

Maitre d'ouvrage : PLESIDY ENERGIES

Projet de parc éolien de Plésidy (22) DOSSIER AUTORISATION UNIQUE

- **Code de l'urbanisme :**
 - Permis de Construire
- **Code de l'environnement :**
 - Lettre de demande
 - Tome 1 : Cartographie
 - Tome 2 : Etude d'impact
 - **Tome 3 : Etude de dangers - Résumé Non Technique**
- **Code de l'énergie :**
 - Approbation de construction et de l'exploitation des ouvrages de transport et de distribution d'électricité



Sommaire

Version	Date	Rédacteur
V1	Février 2016	TR / TT
V2	Novembre 2016	TR / TT
V3	Juin 2017	TR / SK

1. PREAMBULE	4
2. ENVIRONNEMENT DU SITE.....	4
2.1. Localisation et enjeux du site	4
2.2. Environnement humain	4
2.2.1. Zones urbanisées	4
2.2.2. Etablissements recevant du public (ERP)	5
2.2.3. Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et Installations Nucléaires de Base (INB)	5
2.2.4. Autres activités	6
2.3. Environnement naturel	6
2.3.1. Contexte climatique	6
2.3.2. Risques naturels	6
2.4. Environnement technique.....	8
2.4.1. Voies de communication	8
2.4.2. Réseaux publics et privés	8
2.5. Cartographie de synthèse	8
3. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....	10
3.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien	10
3.2. Composition de l'installation	10
4. PRESENTATION DE L'ANALYSE DES RISQUES.....	12
4.1. Méthodologie	12
4.2. Caractérisation des scénarios retenus.....	14
4.2.1. Effondrement de l'éolienne	14
4.2.2. Chute de glace.....	15
4.2.3. Chute d'éléments de l'éolienne	15
4.2.4. Projection de pales ou de fragments de pales	16
4.2.5. Projection de glaces	16
5. SYNTHÈSE DE L'ETUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES.....	17
5.1. Tableau de synthèse des scénarios étudiés	17
5.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques	17
5.3. Évaluation de la probabilité - gravité - cinétique	17
6. CARTOGRAPHIE DES RISQUES.....	18
7. MESURES DE MAÎTRISE DES RISQUES	22
7.1. Description des moyens techniques.....	22
7.2. Description des moyens d'intervention	22
7.3. Description des moyens organisationnels.....	22
7.4. Description des fonctions de sécurité	23

1. Préambule

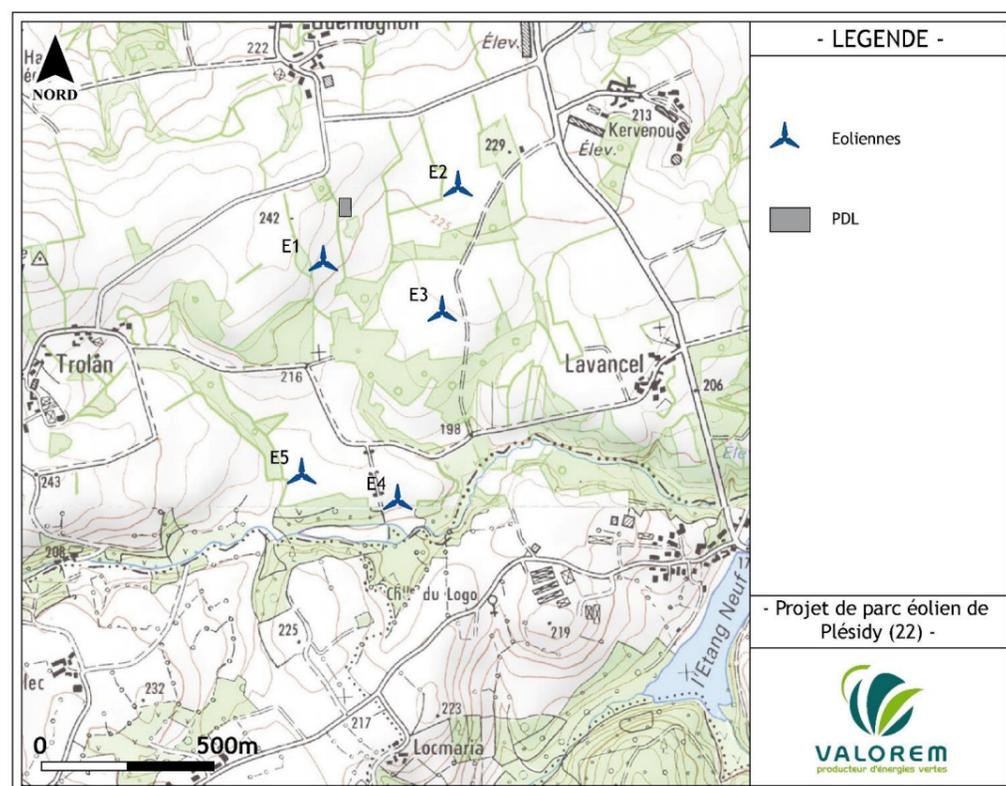
Cette partie constitue une synthèse de l'étude de dangers du dossier de Demande d'Autorisation Unique des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Les informations détaillées sont contenues dans l'étude.

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

2. Environnement du site

2.1. Localisation et enjeux du site

Le projet du parc éolien est localisé sur la commune de Plésidy dont le bourg est situé à plus de 2 km au nord. La zone d'étude pour le projet d'implantation de 5 éoliennes s'étend sur une longueur de 1 330 m et sur une largeur totale de 740 m. Le site s'insère dans un paysage de bocages et micro-boisements.



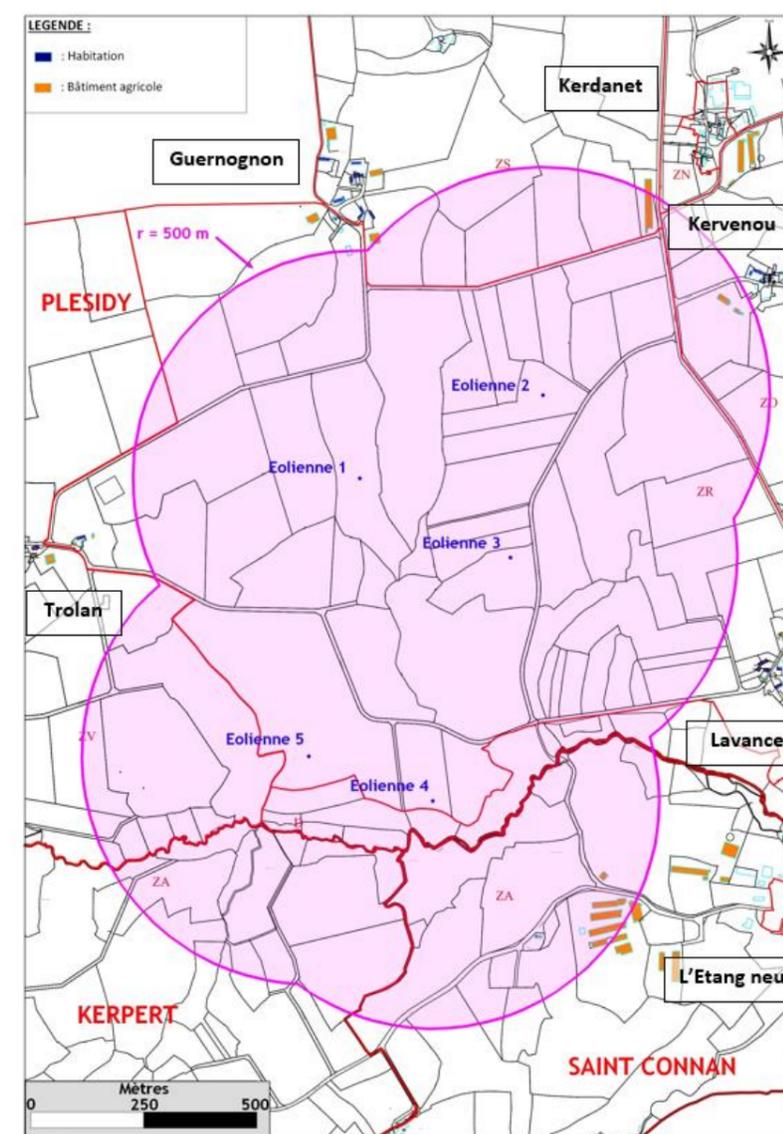
Localisation des éoliennes et du poste de livraison

2.2. Environnement humain

2.2.1. Zones urbanisées

Le projet s'insère au milieu d'un environnement humain de faible densité, composé principalement d'habitations isolées ou de hameaux situés sur trois communes limitrophes du projet : Plésidy, Saint-Connan, Kerpert

Conformément à la réglementation ICPE (article 3 de l'arrêté du 26 août 2011), le parc éolien est implanté de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010.



Zones urbanisées à proximité de l'aire d'étude immédiate du projet éolien

Les habitations isolées ou hameaux les plus proches sont :

Lieu-dit	Distance	Habitants
« Guernognon » (Plésidy) au nord	environ 540 m	9 (7 en permanence et 2 en résidence secondaire)
« Trolan » (Plésidy) à l'ouest	environ 600 m	15
« Lavancel » (Plésidy) à l'est	environ 650 m	10 (9 en permanence et 1 en résidence secondaire)
« l'Etang Neuf » (Saint-Connan) au sud-est	environ 670 m	42
« Kervenou » (Plésidy) au nord-est	environ 540 m	5 (4 en permanence et 1 en résidence secondaire)
« Locmaria » (Saint-Connan) au sud	environ 690 m	4
« Keranquere » (Kerpert) au sud-ouest	environ 900 m	20
« Kerdanet » (Plésidy) au nord-est	environ 610 m	15 (13 en permanence et 2 en résidence secondaire)
« le Bothalec » (Kerpert) au sud-ouest	environ 870 m	6
« le Haut-Médic » (Plésidy) au nord-ouest	environ 1 000 m	5
« Moulin de Roz » (Plésidy) au sud-ouest	environ 730 m	3

2.2.2. Etablissements recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est recensé dans les limites de la zone d'étude.

