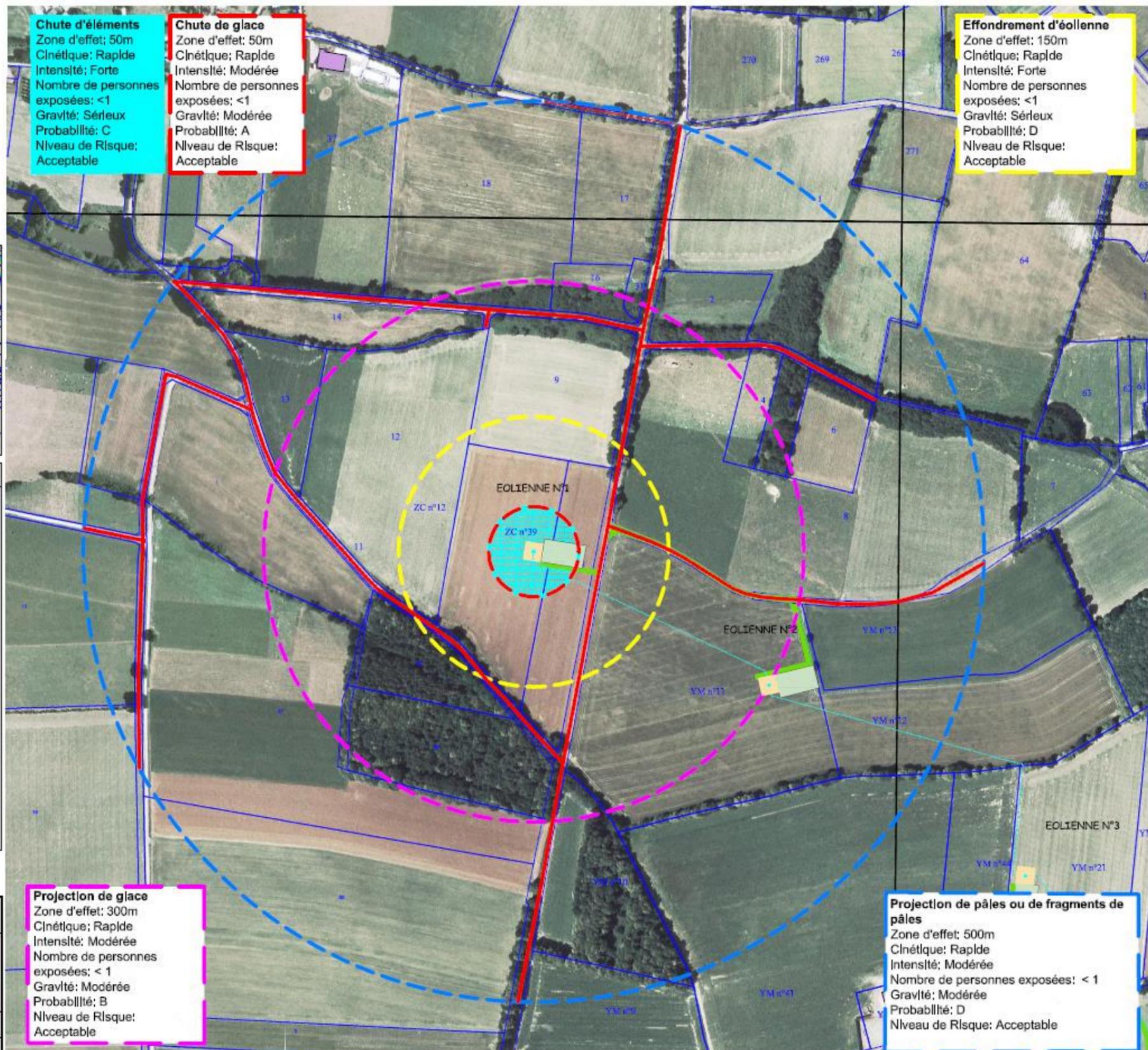


Figure 6. Synthèse des risques – Modèle Vestas V100 – Eolienne 1

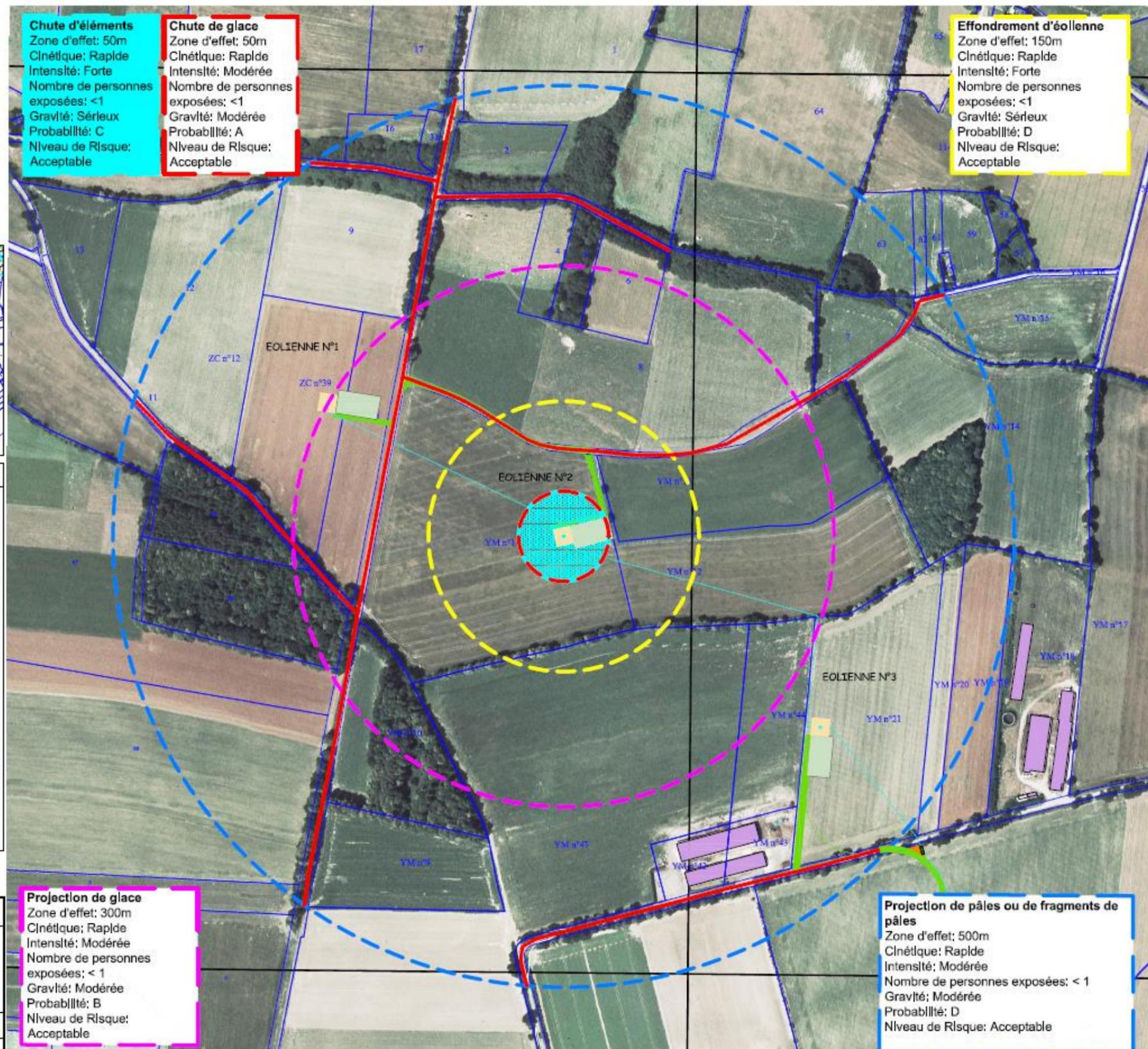


Figure 7. Synthèse des risques – Modèle Vestas V100 – Eolienne 2

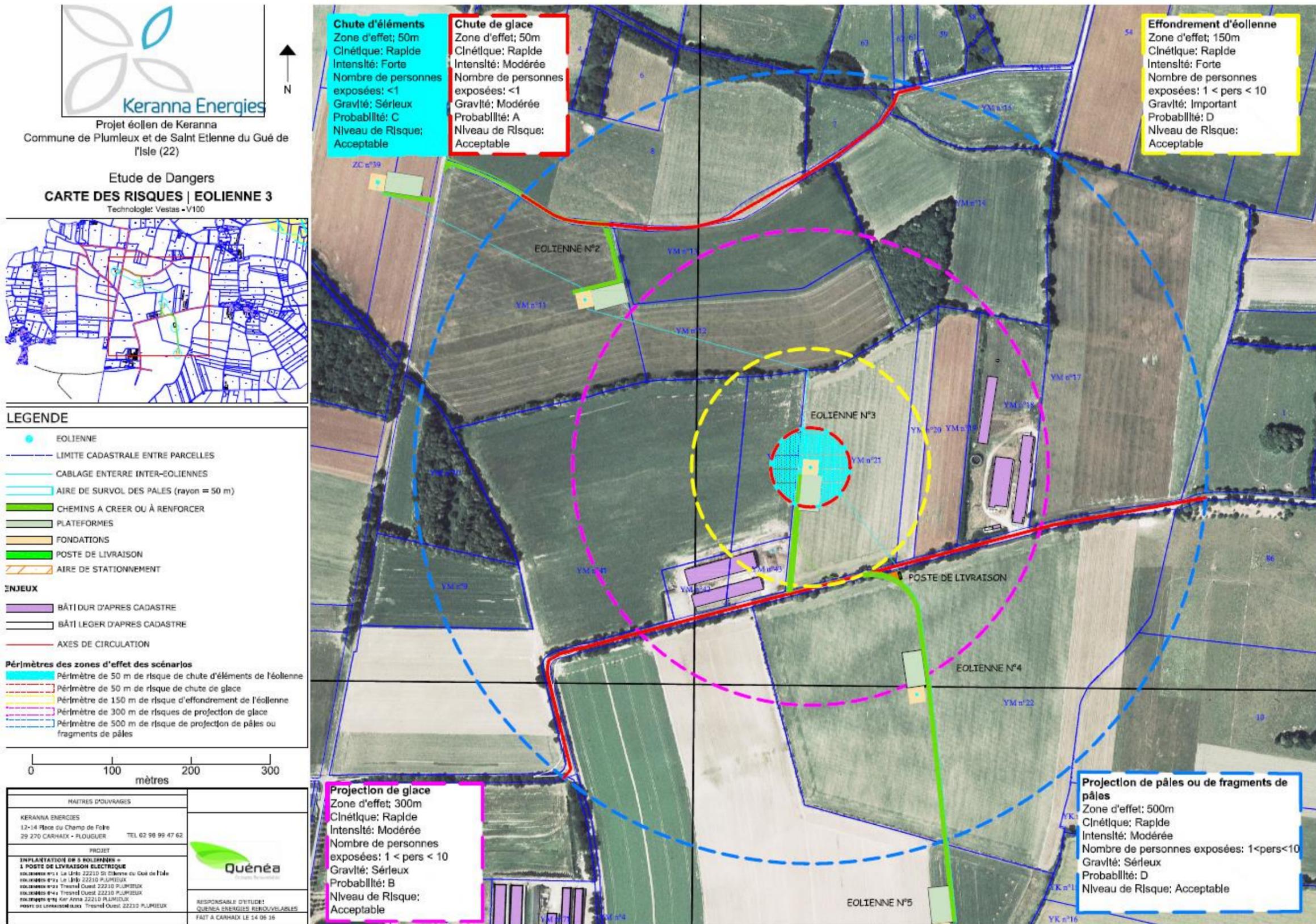


Figure 8. Synthèse des risques – Modèle Vestas V100 – Eolienne 3

