



RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS



PROJET ÉOLIEN DE LAN VRAZ COTES D'ARMOR (22)



PREAMBULE

Ce résumé non technique est destiné à l'information et à la consultation du public. Il s'agit d'une synthèse, qui ne peut se substituer à l'étude de dangers complète constituant la référence.

Le résumé non technique reprend la trame du guide technique pour la réalisation de l'étude de dangers des parcs éoliens et du résumé non technique, validés par l'Institut National de l'Environnement industriel et des RISques (INERIS) et le Syndicat des Energies Renouvelables (SER). Ce guide a par ailleurs été reconnu comme correspondant aux exigences de la réglementation en matière d'évaluation des risques par la Direction Générale de la Prévention des Risques.

SOMMAIRE

1. Description de l'installation et de son environnement.....	3
2. L'environnement humain de l'installation	4
2.1. Cas particulier du hameau de Lan Vraz.....	4
2.2. Distances aux habitations et zones destinées à l'habitation	4
3. L'environnement naturel de l'installation.....	6
3.1. L'activité orageuse	6
3.2. Le risque sismique.....	6
3.3. Les mouvements de terrain	6
3.4. Le retrait et gonflement des argiles.....	6
3.4.1. Les inondations de plaine.....	6
3.4.2. Les crues des rivières par ruissellements et coulées de boues.....	6
3.4.3. Le ruissellement pluvial en zone urbaine.....	7
3.4.4. Les inondations par submersion marine.....	7
3.5. Le risque de feux de forêts ou de landes	8
4. L'environnement matériel de l'installation.....	9
4.1. Les voies de communication.....	9
4.2. Les réseaux publics et privés.....	10
4.2.1. Le réseau électrique	10
4.2.2. Le réseau d'alimentation en eau potable.....	10
5. Synthèse sur la zone d'étude de l'étude de dangers	11
6. Présentation de la méthode d'analyse des risques	12
6.1. de l'analyse préliminaire des risques.....	12
6.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques.....	12
6.3. Recensement des agressions externes potentielles.....	12
6.3.1. Agressions externes liées aux activités humaines.....	12
6.3.2. Agressions externes liées aux activités naturelles	12
6.4. Cinétique	13
6.5. Intensité	13
6.6. Gravité.....	13
6.7. Probabilité.....	14
6.8. L'acceptabilité des risques	14
7. Cartographie des risques	15
7.1. Effondrement de l'éolienne	15
7.2. Chute d'élément de l'éolienne.....	16
7.3. Chute de glace.....	16
7.4. Projection de pale ou de fragment de pale	17
7.5. Projection de glace.....	17
8. Description des principales mesures d'amélioration permettant la réduction des risques	18
9. Conclusion	18



PIÈCE 5 – PARTIE 1 – RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

1. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION ET DE SON ENVIRONNEMENT

Le parc éolien de LAN VRAZ, composé de 3 aérogénérateurs, est localisé sur la commune de KERGRIST-MOELOU, dans le département des Côtes d'Armor, en région BRETAGNE. La commune de KERGRIST-MOELOU fait partie de la Communauté de communes du Kreiz-Breizh.



Carte 1 : Localisation du projet en Côtes d'Armor

Un réseau de câbles électriques enterrés permet d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne.

Un poste de livraison électrique, concentre l'électricité produite par les éoliennes et organise son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local.

Un réseau de câbles enterrés permet d'évacuer l'électricité regroupée au poste de livraison vers le poste source de Rostrenen.

Au sein du parc éolien se dessine un réseau de chemins d'accès pour l'acheminement des éoliennes.

Ce projet est soumis au régime d'autorisation unique pour l'exploitation d'une installation classée pour la protection de l'environnement, dans la mesure où les mâts envisagés auront une taille supérieure à 50 mètres.

Deux modèles d'éoliennes ont été présélectionnés par le pôle exploitation de IEL. Il s'agit de la V100 de Vestas et de la E103 de chez Enercon. Le tableau qui suit présente les caractéristiques de chaque éolienne et en rouge les valeurs retenues dans les calculs de l'étude de dangers.

Constructeur	VESTAS	ENERCON
Modèle d'éolienne envisagé	V100	E103
Design de la nacelle		
Puissance nominale	2 MW	2.35 MW
Hauteur au moyeu	100 mètres	108.4 mètres
Largueur maximale du mât	3.9 mètres	7.8 mètres
Longueur de la pale	49 mètres	49.3 mètres
Hauteur hors tout	150 mètres	159.9 mètres
Largueur maximale de la pale	3.93 mètres	4 mètres
Fondation	Environ 20 mètres	Environ 20 mètres
Transformateurs	Dans la tour	Dans la tour
Longueur de la nacelle	10,45 mètres	11,74 mètres

Tableau 1 : Spécificités des éoliennes V100 et E103

Ci-après, le tableau précise la localisation des éoliennes et du poste de livraison.

	Lambert 93		WGS84		
	X	Y	X(est)	Y(nord)	Z (m)
E1	230203	6816938	-3°20'23,60"	48°16'58,62"	213
E2	230546	6816809	-3°20'06,51"	48°16'55,34"	209
E3	230859	6816692	-3°19'50,93"	48°16'52,36"	207
PDL (point milieu)	230824	6816639	-3°19'52,44"	48°16'50,47"	205

Tableau 2: Coordonnées des éoliennes de l'implantation retenue



2. L'ENVIRONNEMENT HUMAIN DE L'INSTALLATION

2.1. Cas particulier du hameau de Lan Vraz

Etant donné la promesse de constitution d'une servitude d'affectation et d'usage des immeubles¹ situés à Lan Vraz par la société IEL Développement et l'engagement pris de ne pas habiter ou louer le bien et de l'utiliser comme local technique annexe à l'exploitation agricole, nous considérons que ces immeubles sont défaits du statut de construction à usage d'habitation. Il n'est donc pas pris en compte dans la définition des périmètres des zones d'étude. Ci-dessous, vous trouverez précisément les terrains et immeubles (sous couleur verte) faisant l'objet d'une servitude. Les autres bâtiments sont des bâtiments d'élevage.