2.2.3. Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et Installations Nucléaires de Base (INB)

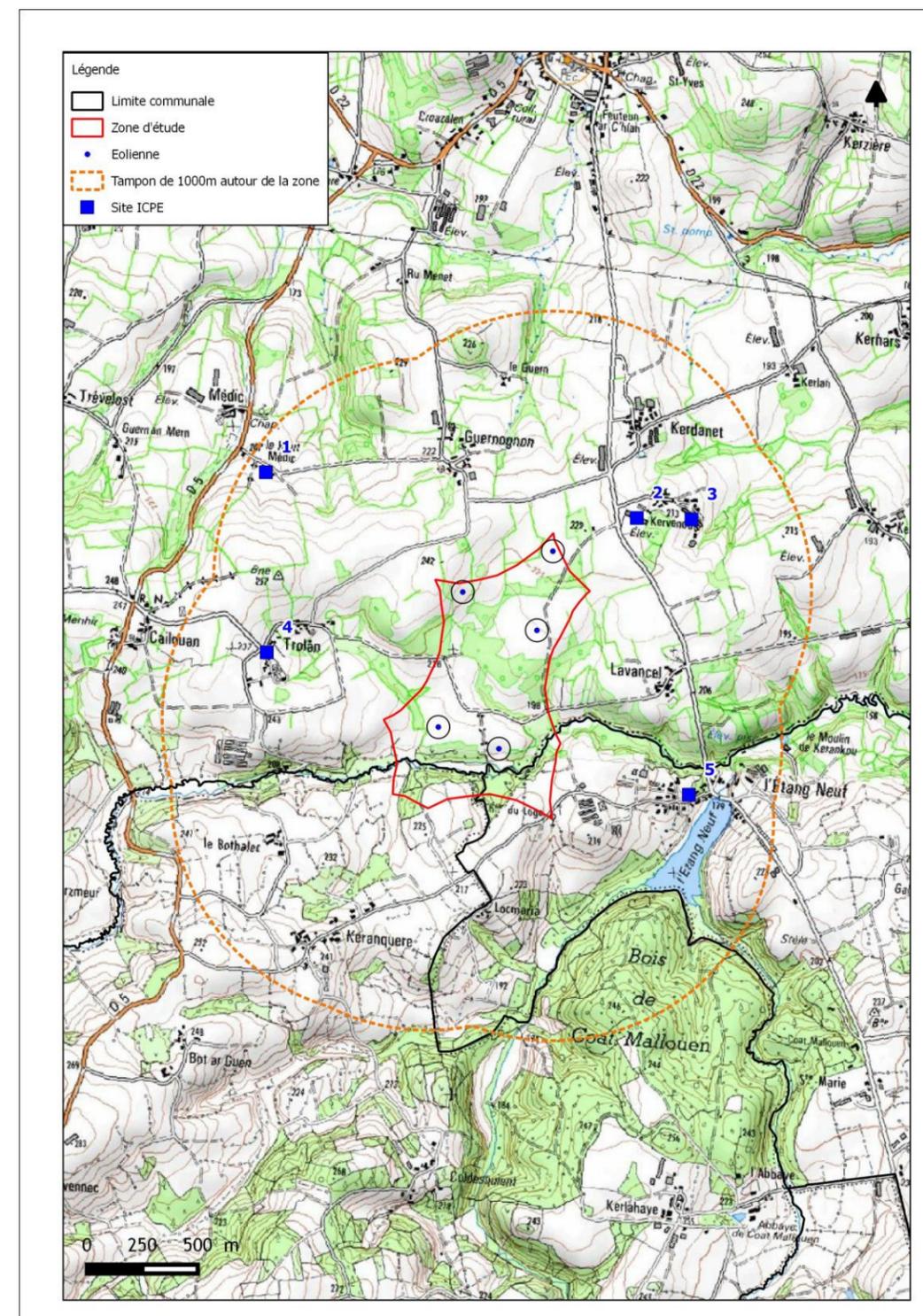
Aucun établissement SEVESO n'est présent dans les limites de la zone d'étude, ni aucune INB.

Il existe 6 ICPE dans un rayon de 2 km autour des éoliennes.

Nom établissement	Commune	Statut Seveso	Distance aux éoliennes	Etat d'activité	Rég.	Activité	Volume
SAS COCORETTE OUEST	PLESIDY	Non Seveso	< 1 km	En fonct.	A	Volailles, gibier à plume (élevage, vente, etc)	240000
				En fonct.	A	avec plus de 40 000 emplacements pour les volailles	240000
EARL CAILOUAN	PLESIDY	Non Seveso	< 1,5 km	En fonct.	E	Elevage de porcs	1541
GAUTIER JOSEPH	PLESIDY	Non Seveso	< 1,5 km	En fonct.	A	Volailles, gibier à plume (élevage, vente, etc)	60000
				En fonct.	A	avec plus de 40 000 emplacements pour les volailles	60000
GAEC CORBIC	KERPERT	Non Seveso	> 1,5 km	A l'arrêt	A	PORCS (ELEVAGE, VENTE, TRANSIT, ETC) DE PLUS DE 30 KG	1003
				En fonct.	E	Elevage de porcs	1117
				En fonct.	D	Bovins (élevage, vente, transit, etc)	95
EARL DE KERFELLEC	SENVEN LEHART	Non Seveso	> 1,5 km	En fonct.	A	Volailles, gibier à plume (élevage, vente, etc)	55000
				En fonct.	A	avec plus de 40 000 emplacements pour les volailles	55000
EARL TOUL BORZO	PLESIDY	Non Seveso	< 2 km	En fonct.	A	Piscicultures	65 t/an

Aucune des ICPE recensés ne possèdent de rayon d'éloignement concernant l'éolien (arrêté du 27 décembre 2013). Les principaux critères de classement en ICPE de ces installations se basent sur le respect de

la réglementation en vigueur concernant les élevages (tonnage des intrants et des extrants, nombre de bêtes, bruits, etc.). Le risque d'accident est compris dans l'analyse préliminaire des risques, il se limite au risque de projection de pale (rayon de 500m) pour une seule exploitation vis-à-vis de l'éolienne 1.



2.2.4. Autres activités

Comme cité précédemment, les communes de Plésidy, Kerpert et Saint-Connan sont caractérisées par de petites zones urbanisées centrées dans les bourgs et les hameaux, ainsi que par de très nombreuses parcelles agricoles alentours. L'agriculture y est principalement tournée vers l'élevage de bovins, porcins et volailles.

2.3. Environnement naturel

2.3.1. Contexte climatique

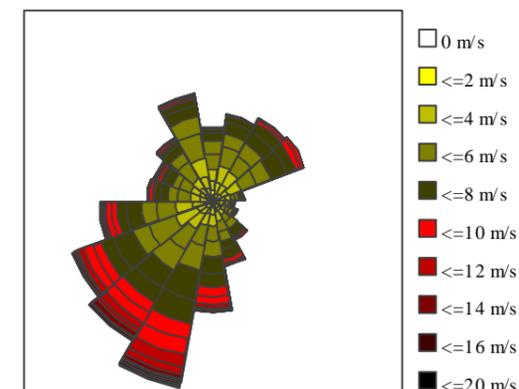
Le climat dominant de la Bretagne et des Côtes d'Armor est le climat océanique caractérisé par des étés plutôt beaux et doux et des hivers souvent pluvieux, ventés et doux. Les écarts de températures sont faibles et les jours de gel en hiver sont rares. Les précipitations sont assez fréquentes et sont réparties toute l'année.

Les données climatologiques locales proviennent de la station météorologique Météo-France de Saint-Brieuc située à environ 25 km à vol d'oiseau au nord-est de la zone d'implantation potentielle. Le tableau suivant indique les moyennes mensuelles des températures et des précipitations relevées ainsi que le nombre de jours de gel mensuel durant la période de référence de 1981 à 2010 :

Températures	Moyenne annuelle : 10,9°C Moyenne du mois le plus bas : 5,8°C en janvier Moyenne du mois le plus haut : 16,7°C août Nombre de jours de gel : 19 jours/an
Pluies	Hauteur moyenne annuelle de précipitation : 606,8 mm Nombre de jours de neige : 6 jours/an Mois de minimum pluviométrique : août (31 mm) Mois de maximum pluviométrique : novembre (72,4 mm)

Afin de définir les caractéristiques du vent observé dans le secteur, un mât de mesure de 60m de hauteur a été installé sur le site de Kerien situé à 8 km de la zone d'étude de Plésidy.

Comme le montre la rose des vents, les vents les plus fréquents et les plus énergétiques sont concentrés dans un grand quart sud-ouest.



Rose des vents mesurées sur le site à 60 m de hauteur, d'avril 2013 à Août 2014

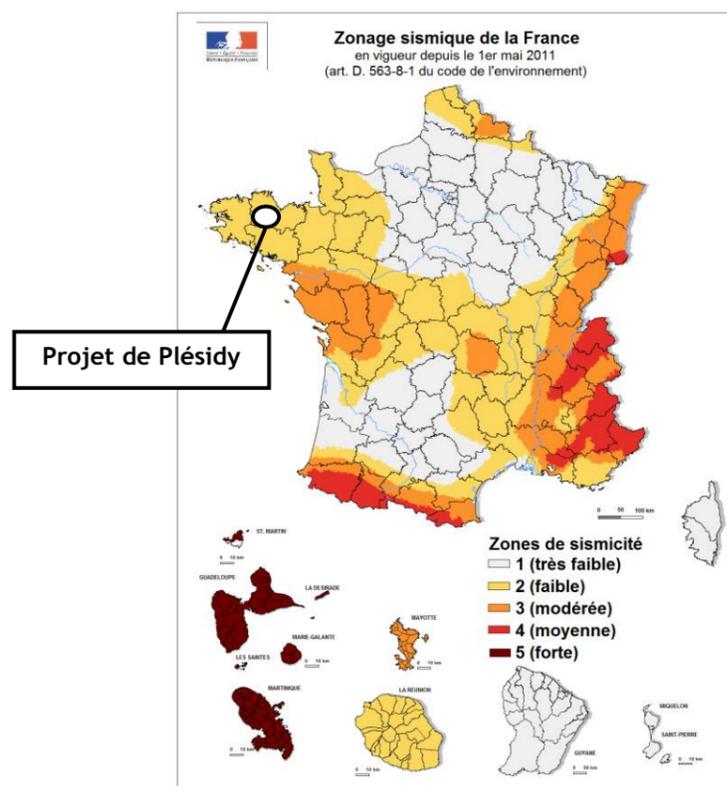
La vitesse moyenne à hauteur de moyeu est supérieure à 6,5 m/s sur l'année, soit plus de 23 km/h. La turbulence sur le site est suffisamment faible, située à moins de 12 % à hauteur de mesure, ce qui assure des conditions de fonctionnement optimales pour les éoliennes.

2.3.2. Risques naturels

2.3.2.1. Sismicité

Le zonage sismique français en vigueur à compter du 1er mai 2011 est défini dans les décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, codifiés dans les articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du Code de l'Environnement. Ce zonage, reposant sur une analyse probabiliste de l'aléa, divise la France en 5 zones de sismicité (allant de zone 1 - sismicité très faible à zone 5 - sismicité forte).

Les communes de Plésidy, Saint-Connan et Kerpert se trouvent dans la zone 2 de sismicité faible.



L'arrêté du 15 septembre 2014 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 définit chaque catégorie de bâtiment.