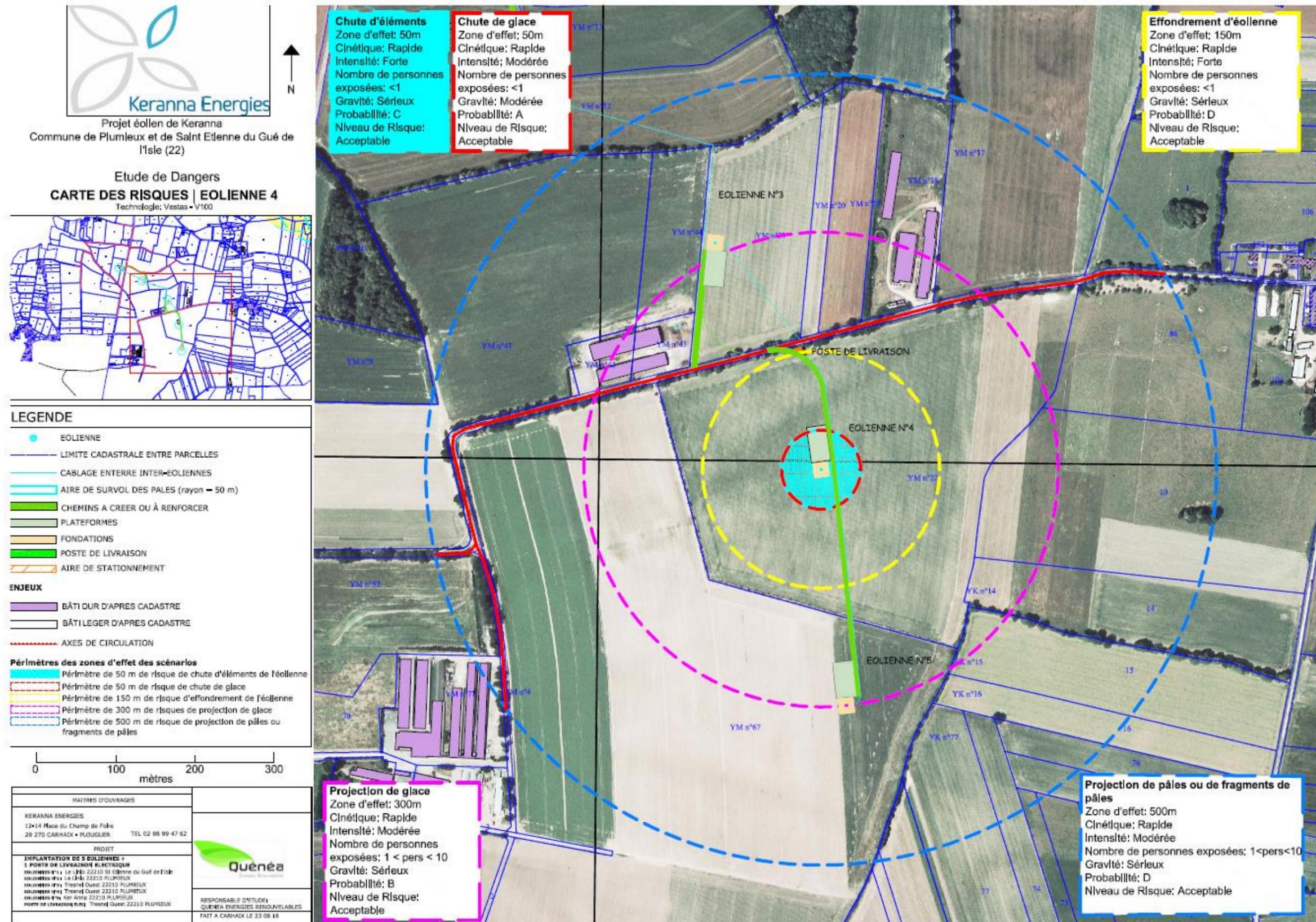


Figure 9. Synthèse des risques – Modèle Vestas V100 – Eolienne 4

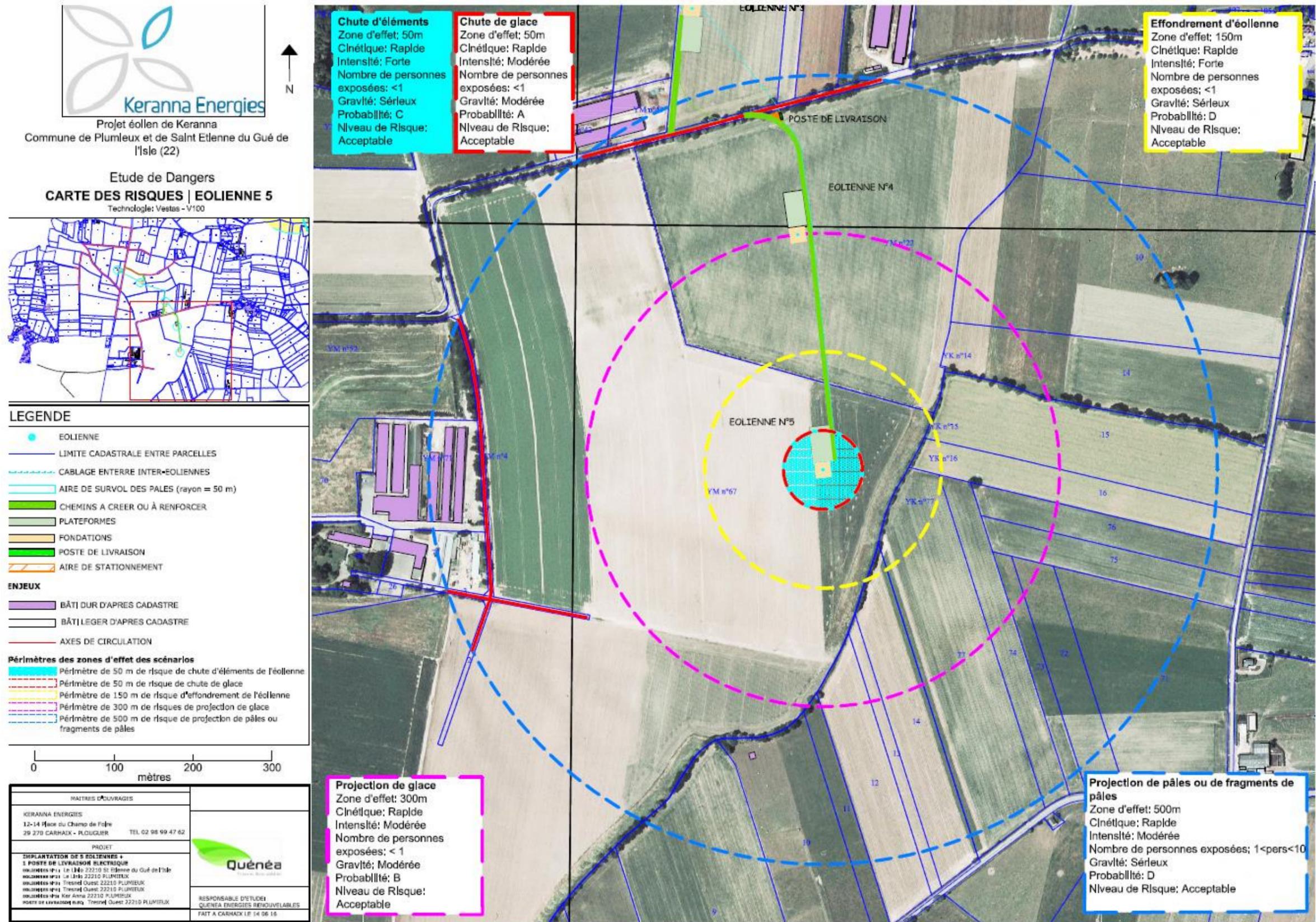


Figure 10. Synthèse des risques – Modèle Vestas V100 – Eolienne 5

Keranna Energies
 Projet éolien de Keranna
 Commune de Plumleux et de Saint Etienne du Gué de l'Isle (22)