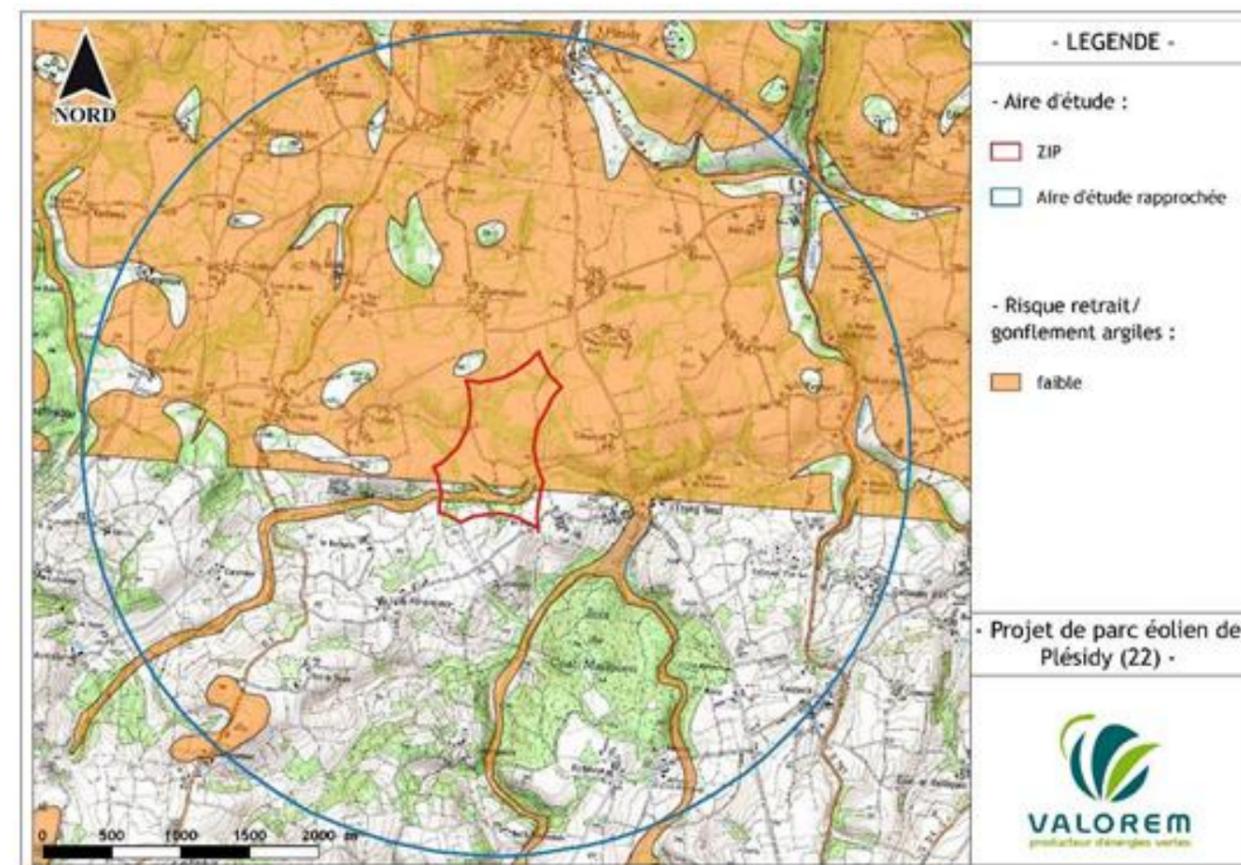
Compte-tenu de la puissance du parc éolien de Plésidy, qui est de 10MW, il n'est plus nécessaire d'insérer dans le dossier de demande de permis de construire, un document établi par un contrôleur technique, attestant qu'il a fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte, au stade de la conception, des règles parasismiques et paracycloniques anciennement prévues par l'article L. 563-1 du code de l'environnement (article A431-10 et 431-16 du code de l'urbanisme). De même, il n'est plus obligatoire d'établir une attestation à joindre à la déclaration d'achèvement des travaux (article 462-4 du code de l'urbanisme).

En revanche, les centres de production eux même, c'est-à-dire éoliennes, ne sont pas soumis à l'arrêté du 22 octobre 2010, qui ne concerne que les bâtiments. Les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 12 mètres sont soumises au contrôle technique obligatoire en vertu de l'article R 111-38 du code de la construction et de l'habitation. C'est dans ce cadre que l'ensemble des contrôles relatifs aux aléas techniques susceptibles d'être rencontrés dans la réalisation des ouvrages est effectué.

2.3.2.2. Mouvement de terrain - Aléa retrait / gonflement des argiles

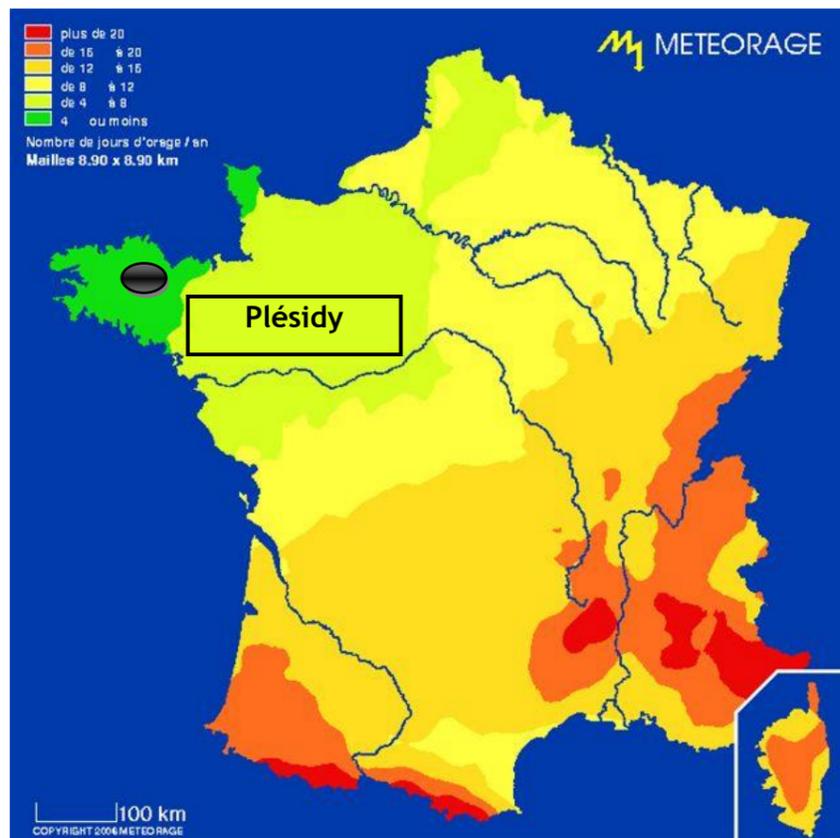
Les trois communes sont soumises localement à l'aléa de retrait / gonflements des argiles. Ces phénomènes peuvent provoquer des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant principalement le bâti individuel. La zone d'implantation potentielle des éoliennes est entièrement concernée

par un aléa faible. Afin de valider cette information, des sondages géotechniques seront réalisés au droit de chaque implantation d'éoliennes, au cours de la phase travaux.



2.3.2.3. Foudre

Le département des Côtes d'Armor enregistre une densité de foudroiement moyenne de 0,9 cps/km²/an (données 1999-2006), soit un des taux les plus faibles de France. La majorité des orages s'observe durant la période estivale.



Le site de Plésidy est donc implanté dans une commune où l'activité orageuse est très inférieure à la moyenne française.

2.3.2.4. Incendie

La commune de Plésidy, sur lequel le site éolien est implanté n'est pas concerné par le risque incendie.

2.3.2.5. Inondation

La commune de Plésidy n'est pas concernée par un Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI). Cependant elle a été recensée comme étant soumise au risque d'inondation par débordement de la rivière le Trieux. L'éolienne la plus proche se situant à plus de 800 m du Trieux, le projet n'est pas concerné par ce risque.

2.4. Environnement technique

2.4.1. Voies de communication

Les principaux axes de communication aux alentours du projet de Plésidy sont :

- La RD767 reliant Guingamp à Vannes en passant à 2 km à l'est de l'aire d'étude,
- La RD8 reliant la Roche-Derrien à la RD790, qui passe à 5 km à l'ouest,

- La RD5 reliant Saint-Péver à Saint-Nicolas-du-Pélem en passant à 1 km à l'ouest de l'aire d'étude

Aucune voie navigable, ni aucune voie ferrée ne passe dans un rayon de 10 km autour du site.

Seules des voies communales et des chemins agricoles traversent le secteur de l'aire d'étude immédiate.

2.4.2. Réseaux publics et privés

Aucune ligne/canalisation à haute tension ne se situe actuellement au sein de l'aire d'étude.

Aucun gazoduc ou oléoduc, ni câble souterrain de télécommunication n'est recensé sur le site et ses abords.

Le tracé du réseau public de distribution électrique nécessaire pour le raccordement du parc éolien n'est pas encore connu. Ce dernier fera l'objet d'une concertation fine notamment pour les phases de travaux de raccordement dans le périmètre du chantier du parc éolien et lors de la phase de mise en service de l'installation.

Le tracé des liaisons France Telecom pour le raccordement du parc éolien n'est pas encore connu. Ce dernier fera l'objet d'une concertation fine notamment pour les phases de travaux de raccordement et de mise en service.

L'arrêté du 17 mai 2001 « fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique » et précisant les distances minimales à respecter au voisinage, avec ou sans croisement, d'un autre câble électrique, ou câble de télécommunications ou conduite d'eau, d'hydrocarbure, de gaz, d'air comprimé ou de vapeur sera respecté, notamment l'Article 37 qui fixe les distances minimales observables entre 2 ouvrages HTA, BT ou de télécommunication

2.5. Cartographie de synthèse

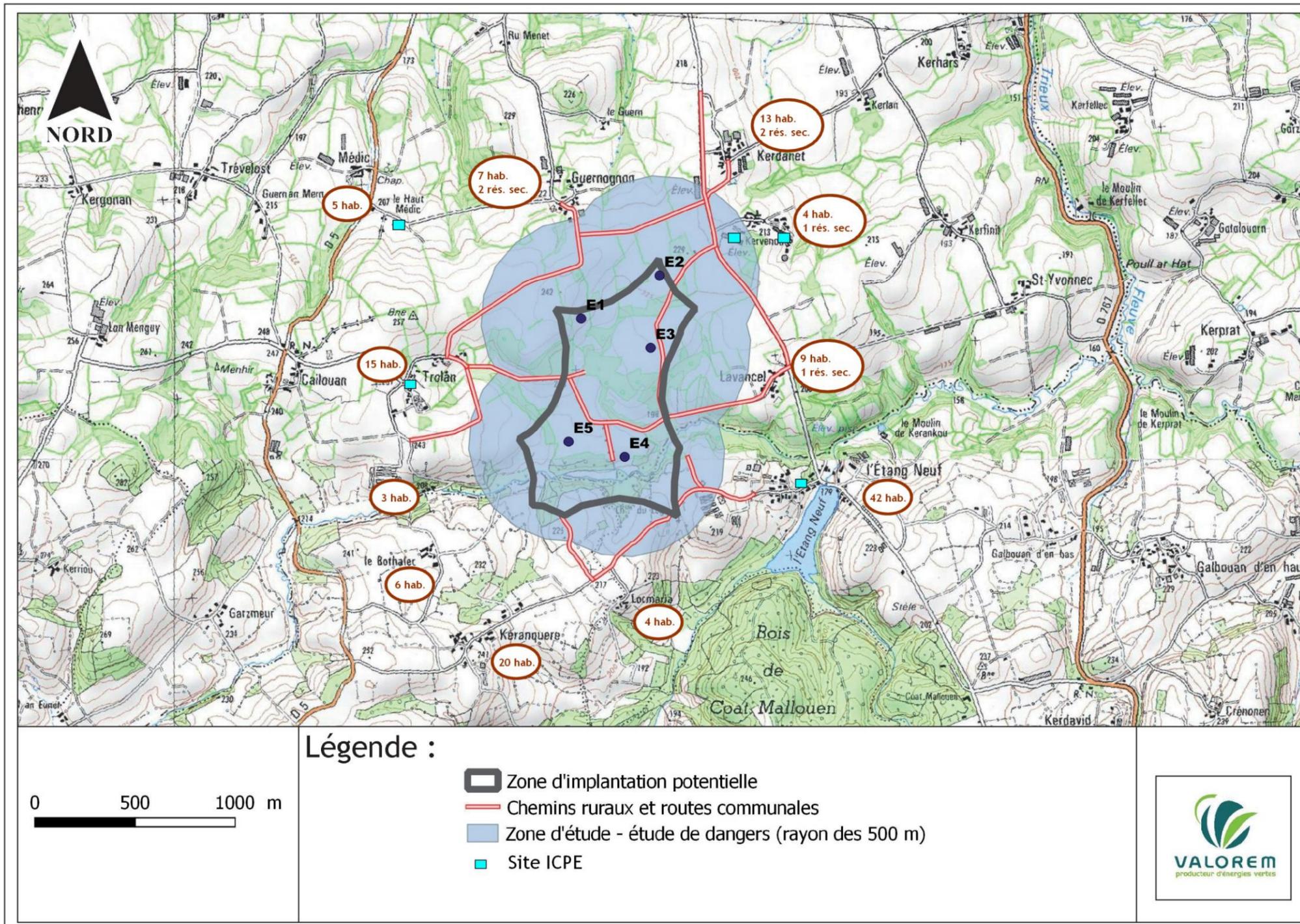
La carte page suivante permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans la zone d'étude :

- La localisation des biens, infrastructures et autres établissements : voies communales chemins agricole.
- Le nombre de personnes exposées par secteur (espaces agricoles et forestiers, chemins et pistes).