Etude de Dangers
CARTE DES RISQUES | EOLIENNE 1
 Technologie: Servion - MM100

LEGENDE

- EOLIENNE
- LIMITE CADASTRALE ENTRE PARCELLES
- CABLAGE ENTERRE INTER-EOLIENNES
- AIRE DE SURVOL DES PALES (rayon = 50 m)
- CHEMINS A CREER OU A RENFORCER
- PLATEFORMES
- FONDATIONS
- POSTE DE LIVRAISON
- AIRE DE STATIONNEMENT

ENJEUX

- BÂTI DUR D'APRES CADASTRE
- BÂTI LEGER D'APRES CADASTRE
- AXES DE CIRCULATION

Périmètres des zones d'effet des scénarios

- Périmètre de 50 m de risque de chute d'éléments de l'éolienne
- Périmètre de 50 m de risque de chute de glace
- Périmètre de 150 m de risque d'effondrement de l'éolienne
- Périmètre de 300 m de risques de projection de glace
- Périmètre de 500 m de risque de projection de pâles ou fragments de pâles

0 100 200 300 mètres

MATRICES D'OUVRAGES	
KERANNA ENERGIES 12-14 Place du Champ de Foire 29 270 CARHAIX - PLOUGUER TEL 02 98 99 47 62	
PROJET IMPLANTATION DE 5 EOLIENNES + 1 POSTE DE LIVRAISON ELECTRIQUE EOLIENNE N°1 Le Uho 22210 St Etienne du Gué de l'Isle EOLIENNE N°2 Le Uho 22210 PLUMLEUX EOLIENNE N°3 Treoné Ouest 22210 PLUMLEUX EOLIENNE N°4 Kar Anna 22210 PLUMLEUX POSTE DE LIVRAISON ELECTRIQUE Treoné Ouest 22210 PLUMLEUX	
RESPONSABLE D'ETUDE QUENEA ENERGIES RENOUVELABLES FAIT A CARHAIX LE 14 06 16	

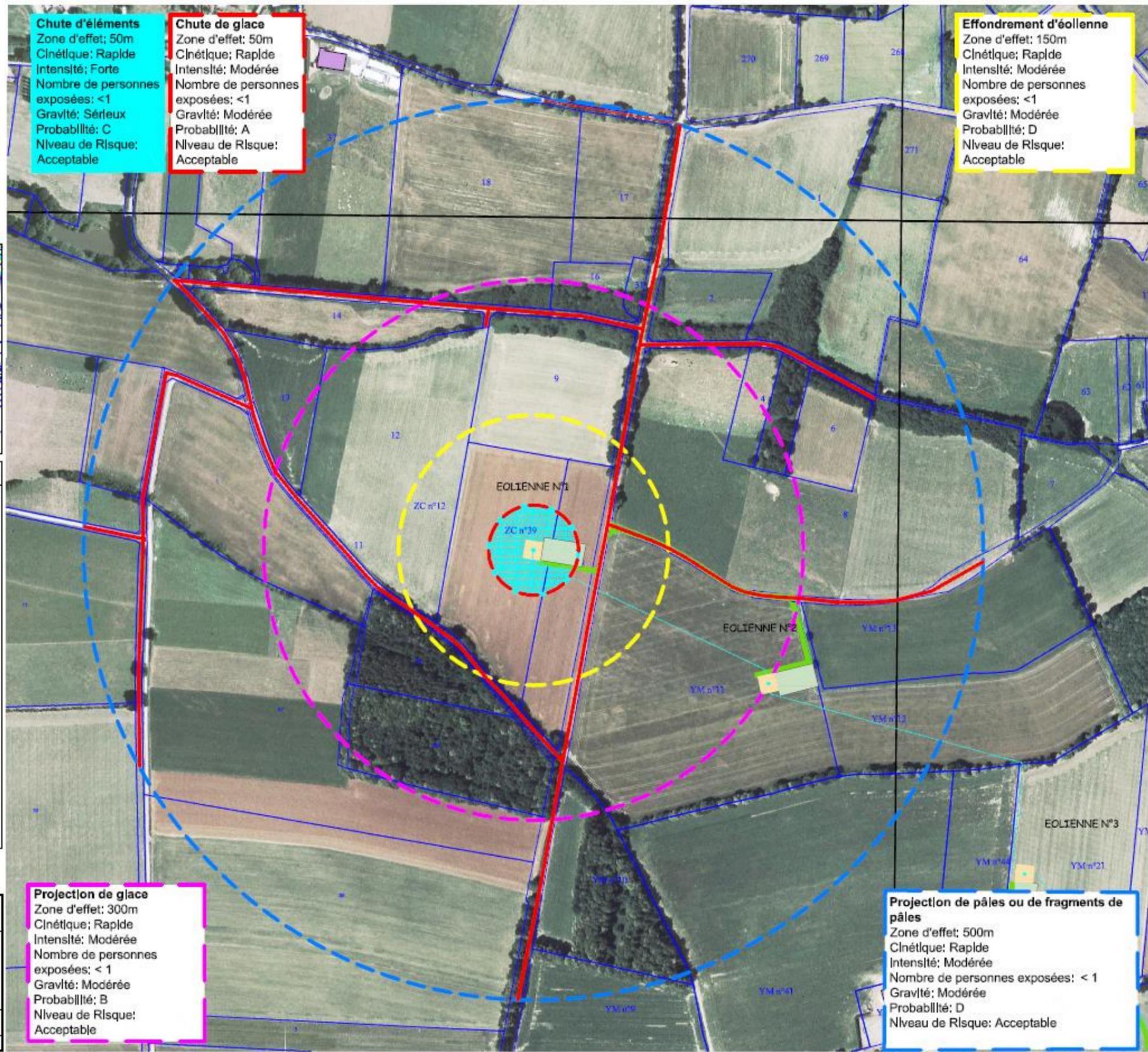


Figure 11. Synthèse des risques – Modèle Servion MM100 – Eolienne 1

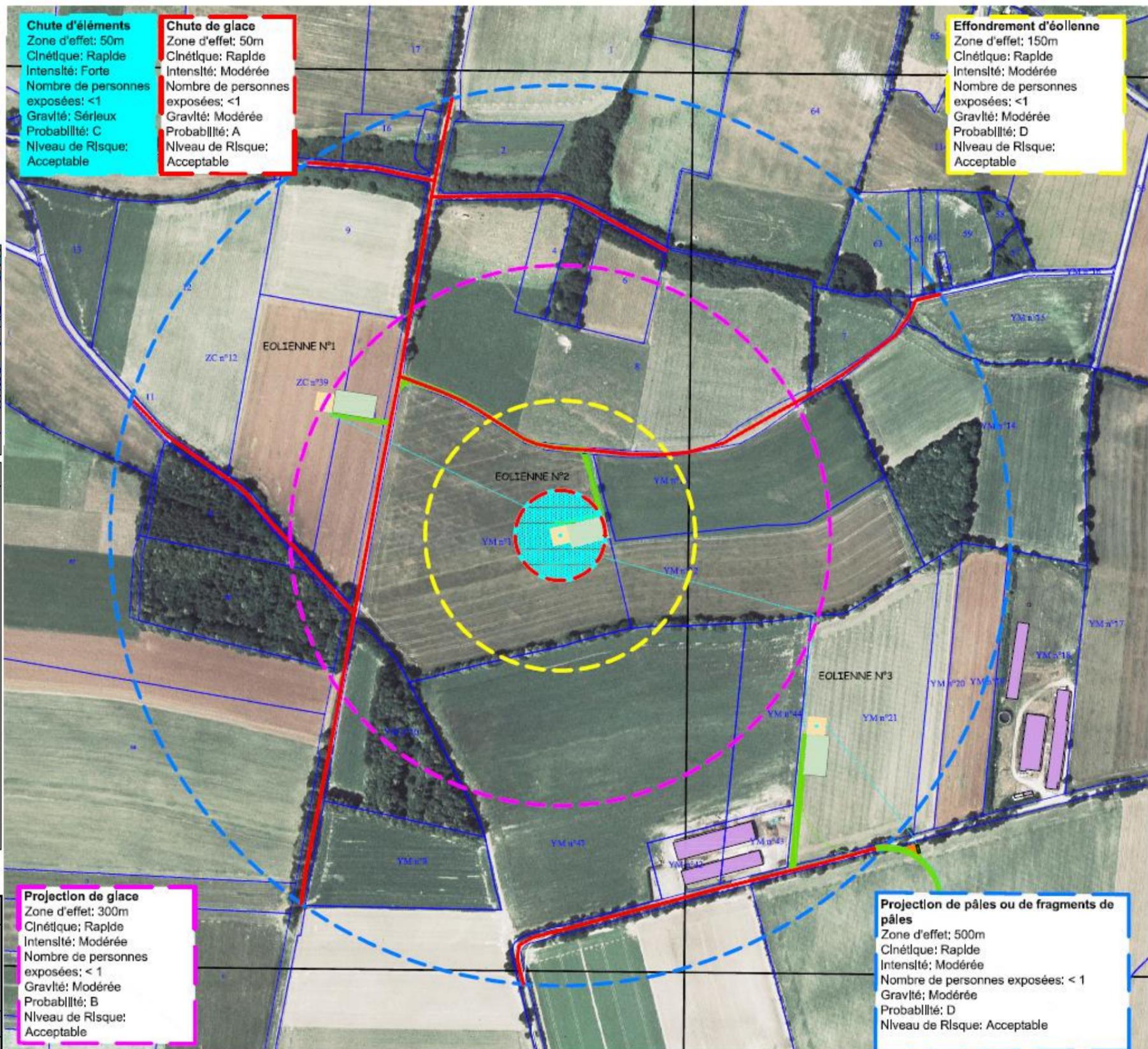
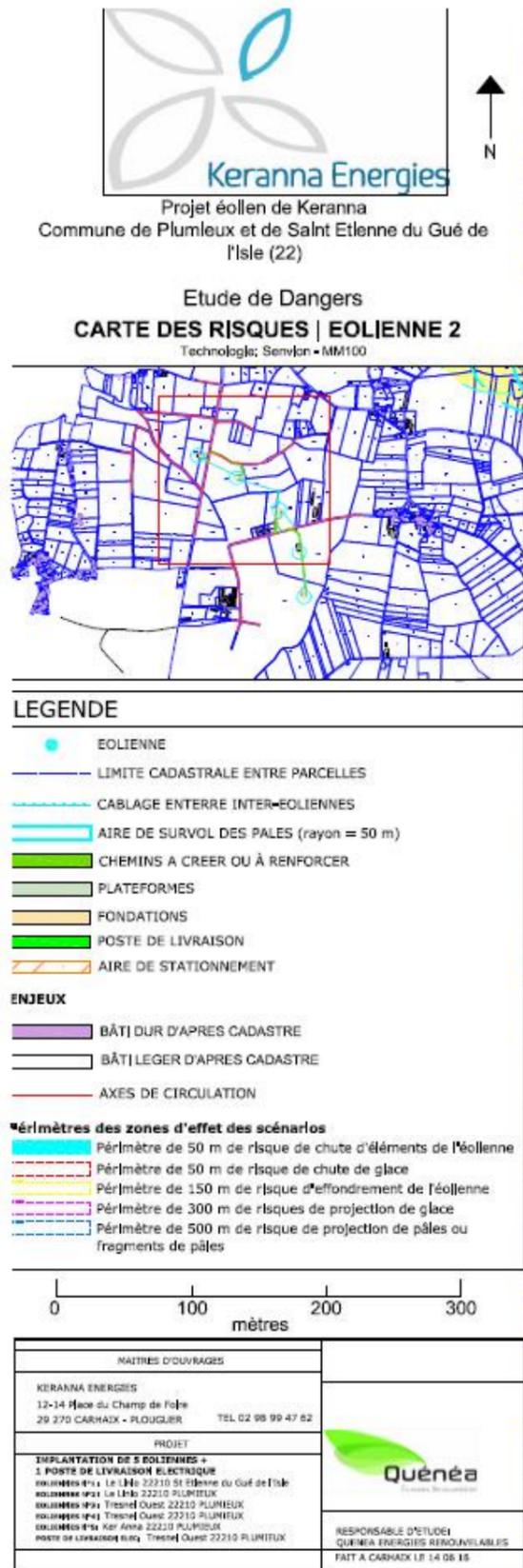