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers :

- Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.
- Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

- Les boucles de randonnée locales empruntent les chemins agricoles et les voies de circulations non structurantes. En l'absence de précisions sur sa fréquentation, elle sera considérée comme un terrain aménagé mais peu fréquenté, pour lequel il faut compter 1 personne par tranche de 10 ha.



Synthèse des enjeux à protéger dans la zone d'étude

3. Description de l'installation

3.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien

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

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage »
- Un réseau de câbles électriques HTA 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, collectant l'énergie produite par les éoliennes et servant d'interface avec le réseau public de distribution
- Un réseau de chemins d'accès
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

Nota : Selon la réglementation, une installation soumise à la rubrique 2980 des installations classées correspond à un parc éolien exploité par un seul et même exploitant. Dans un souci de simplification, nous emploierons indifféremment les termes « parc éolien » ou « installation » dans le présent guide technique.

❖ Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- Le rotor qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- Le mât est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- La nacelle abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;

- le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
- le système de freinage mécanique ;
- le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
- les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
- le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

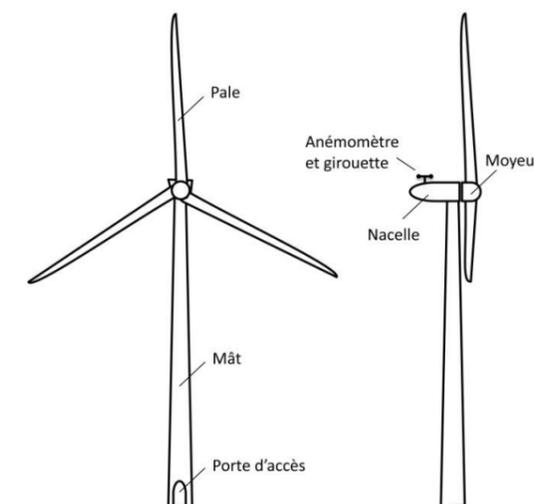


Schéma simplifié d'un aérogénérateur

3.2. Composition de l'installation

Le parc éolien de Plésidy est composé de 5 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Les éoliennes E1 et E2 ont une hauteur de moyeu de 90 mètres maximum et un diamètre de rotor de 100 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 140 mètres maximum. Les éoliennes E3 à E5 ont une hauteur de moyeu de 95 mètres maximum et un diamètre de rotor de 100 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 145 mètres maximum. Cette différence de hauteur s'explique par le respect d'un plafond aérien au nord du site.

Le tableau suivant reprend les caractéristiques techniques générales du projet éolien :

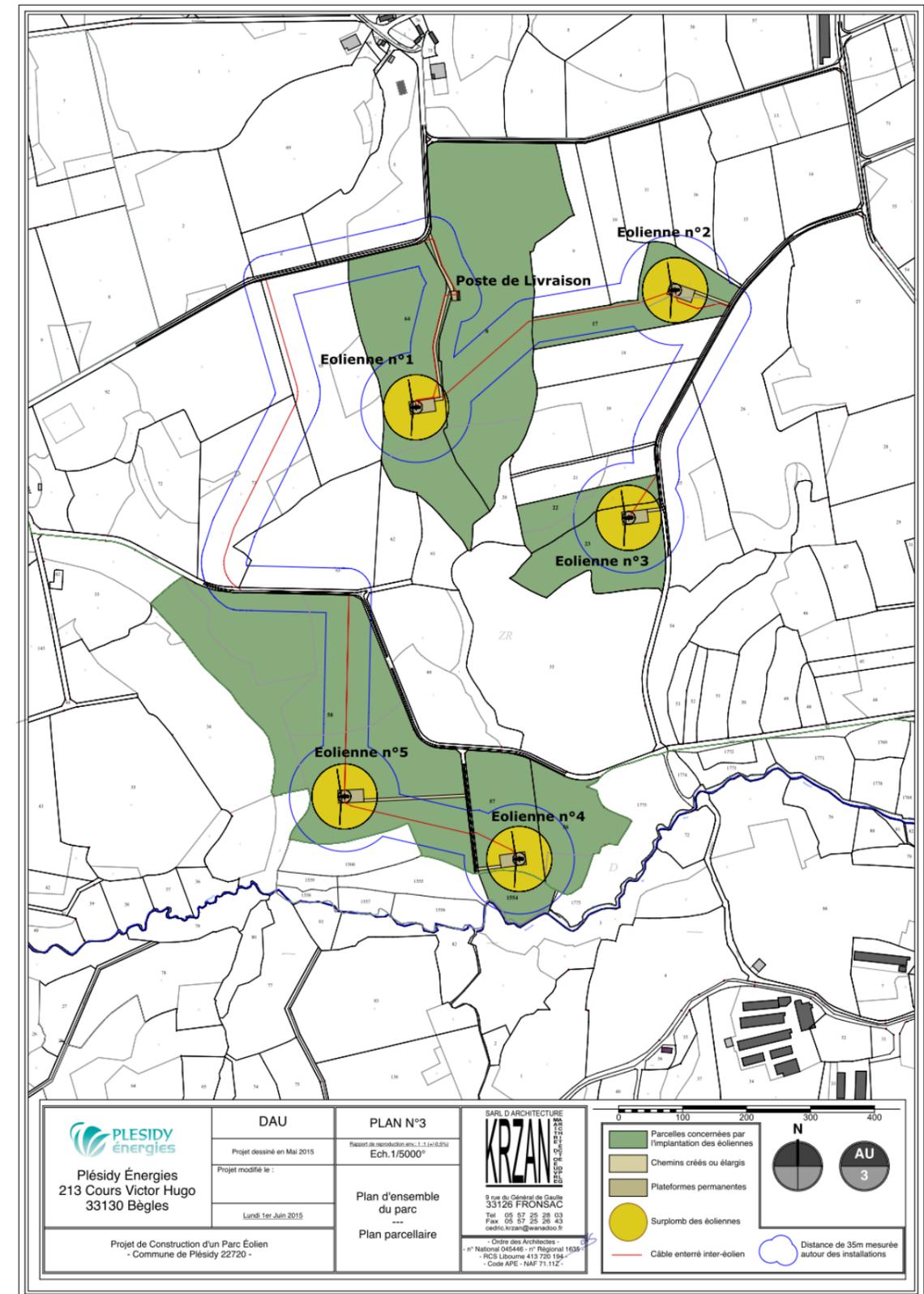
Maîtres d'ouvrage	PLESIDY ENERGIES
Bureaux d'études projet	VALOREM
Nombre d'éoliennes	5
Puissance du parc (éolienne de 2 MW)	10
Production prévisionnelle	31 GWh/an
Montant total investissement estimé	-18 M€

Caractéristiques du parc éolien de Plésidy

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs dans le système de coordonnées Lambert 2 étendu et en WGS 84 :

Eolienne	Coordonnées en Lambert 2 étendu		Coordonnées en WGS 84		Z (altitude NGF maximum)	
	X (m)	Y (m)	X (est)	Y (nord)	Pied de l'éolienne	Bout de pale
1	195 922	2 394 873	-3° 07'34,21"	-48° 25'34,65"	225,5	365,5
2	196 325	2 395 060	-3° 07'15,28"	48° 25'41,60"	226,7	366,7
3	196 257	2 394 703	-3° 07'17,42"	48° 25'29,92"	220,0	365,0
4	196 091	2 394 168	-3° 07'23,66"	48° 25'12,27"	205,0	350,0
5	195 816	2 394 263	-3° 07'37,28"	48° 25'14,72"	209,5	354,5
PdL	195 986	2 395 049	-3° 07'31,70"	48° 25'40,47"	231,3	234,0

Coordonnées géographiques des éoliennes et du poste de livraison du parc éolien de Plésidy



Plan d'ensemble du parc éolien de Plésidy

4. Présentation de l'analyse des risques

4.1. Méthodologie

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

L'analyse de risques se décompose comme suit :

- Identification des potentiels dangers de l'installation en exploitation (produits utilisés, fonctionnement de l'installation) et des réductions associés
- Analyse des retours d'expérience avec l'inventaire des accidents et incidents en France et à l'international, de leur conséquence et leur probabilité de se réaliser
- Analyse préliminaire des risques avec :
 - le recensement des événements possibles (humains, climatiques, etc.)
 - les événements à exclure (chute de météorite, séisme de magnitude élevé, etc.)
 - la présentation des mesures de sécurités associées (11)
 - le développement des scénarios associés à ces événements

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

N°	Evènement initiateur	Evènement intermédiaire	Evènement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N°9)	Impact sur cible	1
C03	Défaut fixation nacelle - pivot central - mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N°9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance -	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction -	Impact sur cible	2

N°	Evènement initiateur	Evènement intermédiaire	Evènement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
	desserrage			exploitation) (N° 9)		
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N° 13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N° 12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N° 13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N° 11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale - mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N° 9) Prévenir les erreurs de maintenance (N° 10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

Les scénarios non retenus sont :

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

A l'issue de cette analyse détaillée des risques effectuée dans l'étude de dangers, les risques potentiels retenus pour les installations du site sont les suivants :