Figure 12. Synthèse des risques – Modèle Servijan MM100 – Eolienne 2

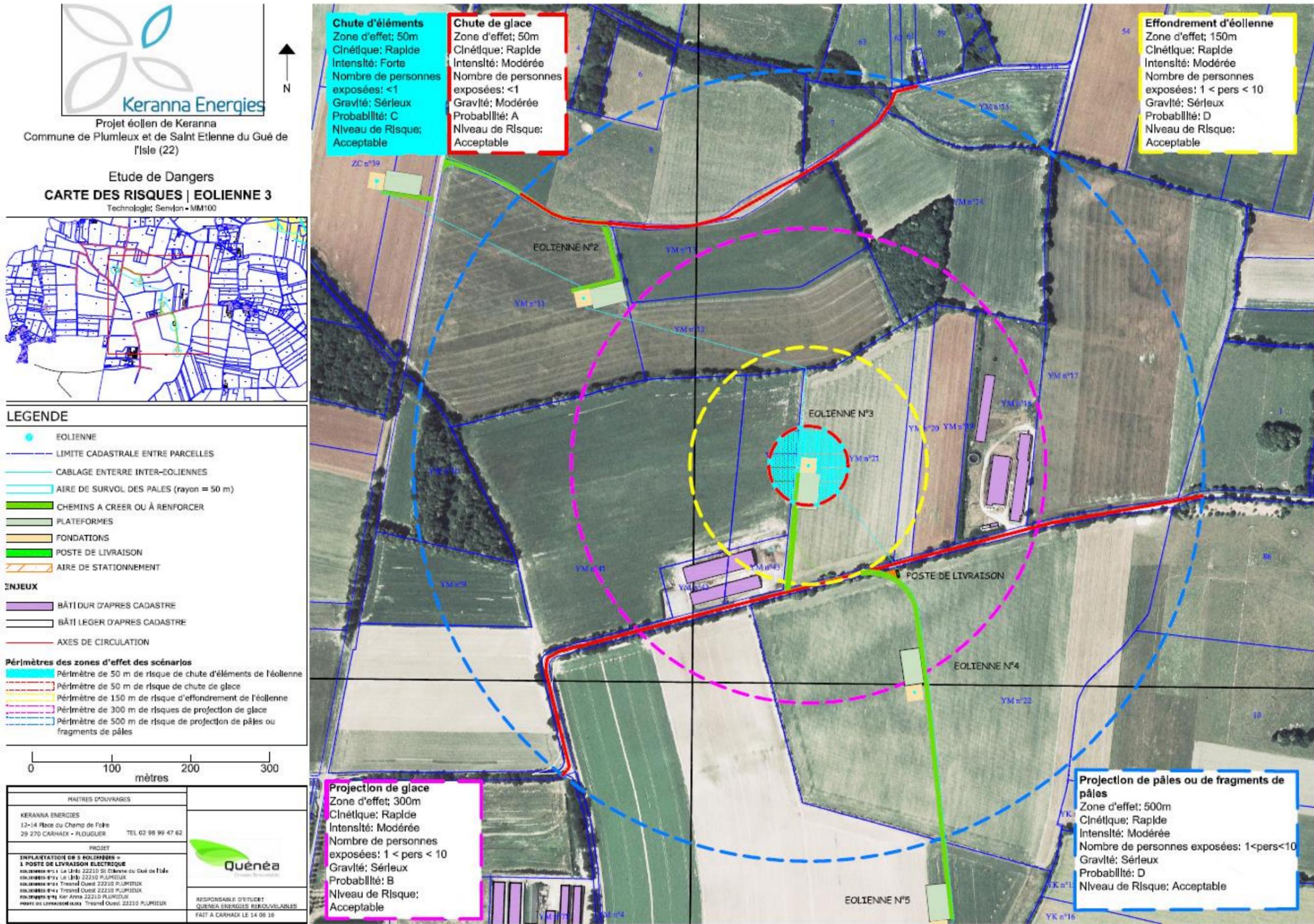


Figure 13. Synthèse des risques – Modèle Servlon MM100 – Eolienne 3

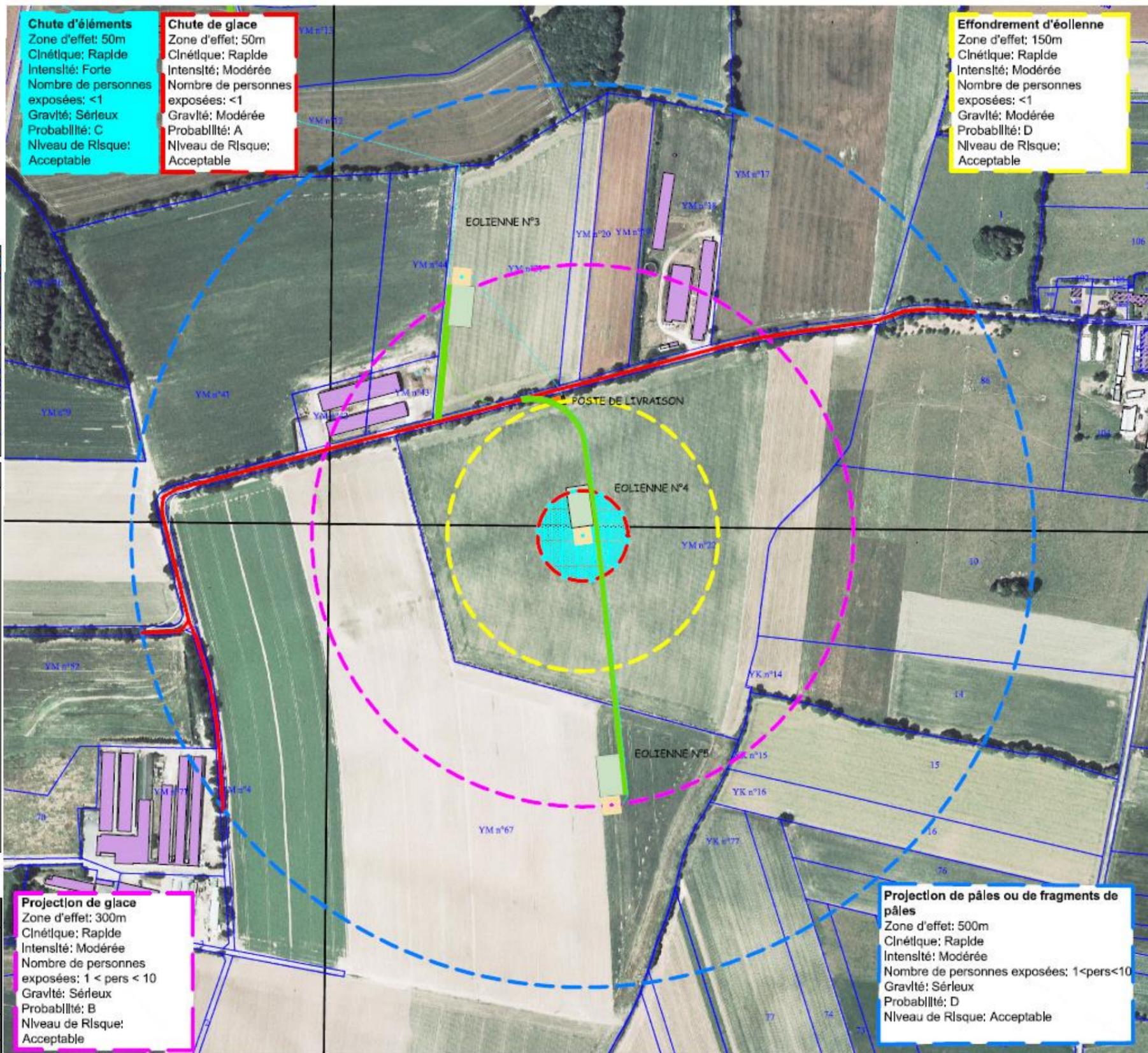
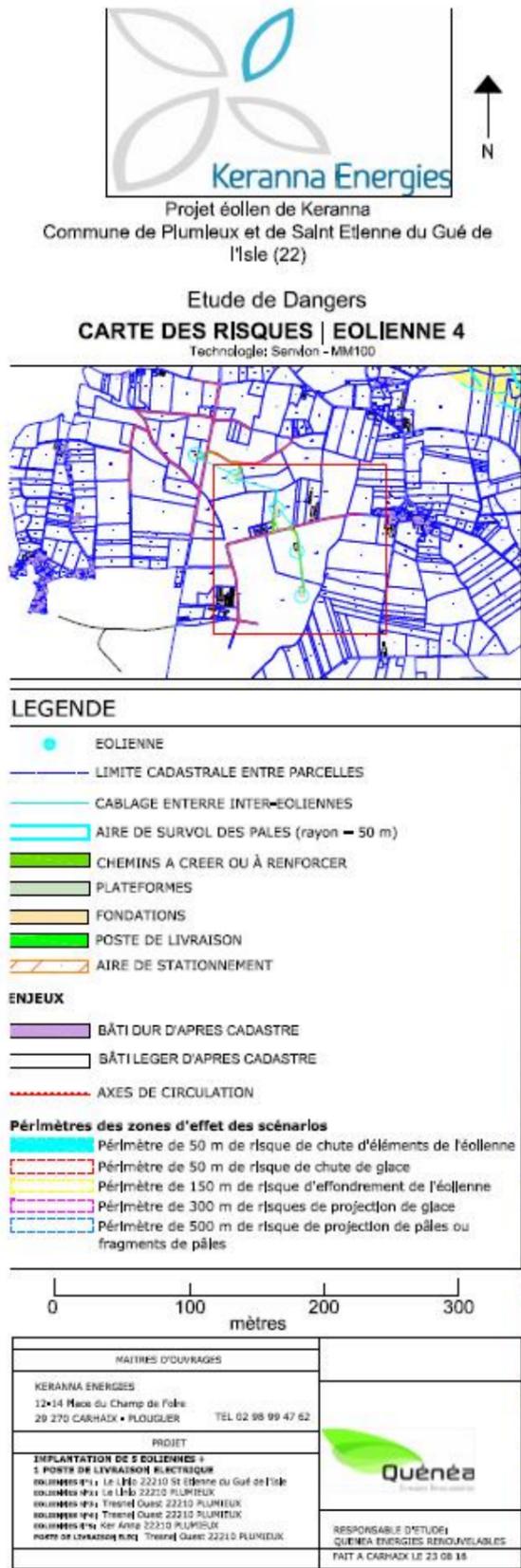