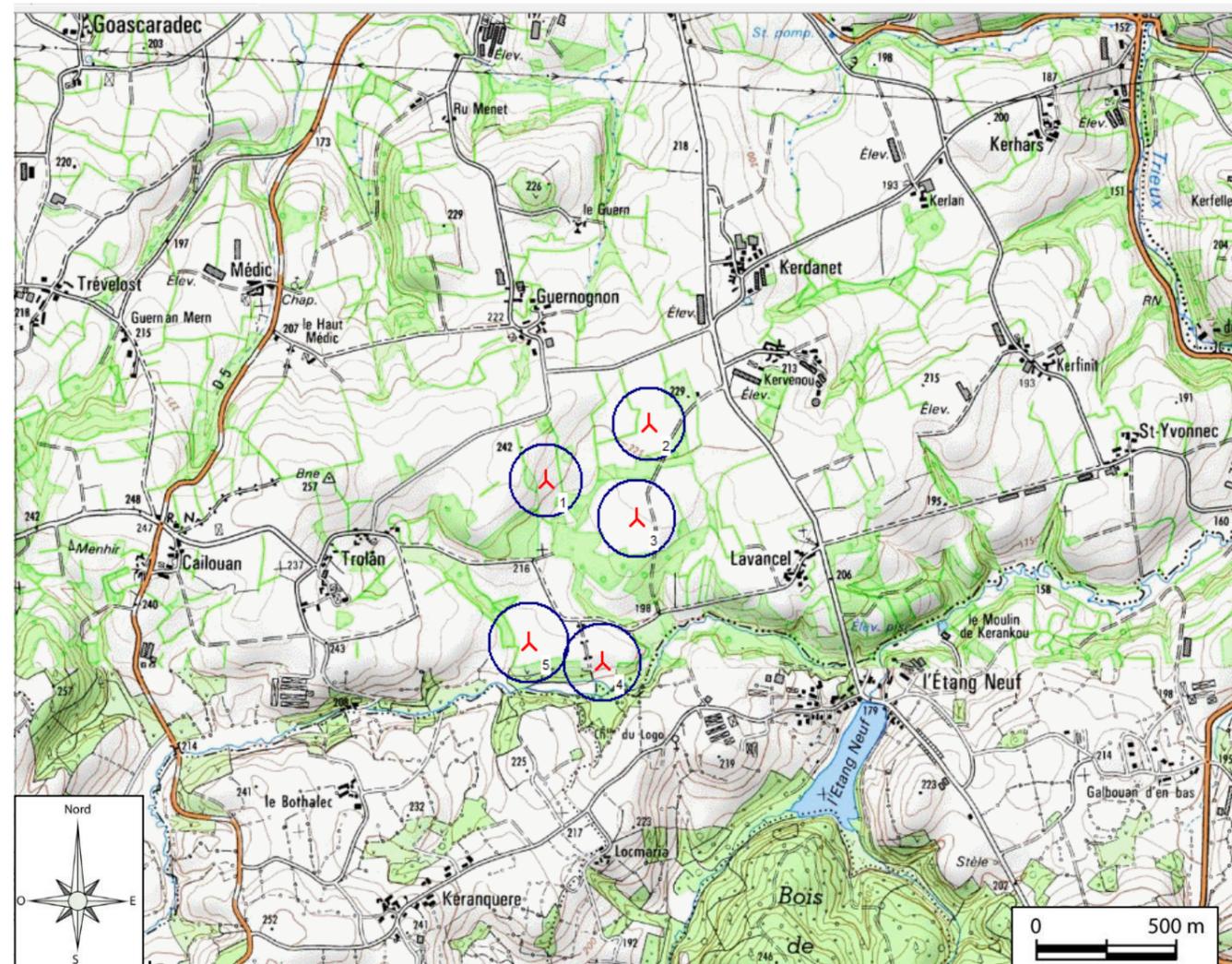
- Risques liés à l'effondrement de l'éolienne, la zone impactée correspondant à une surface dont le rayon est limité à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale ;
- Risques de projection d'objets et plus particulièrement de pales ou parties de pale avec une distance d'effet retenue de 500 mètres issue de l'accidentologie et d'études de risques ;
- Risque de projection de glace en période hivernale, la distance d'effet se calculant à l'aide d'une formule basée sur la hauteur et le diamètre de l'éolienne ;
- Risque de chute de morceaux de glace en période hivernale, la zone impactée correspondant à la zone de survol des pales c'est-à-dire à un disque de rayon égal à un demi diamètre de rotor.
- Risque de chute d'éléments d'éolienne, la zone impactée correspondant à la zone de survol des pales c'est-à-dire à un disque de rayon égal à un demi diamètre de rotor.

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.

4.2. Caractérisation des scénarios retenus

4.2.1. Effondrement de l'éolienne

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit **140 mètres maximum dans le cas des éoliennes E1 et E2, et 145 mètres maximum pour les éoliennes E3, E4, E5, du parc de Plésidy.**



Zone d'effet du phénomène « Effondrement de l'éolienne »

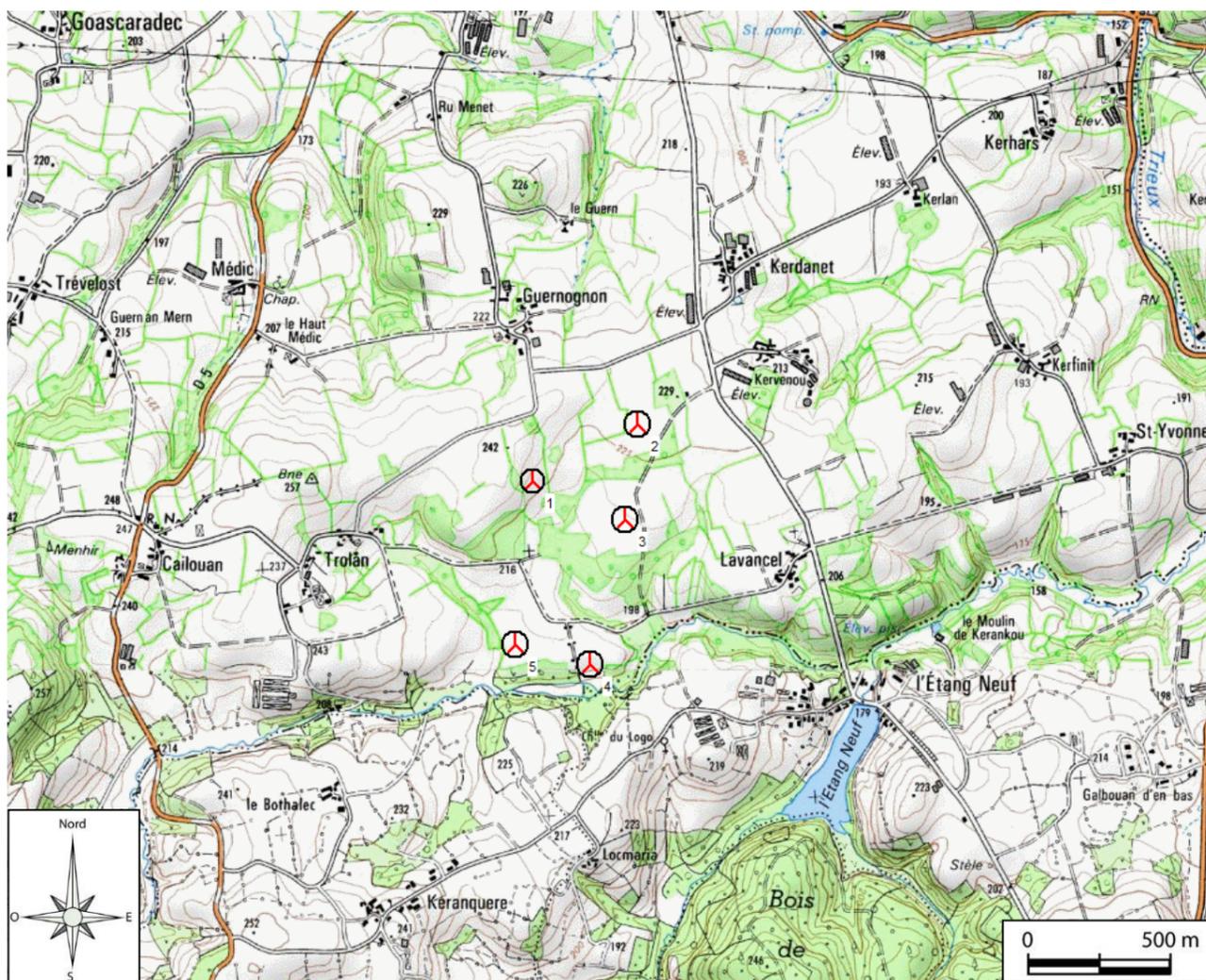
4.2.2. Chute de glace

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

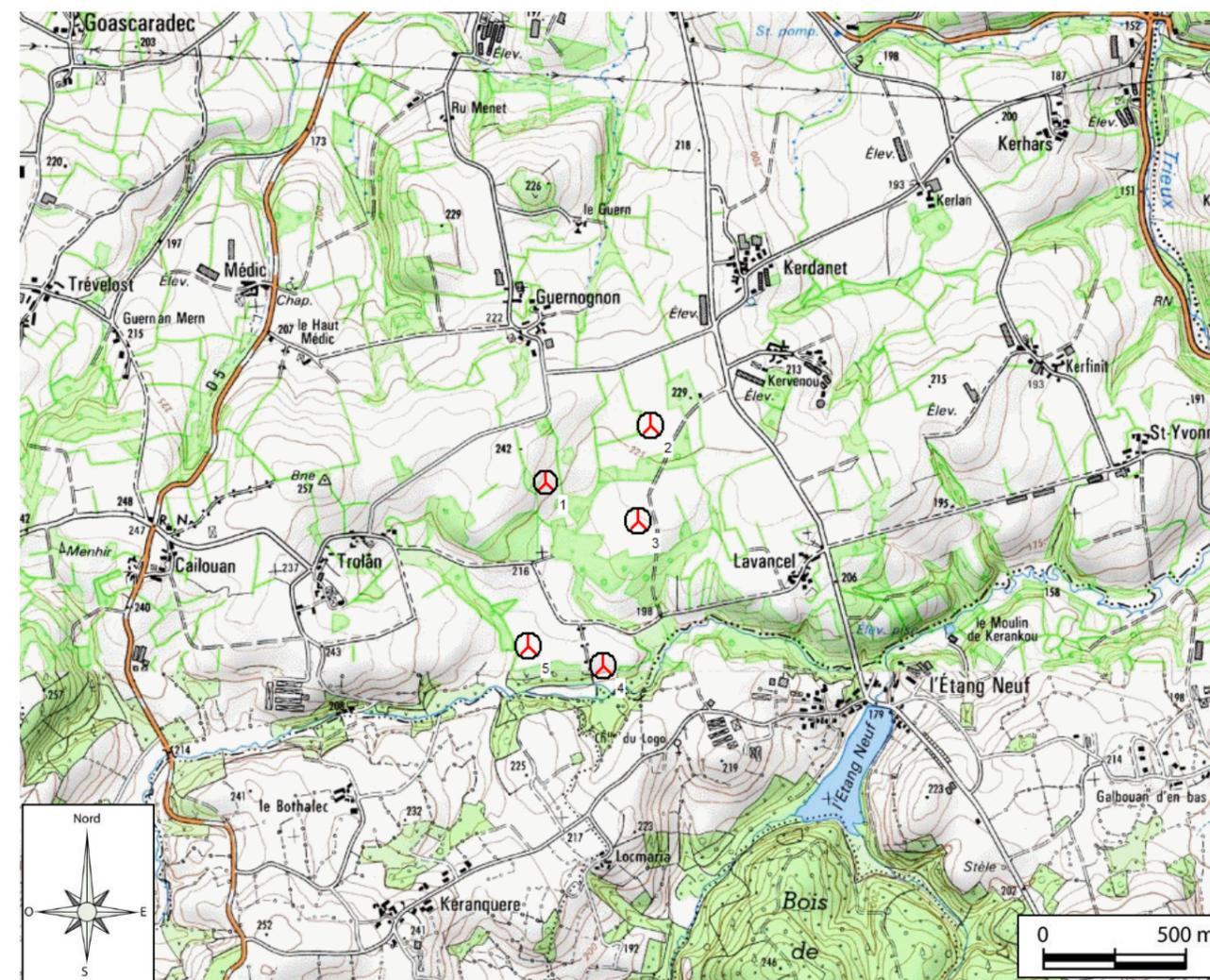
4.2.3. Chute d'éléments de l'éolienne

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

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales soit 50 mètres.



Zone d'effet du phénomène « Chute de glace »



Zone d'effet du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne »

4.2.4. Projection de pales ou de fragments de pales

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

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

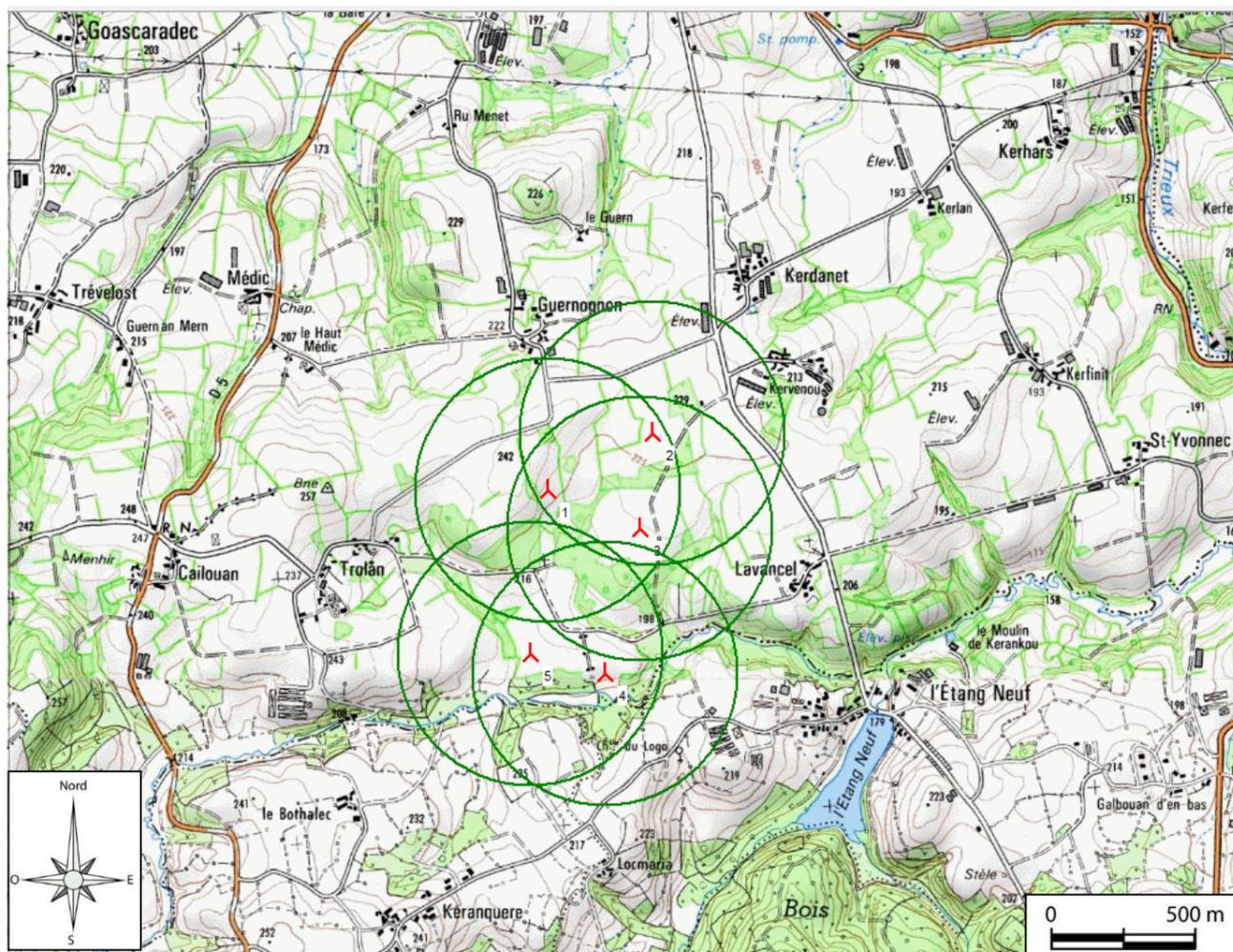
4.2.5. Projection de glaces

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

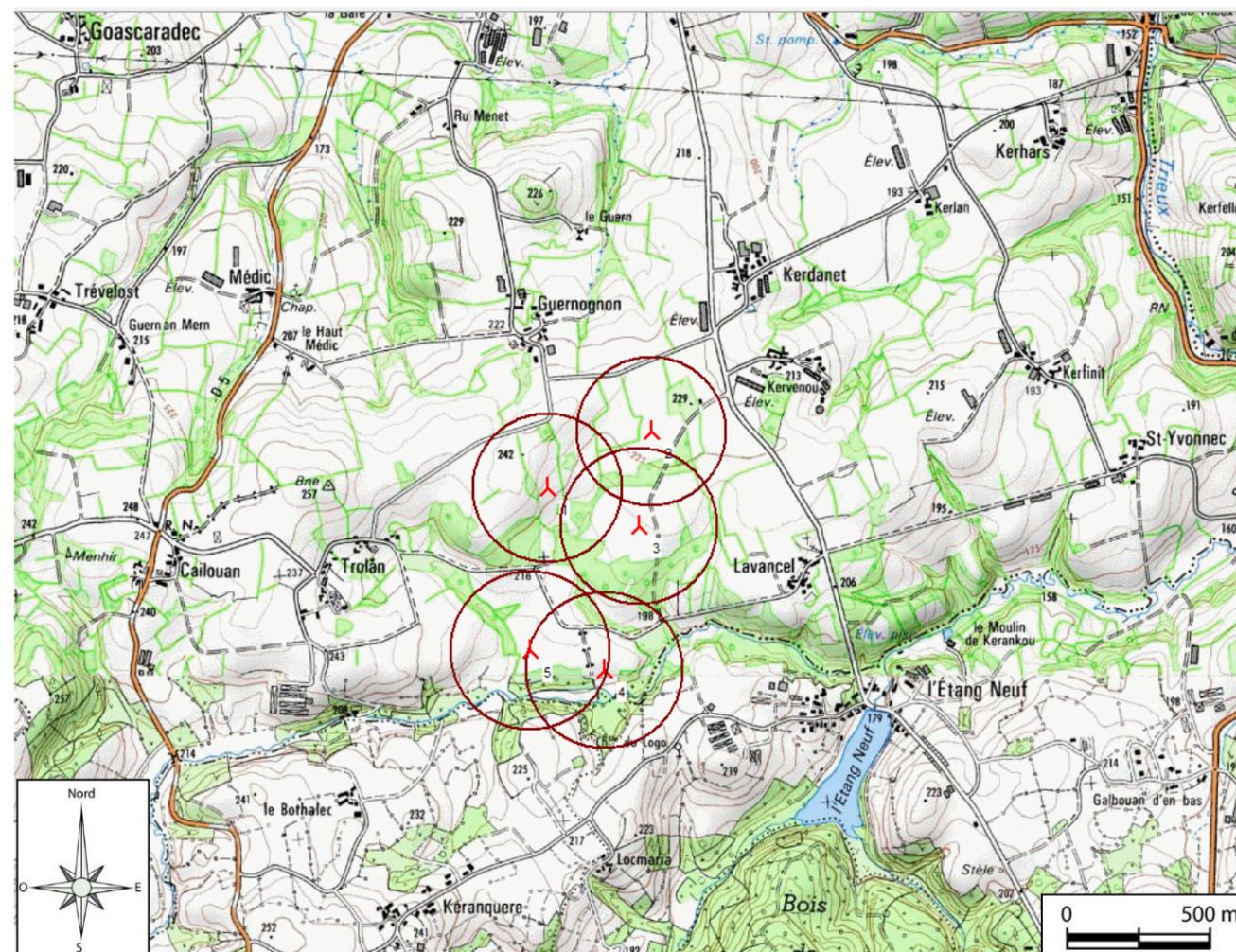
En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est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

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

Cette distance est donc de 285 mètres pour les éoliennes 1 et 2 et 292,5 mètres pour les éoliennes 3, 4 et 5.



Zone d'effet du phénomène « Projection de pales ou de fragments de pales »



Zone d'effet du phénomène « Projection de glace »

5. Synthèse de l'étude détaillée des risques

5.1. Tableau de synthèse des scénarios étudiés

Le tableau ci-après est un extrait du tableau d'analyse des risques présentant les scénarios retenus pour modélisation.

Le détail de l'analyse est présent au sein de l'étude de dangers du présent dossier.

L'examen de l'accidentologie et de l'analyse des risques permet de retenir des risques d'effondrement d'éoliennes, de chute et de projection d'éléments (de l'éolienne ou de glace).

Les scénarios de projection de glace et de chute de glace sont les deux risques retenus comme principaux à l'échelle des installations car le niveau de risque est faible (contrairement aux trois autres scénarios dans le niveau de risque est considéré comme très faible).

Les catégories de scénarios retenus sont les suivants :

Parc éolien de Plésidy					
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité (Eolienne E1 à E5)
1 Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	exposition modérée	D	Modéré
2 Chute de glace	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	A	Modéré
3 Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	C	Modéré
4 Projection de pales ou fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Sérieux
5 Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	B	Sérieux

5.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		4		5	
Modéré		1	3		2

Légende de la matrice

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

5.3. Evaluation de la probabilité - gravité - cinétique

L'étude de dangers a mis en évidence que les risques associés aux scénarios étudiés sont modérés ou sérieux compte tenu des mesures de maîtrise du risque (moyens de prévention et de protection) mis en œuvre.

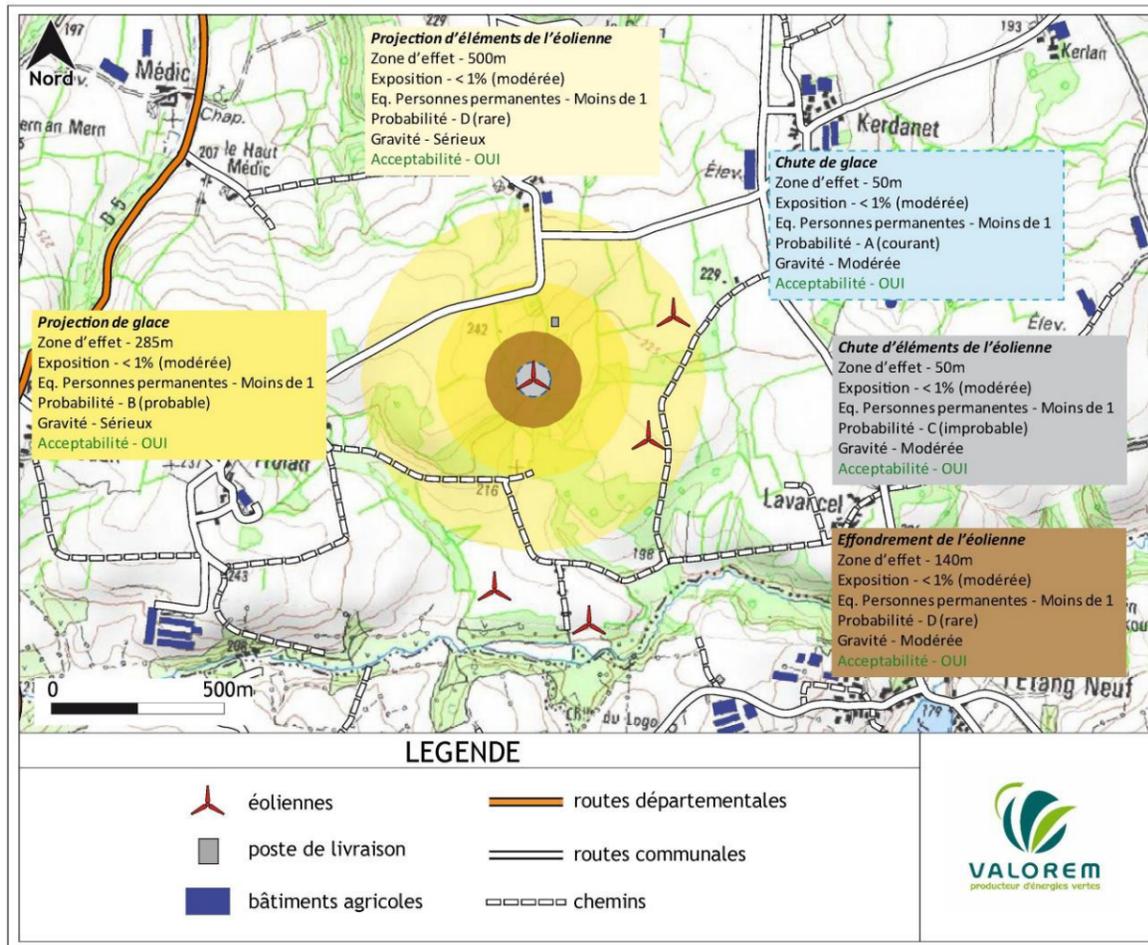
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7 sont mises en place.