Figure 14. Synthèse des risques – Modèle Savlon MM100 – Eolienne 4

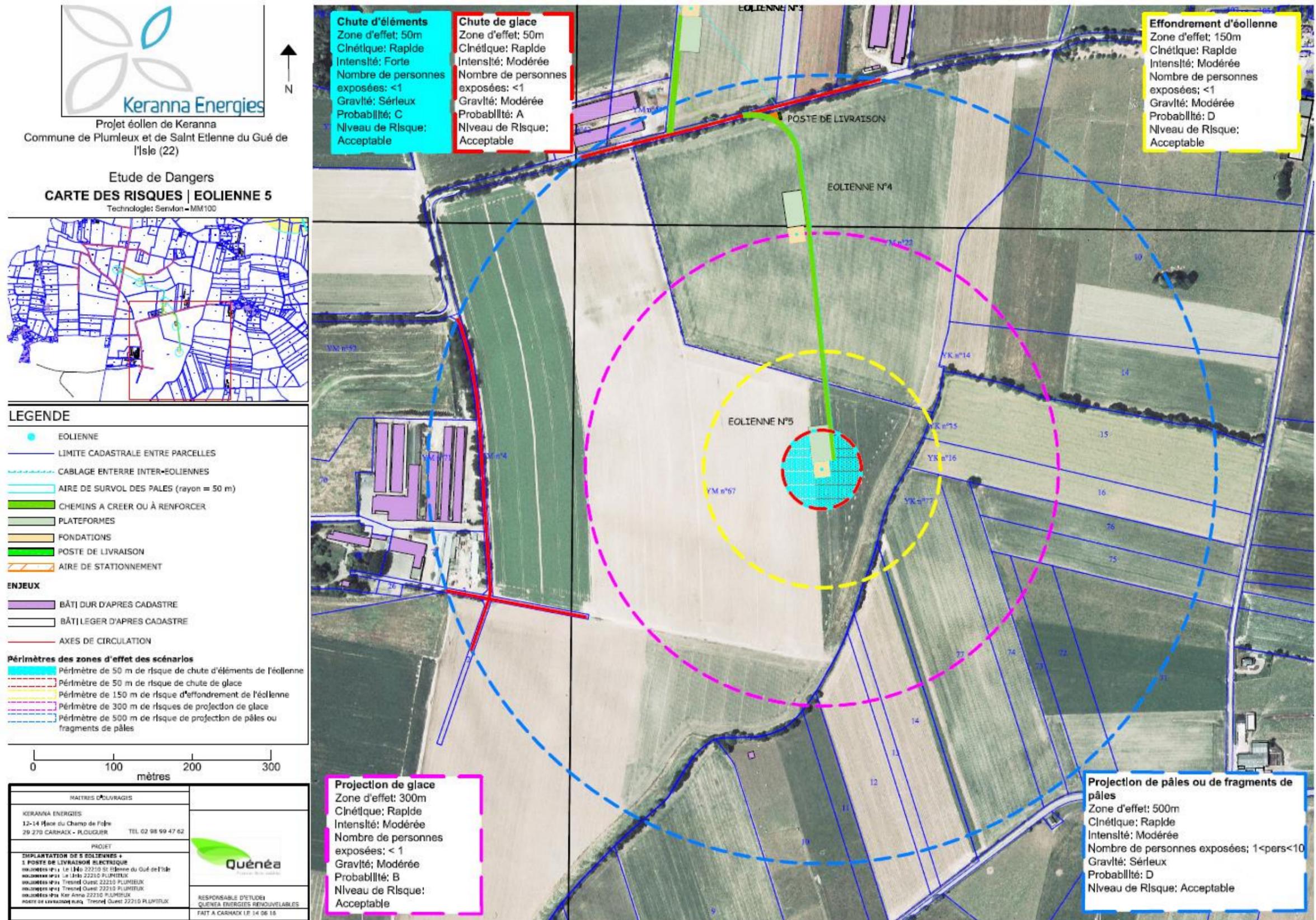


Figure 15. Synthèse des risques – Modèle Servion MM100 – Eolienne 5

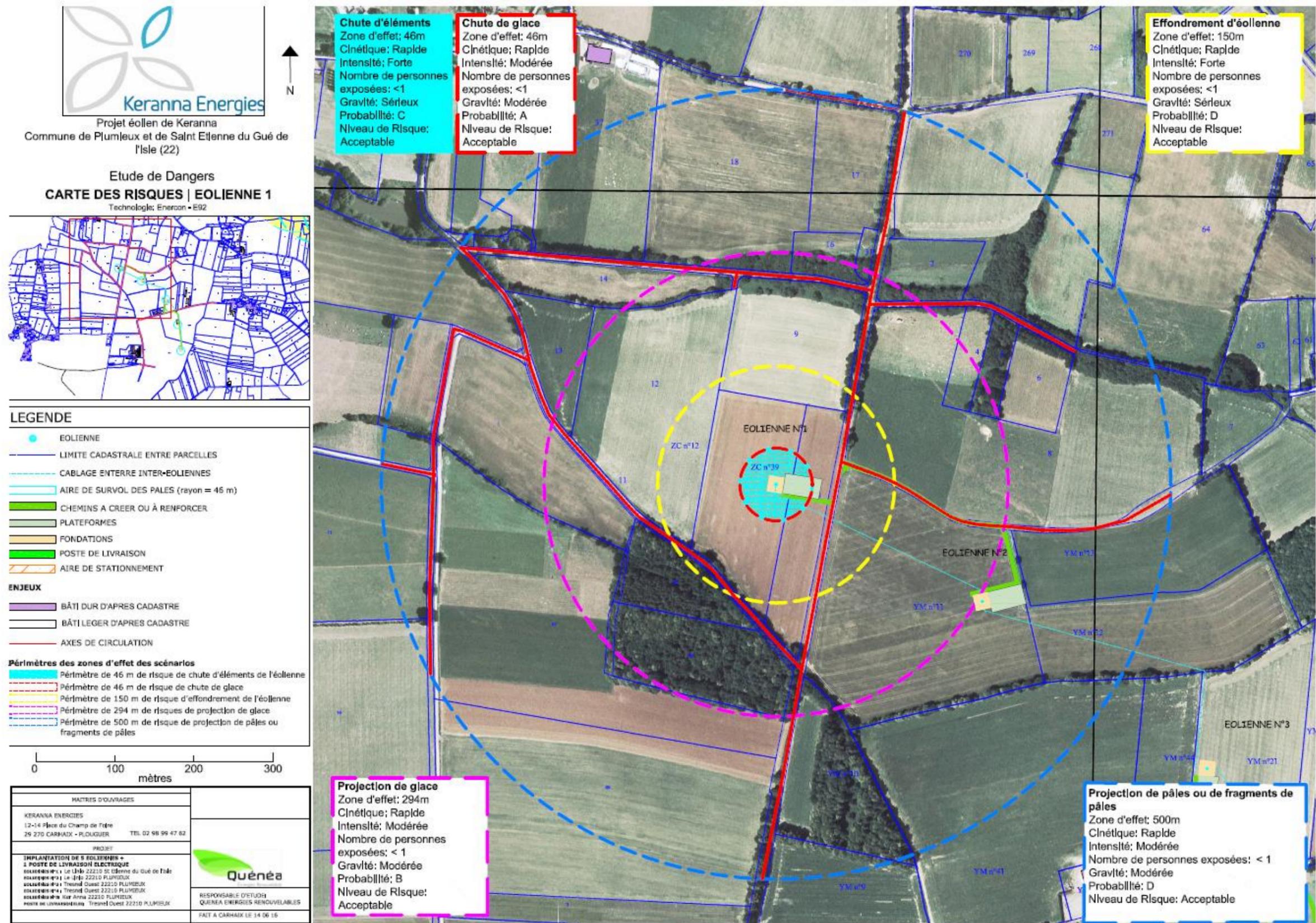


Figure 16. Synthèse des risques – Modèle Enercon E92 – Eolienne 1

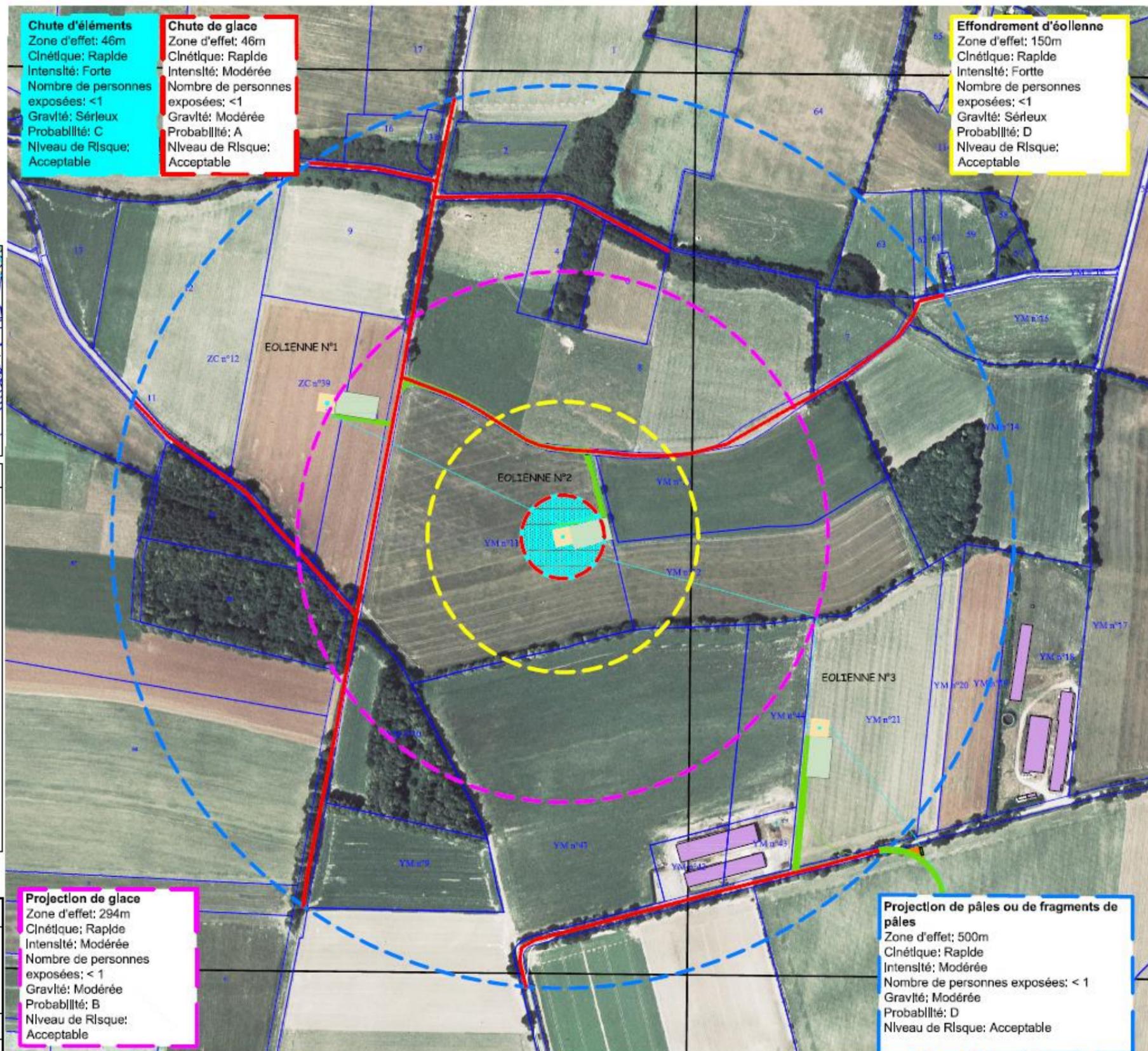
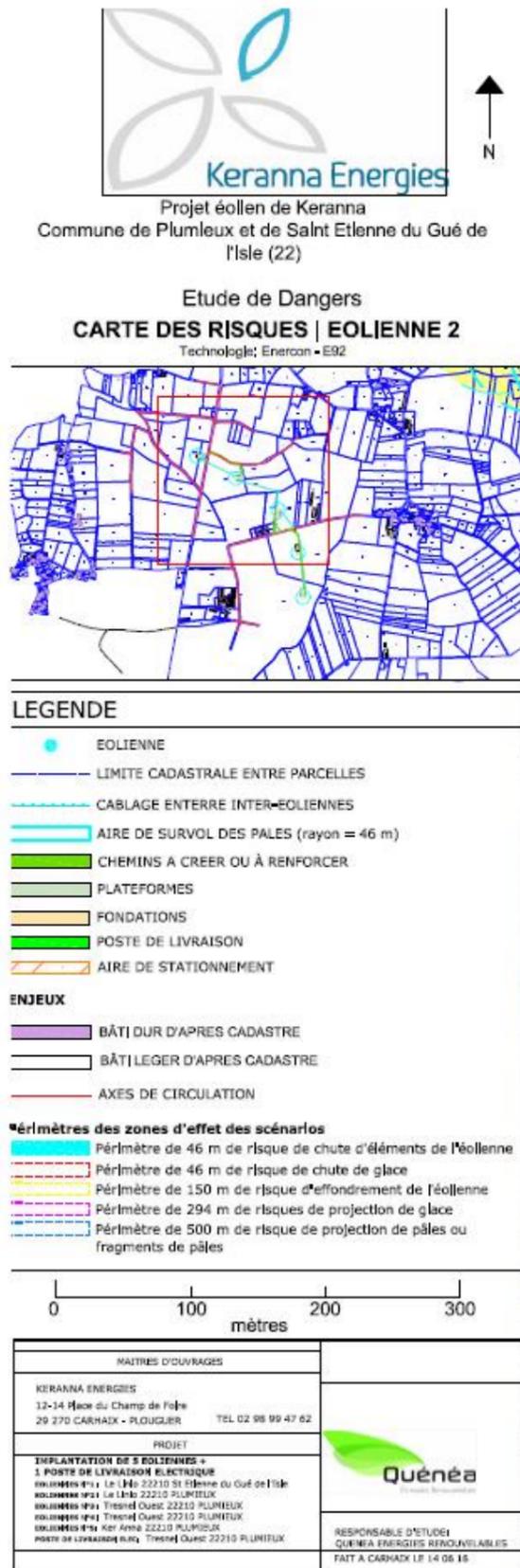


Figure 17. Synthèse des risques – Modèle Enercon E92 – Eolienne 2

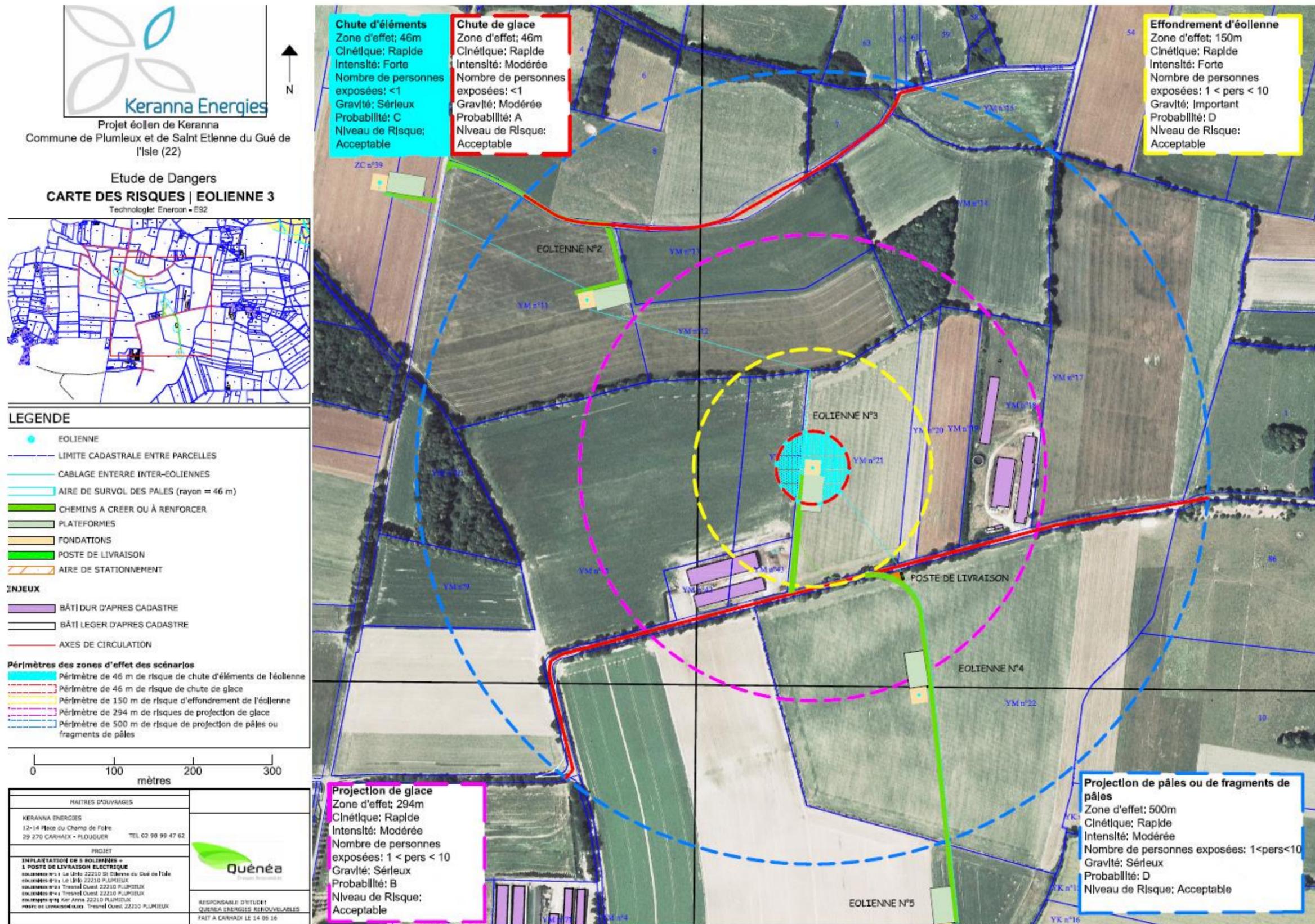


Figure 18. Synthèse des risques – Modèle Enercon E92 – Eolienne 3

Keranna Energies

Projet éolien de Keranna
Commune de Plumleux et de Saint Etienne du Gué de l'Isle (22)

Etude de Dangers
CARTE DES RISQUES | EOLIENNE 4
Technologie: Enercon - E92

LEGENDE

- EOLIENNE
- LIMITE CADASTRALE ENTRE PARCELLES
- CABLAGE ENTERRE INTER-EOLIENNES
- AIRE DE SURVOL DES PALES (rayon = 46 m)
- CHEMINS A CREER OU À RENFORCER
- PLATEFORMES
- FONDATIONS
- POSTE DE LIVRAISON
- AIRE DE STATIONNEMENT

ENJEUX

- BÂTI DUR D'APRES CADASTRE
- BÂTI LEGER D'APRES CADASTRE
- AXES DE CIRCULATION

Périmètres des zones d'effet des scénarios

- Périmètre de 46 m de risque de chute d'éléments de l'éolienne
- Périmètre de 46 m de risque de chute de glace
- Périmètre de 150 m de risque d'effondrement de l'éolienne
- Périmètre de 294 m de risques de projection de glace
- Périmètre de 500 m de risque de projection de pâles ou fragments de pâles

0 100 200 300 mètres

MAÎTRES D'OUVRAGES	
KERANNA ENERGIES 12-14 Place du Champ de l'Isle 29 270 CARHAX - PLOUGUER TEL 02 98 99 47 62	
PROJET	
IMPLANTATION DE 5 EOLIENNES + 1 POSTE DE LIVRAISON ELECTRIQUE EOLIENNE N°1 : Le Lino 22210 ST ETIENNE DU GUÉ DE L'ISLE EOLIENNE N°2 : Le Lino 22210 PLUMLEUX EOLIENNE N°3 : Trénel Quet 22210 PLUMLEUX EOLIENNE N°4 : Ker Ann 22210 PLUMLEUX POSTE DE LIVRAISON N°1 : Trénel Quet 22210 PLUMLEUX	
RESPONSABLE D'ETUDE: QUÉNÉE ENERGIES RENOUVELABLES	FAIT A CARHAX LE 23 DE 18