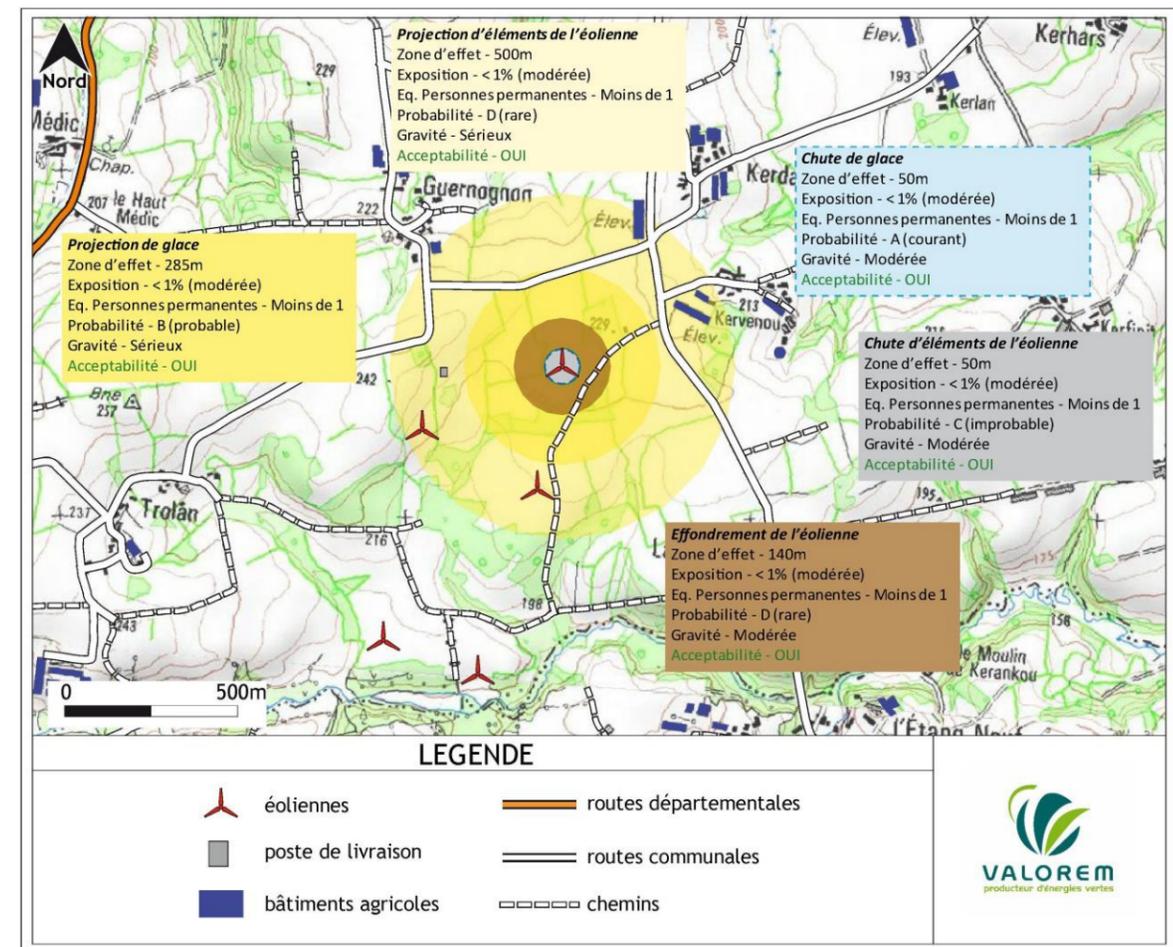
D'après la matrice de criticité et les mesures de maîtrise des risques mises en place, on peut conclure que pour le parc éolien de Plésidy, les risques analysés sont minimes pour les personnes.

6. Cartographie des risques

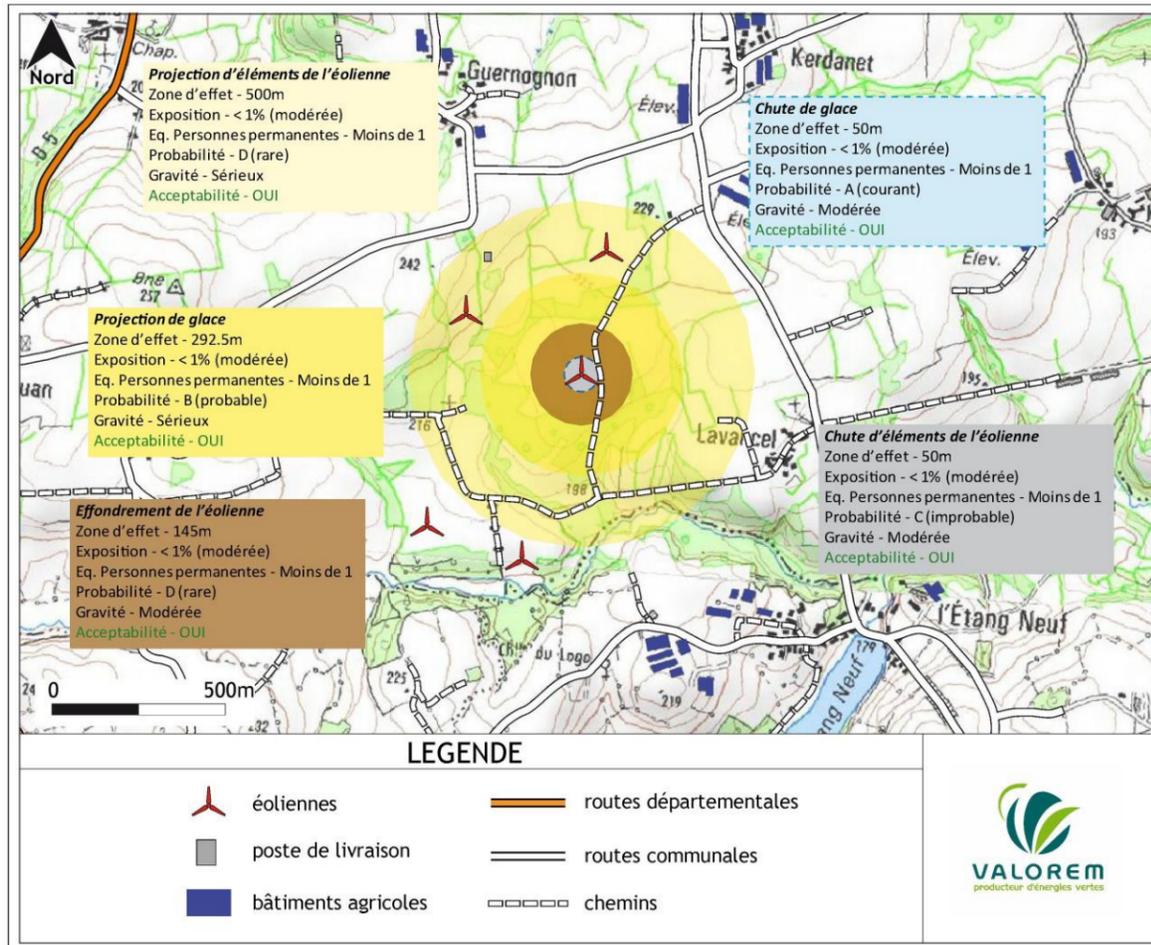
A l'issue de la démarche d'analyse des risques, une carte de synthèse des risques est proposée ci-dessous par les exploitants chaque éolienne du parc éolien de Plésidy. Elles font apparaître, pour les scénarios détaillés dans le tableau de synthèse, les 5 scénarios retenus



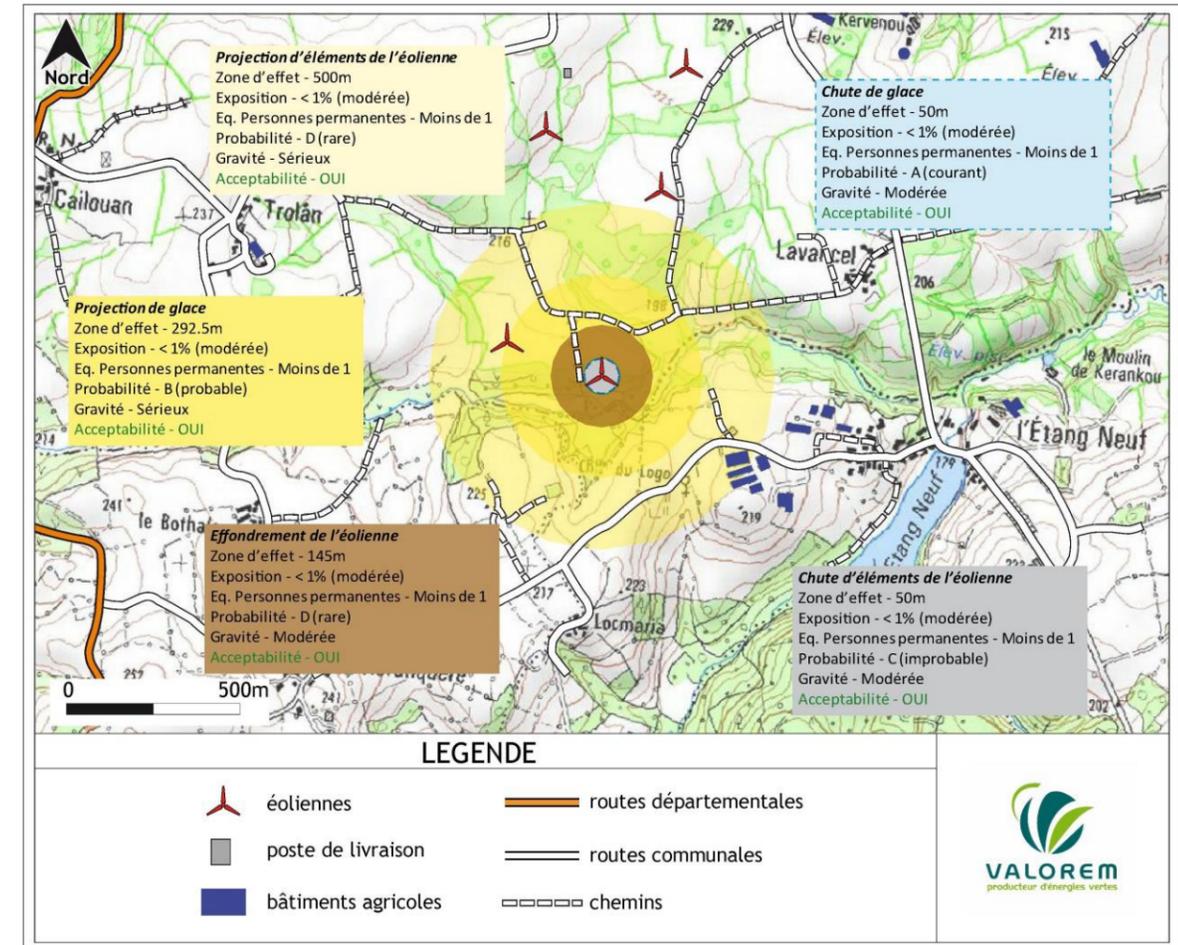
Cartographie de synthèse des risques (E1)



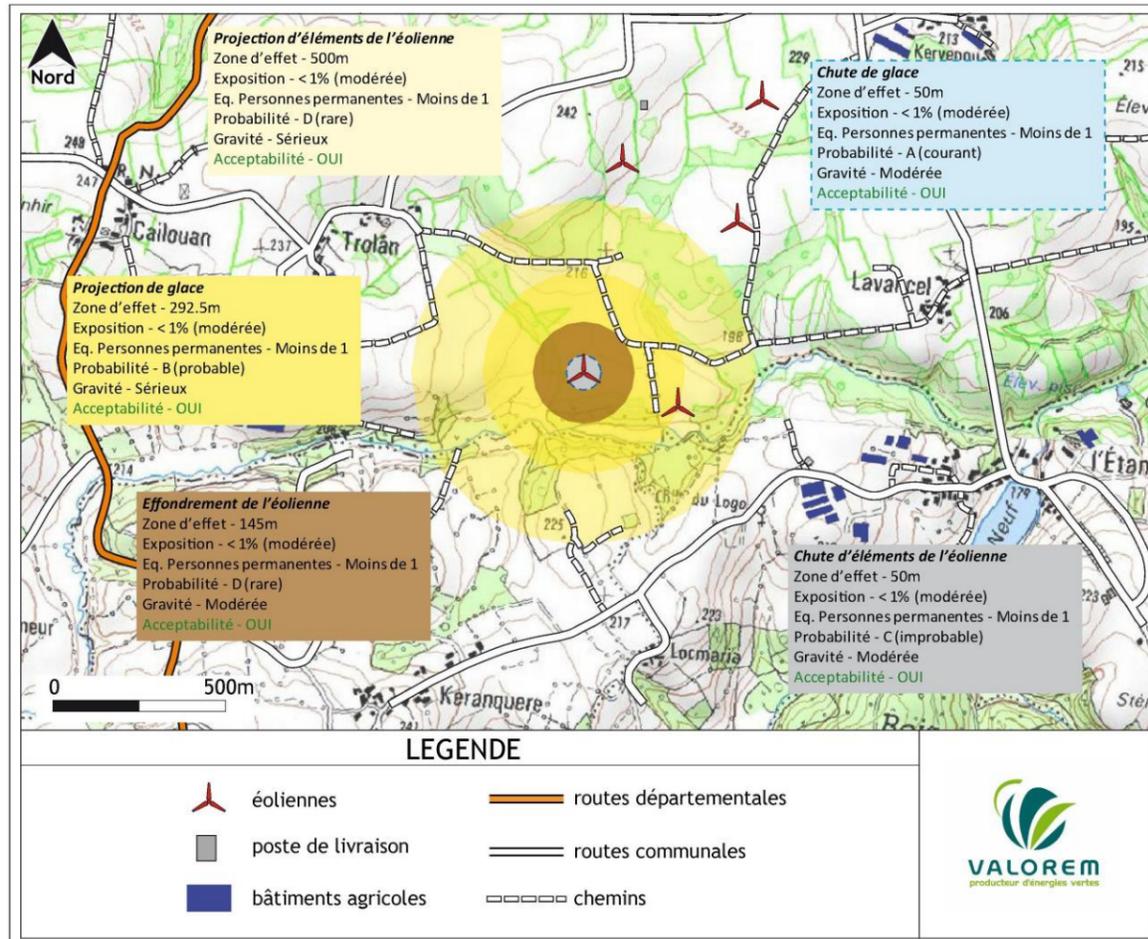
Cartographie de synthèse des risques (E2)



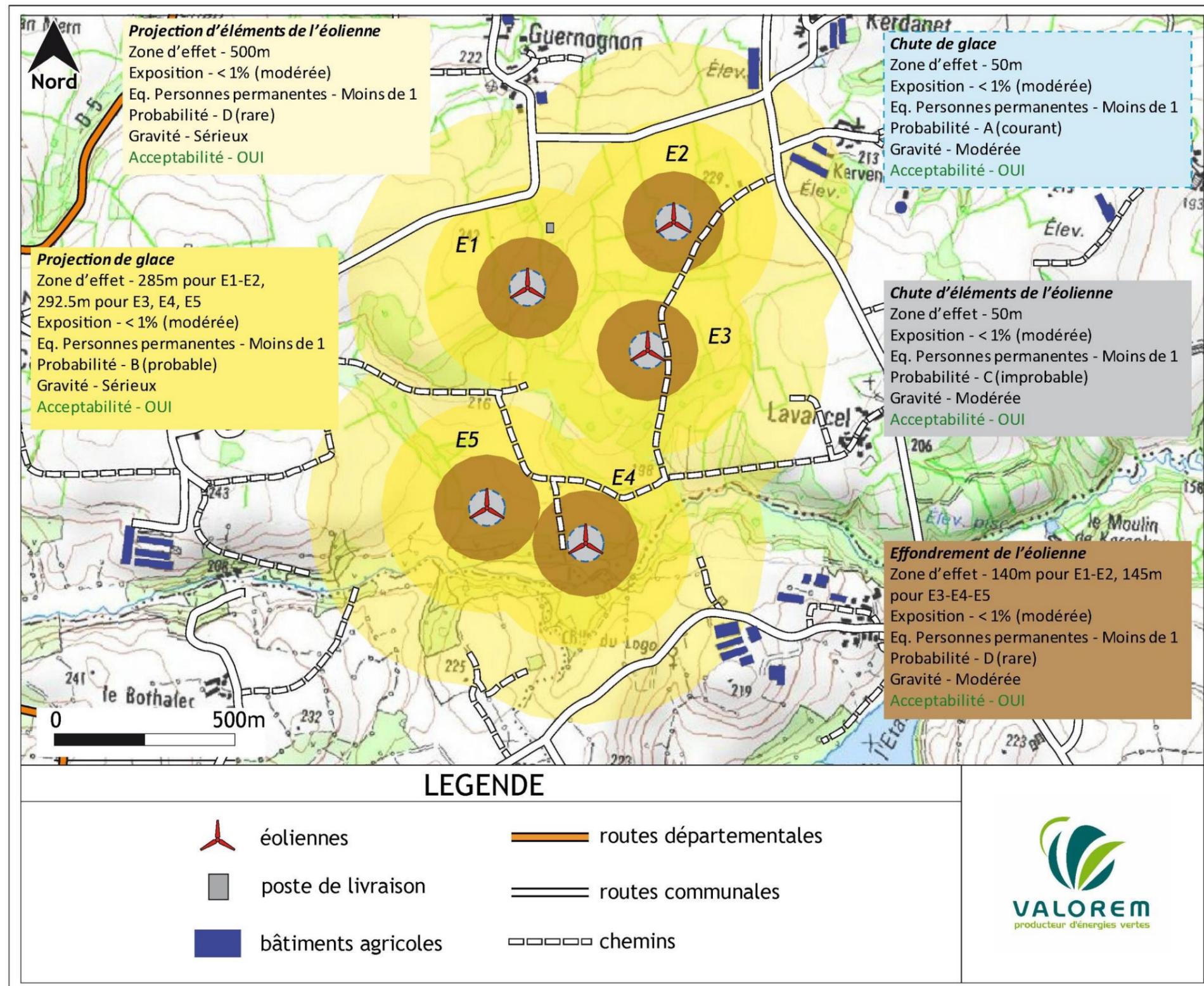
Cartographie de synthèse des risques (E3)



Cartographie de synthèse des risques (E4)



Cartographie de synthèse des risques (E5)



Cartographie de synthèse des risques (E1 à E5)

7. Mesures de maîtrise des risques

7.1. Description des moyens techniques

Pour chaque éolienne, suite à des sondages géotechniques, les fondations seront dimensionnées pour supporter les charges fournies par le constructeur. Des contrôles seront réalisés dans les usines de fabrication des pièces (mât, pales...) puis au cours des différentes étapes de réalisation des fondations de l'assemblage des pièces des éoliennes.

En phase d'exploitation, les éoliennes seront dotées d'équipements de sécurité permettant de prévenir notamment des risques d'effondrements, projection de pales ou incendie :

- Un détecteur des vents forts par éolienne entraînant la mise à l'arrêt de l'éolienne en cas de vents forts ou tempêtes.
- Un détecteur de survitesse des pales entraînant la mise à l'arrêt de l'éolienne.
- Des capteurs de température sur des équipements au sein de l'éolienne.
- Un parafoudre avec mise à la terre pour chaque éolienne.
- Un système de détection incendie dans chaque éolienne relié à une alarme transmise à la salle de commande contrôle et à un centre de télésurveillance par ligne GSM.
- Un capteur de température et d'hygrométrie sur chaque nacelle d'éolienne pour le détecter les conditions favorables à la formation de glace et provoquant l'arrêt de l'éolienne le cas échéant.

7.2. Description des moyens d'intervention

Les personnels intervenants sur les éoliennes, tant pour leur montage, que pour leur maintenance, sont des personnels du turbinier ou de sociétés de maintenance spécialisées, formés au poste de travail et informés des risques présentés par l'activité. Le personnel a les habilitations électriques nécessaires. Des moyens de prévention contre les risques électriques, contre les risques de survitesse et contre la foudre sont des moyens de prévention contre le risque d'incendie (voir les équipements associés).

Lors du déclenchement des alarmes incendie de la machine, une information est envoyée vers le constructeur et l'exploitant au centre de télésurveillance qui peut alerter les secours, mise à l'arrêt de la machine.

Deux extincteurs sont situés à l'intérieur des éoliennes, dans la nacelle et au pied de celles-ci.

7.3. Description des moyens organisationnels

Le fonctionnement des éoliennes est surveillé en permanence grâce à des systèmes de conduite et de contrôle. Ce système permet de connaître les conditions climatiques, d'agir sur le fonctionnement des éoliennes et de contrôler les éléments mécaniques et électriques (notamment régulation de la production de la génératrice et de la production électrique délivrée sur le réseau public, ainsi que supervision de l'angle des pales).

En parallèle de ces systèmes de conduite et de contrôle, les éoliennes sont équipées de dispositifs de sécurité afin de détecter tout début de dysfonctionnement et de limiter les risques liés à ceux-ci. L'objectif est de pouvoir stopper le fonctionnement de l'éolienne en toute sécurité, même en cas de défaillance du système de contrôle.

Une gestion rigoureuse et respectueuse du site passera par un entretien méticuleux des lieux et des matériels : contrôles des fuites d'huile, lavages, graissages et vidanges avec récupération des huiles et autres produits polluants.

Parallèlement à cette maintenance permanente, une visite d'entretien s'effectue annuellement :

- vidange des fluides hydrauliques (les huiles usées sont récupérées et traitées ensuite dans des centres spécialisés),
- surveillance des points de graissage importants des aérogénérateurs (nettoyage et injection de graisse).

La maintenance préventive et corrective sera réalisée selon les recommandations et les procédures établies par le constructeur, conformément aux obligations réglementaires applicables. Signalons qu'en dehors de l'entretien et de la maintenance des éoliennes, le maintien de la propreté des abords sera régulièrement assuré par la société d'exploitation du parc.

7.4. Description des fonctions de sécurité

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle durant la maintenance préventive et remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage à l'entrée des plates-formes Eloignement des zones habitées et fréquentées En zone fortement impactée, mise en place de barrière sur le chemin d'accès		
Maintenance	vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure du courant de défaut en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	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 temps réel transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	DéTECTEURS de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Maintenance	Les couples de serrage appliqués sur les boulons pour maintenir les éléments structurels sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Maintenance	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau des pales) et transmission d'information vers le centre de conduite		
Maintenance	Contrôle durant les maintenances préventives du mât météo, des anémomètres et girouettes		

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011.

Notamment, suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalise une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.