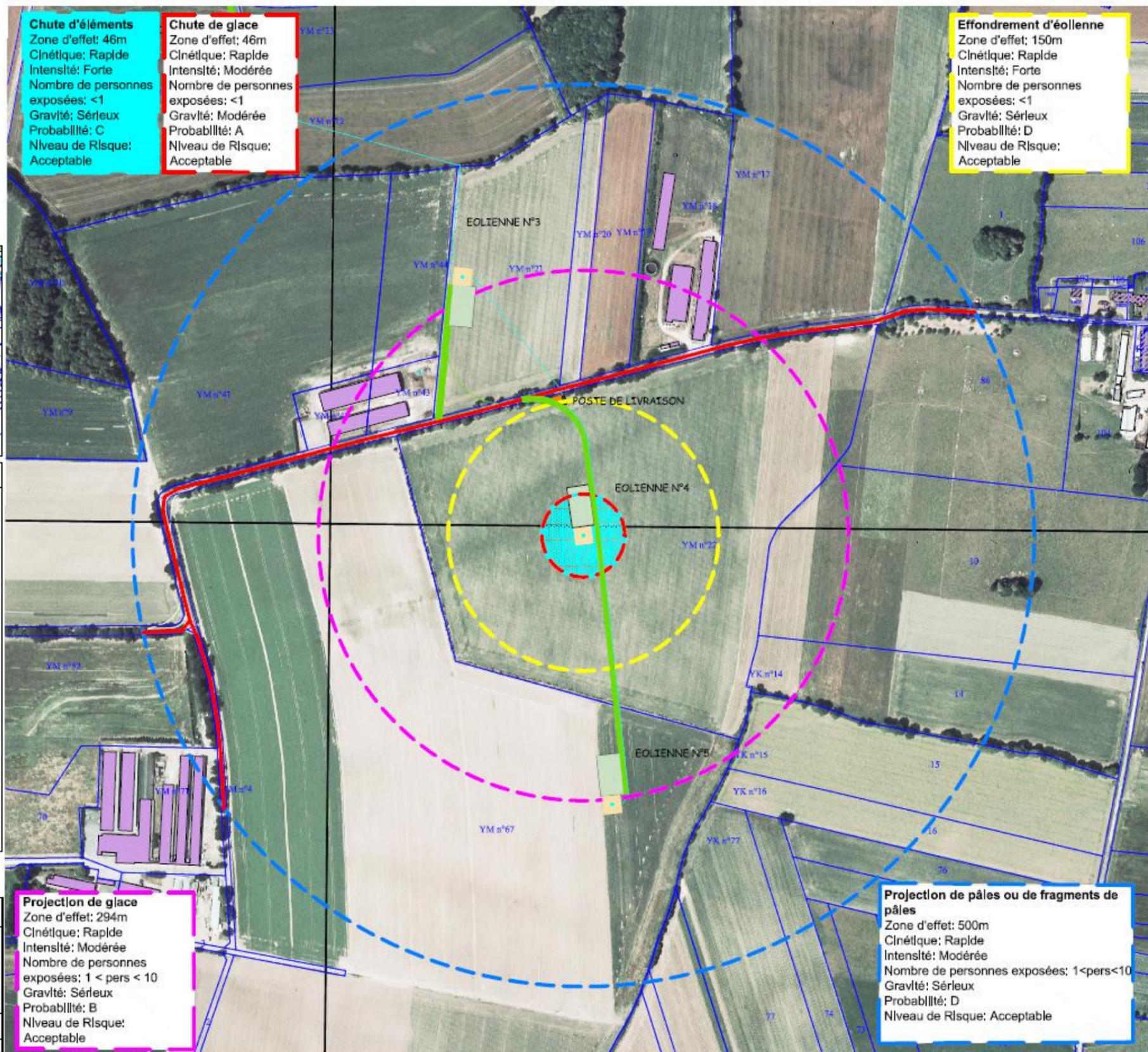


Figure 19. Synthèse des risques – Modèle Enercon E92 – Eolienne 4

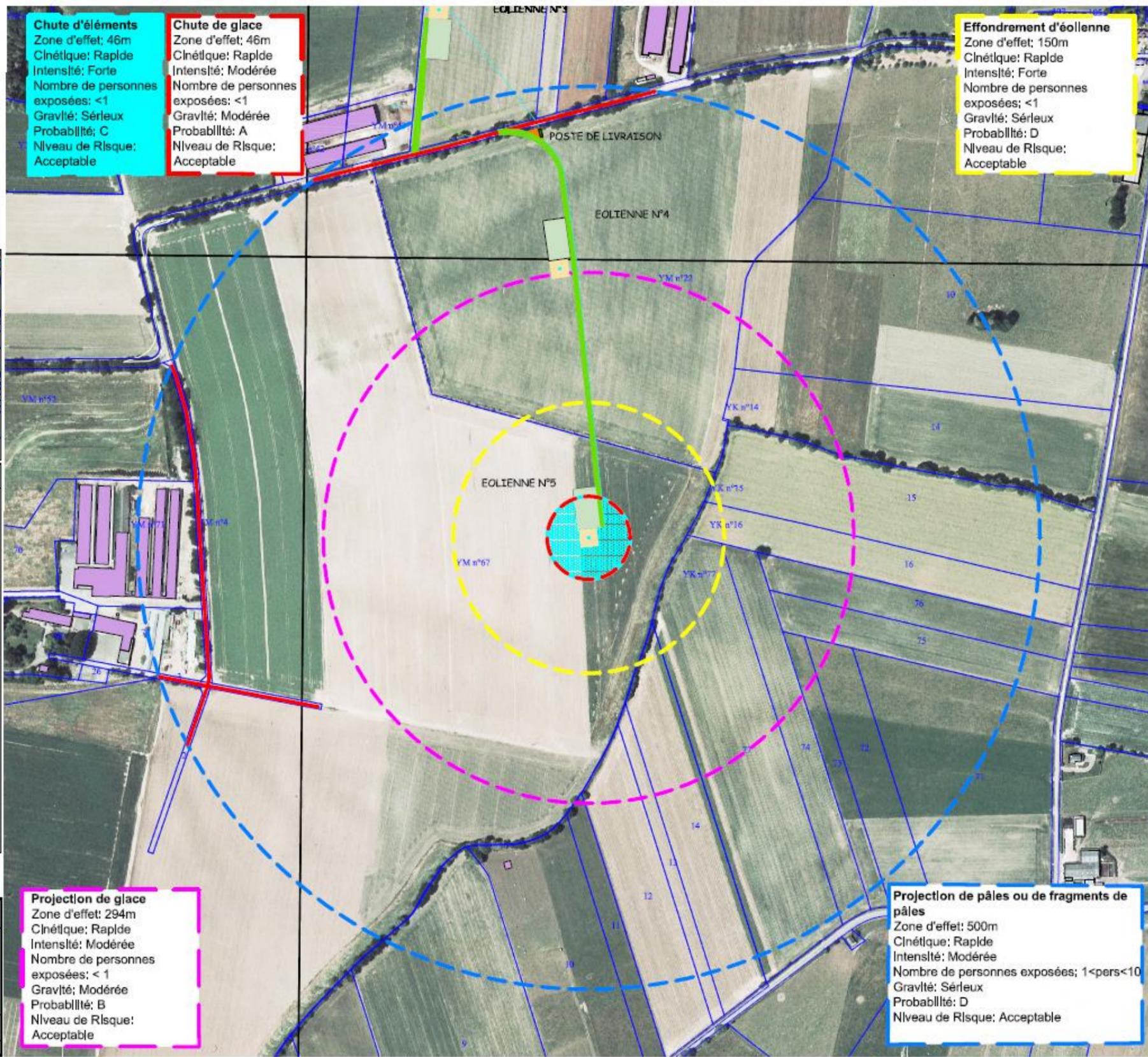
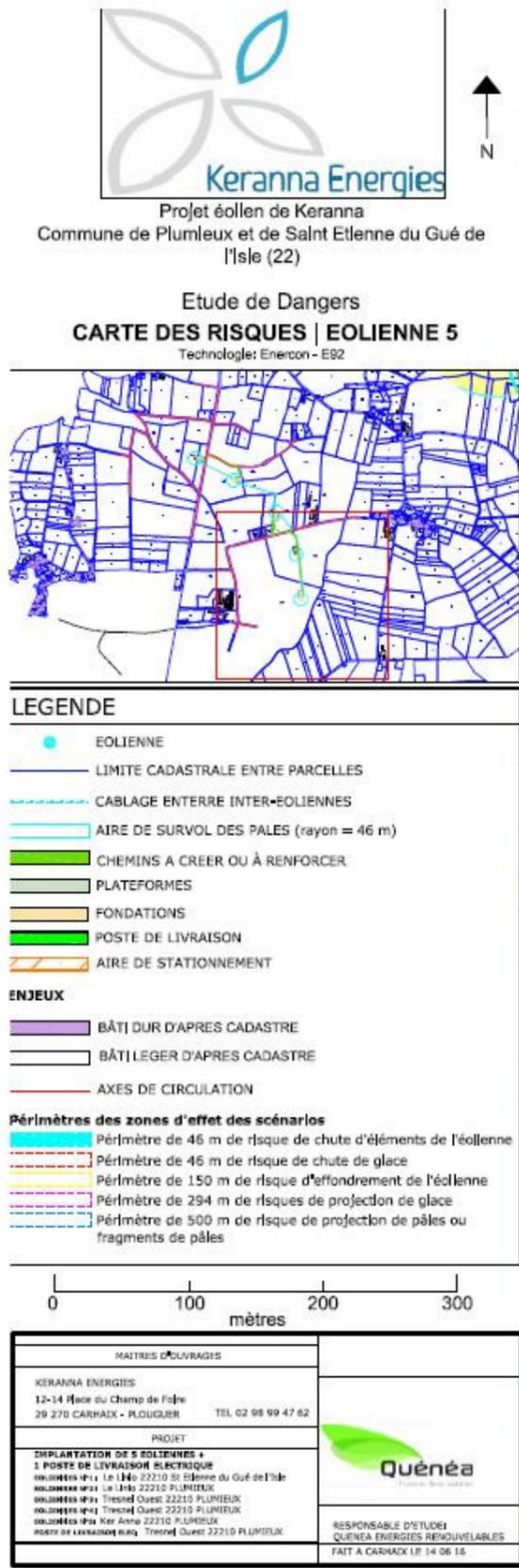


Figure 20. Synthèse des risques – Modèle Enercon E92 – Eolienne 5

CONCLUSION

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

- Le risque majeur sur le parc éolien est lié à la chute ou à la projection d'éléments de l'éolienne, à l'effondrement de l'éolienne entière, et à la chute ou à la projection de glace s'accumulant sur les pales des éoliennes en cas de basse température,
- Les scénarios potentiels ayant fait l'objet d'une analyse 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 le projet sont acceptables conformément à la matrice d'acceptabilité obtenue et ce, quel que soit le modèle d'éolienne retenu (Modèle VESTAS V100, modèle SENVION MM100 et modèle ENERCON E92).**

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 pourvue de dispositifs de sécurité, conformes aux normes en vigueur, maintenance régulière, contrôle des paramètres de fonctionnement du parc éolien en continu),
- 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.

Le tableau ci-après récapitule les résultats des analyses des différents dangers ainsi que les mesures de maîtrise de risque prises suivant le modèle d'éolienne choisi :

Scénario	Probabilité	Gravité	Mesures de maîtrise des risques Vestas V100	Mesures de maîtrise des risques Senvion MM100	Mesures de maîtrise des risques Enercon E92	Acceptabilité
Chute d'élément de l'éolienne	C	Sérieux	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôles réguliers des assemblages de structure, - Procédures et contrôle qualité, - Procédure maintenance, - Prévention des courts-circuits et incendies. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôles réguliers des assemblages de structure, - Procédures qualités et attestation du contrôle technique, - Procédure maintenance, - Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle qualité à la sortie de l'usine et constat de dégât à l'arrivée sur site. Installation contrôlée en fin de chantier. - Maintenance préventive - Coupure du transformateur et arrêt de l'éolienne en cas de courts-circuits 	Acceptable
Effondrement de l'éolienne	D	V100 et E92 - E1 E2 E4 E5 = Sérieux E3 = Important MM100 - E1 E2 E4 E5 = Modéré E3 = Sérieux	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôles réguliers des fondations et des assemblages de structure - Procédure maintenance - Prévention de la dégradation de l'état des équipements - Contrôle des couples de serrage tous les 3 ans 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôles réguliers des fondations et des assemblages de structure - Procédure maintenance - Prévention de la dégradation de l'état des équipements - Contrôle des couples de serrage tous les 3 ans 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôles réguliers des fondations et des assemblages de structure - Procédure maintenance - Prévention de la dégradation de l'état des équipements - Contrôle des couples de serrage tous les 3 ans 	Acceptable
Chute de glace	A sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modéré	<ul style="list-style-type: none"> - Signalisation en pied de machine - Eloignement des zones habitées et fréquentées - Dégivrage des pales 	<ul style="list-style-type: none"> - Panneautage en pied de machine - Eloignement des zones habitées et fréquentées 	<ul style="list-style-type: none"> - Signalisation aux alentours de la machine - Eloignement des zones habitées et fréquentées - Système de chauffage des pales 	Acceptable
Projection de pales	D	E1 E2 = Modéré E3 E4 E5 = Sérieux	<ul style="list-style-type: none"> - Détection de vent fort et freinage aérodynamique - Détection de survitesse du générateur - Classe d'éolienne adaptée - Contrôles réguliers des assemblages des assemblages de structure - Procédures et contrôle qualité 	<ul style="list-style-type: none"> - Classe d'éoliennes adaptée au site et au régime de vent - Détection de vents forts et tempêtes - Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en position progressive des pales) par le système de conduite - Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en position progressive des pales) par le système de conduite - Procédures qualités et attestation du contrôle technique 	<ul style="list-style-type: none"> - Classe d'éoliennes adaptée au site et au régime de vent - Capteur de sécurité de survitesse - Système de régulation « storm control » (limite la fatigue car n'arrête pas la machine brutalement) - Contrôles réguliers des assemblages des assemblages de structure - En cas de vents violents, mise en position de la machine pour minimiser les contraintes (position face au vent, position des pales en drapeau) 	Acceptable
Projection de glace	B sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	E1 E2 E5 = Modéré E3 E4 = Sérieux	<ul style="list-style-type: none"> - Système de déduction de glace - Système de détection de glace sur les pales (option) 	<ul style="list-style-type: none"> - Système de détection de givre ou glace et mise à l'arrêt de la machine 	<ul style="list-style-type: none"> - Système de détection de givre ou glace et mise à l'arrêt de la machine 	Acceptable