2.2. Distances aux habitations et zones destinées à l'habitation

L'étude de dangers doit s'intéresser aux populations situées dans la zone sur laquelle porte l'étude ou à proximité ; elle doit indiquer notamment les informations suivantes :

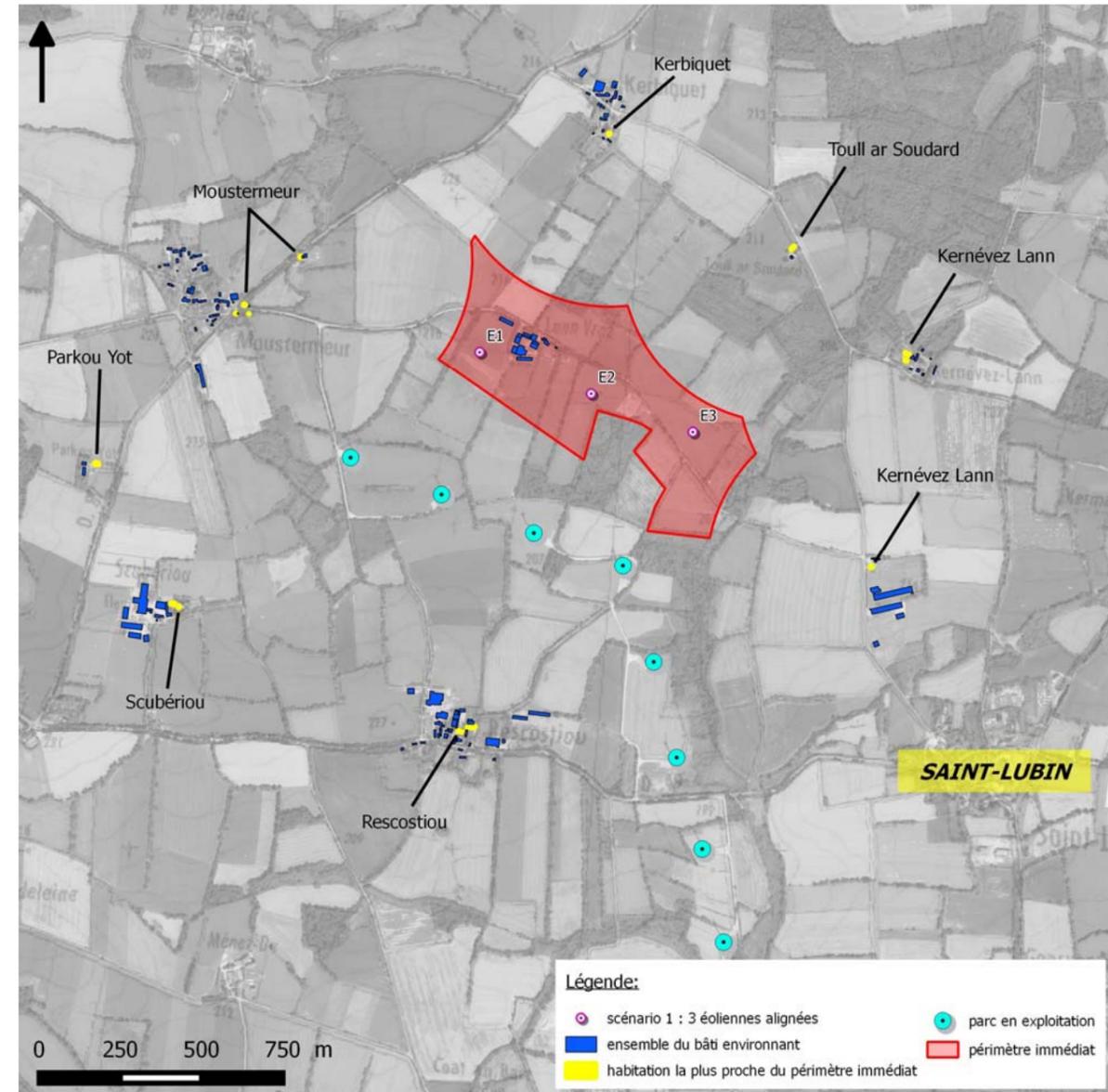
- Distance aux habitations les plus proches ;
- Distance aux zones urbanisables les plus proches ;

Dans le cadre de notre projet, toutes les habitations sont situées à plus de 620 mètres des éoliennes.

Nom du hameau de l'habitation	Distance à E1 (m)	Distance à E2 (m)	Distance à E3 (m)
Moustermeur (nord)	620	980	1315
Moustermeur (sud)	715	1075	1410
Parkou Yot	1215	1525	1825
Scubériou	1205	1420	1665
Rescostiou	1150	1080	1120
Kernévez Lann (sud)	1370	1005	680
Kernévez Lann (nord)	1305	965	685
Toull ar Soudard	1005	755	635
Kerbiquet	775	800	950

Tableau 3: Les habitations les plus proches

¹ Promesse disponible intégralement en partie 8 « accords et avis consultatifs »



Carte 2 : Localisation des habitations les plus proches des éoliennes pour chaque hameau riverain

Les hameaux les plus proches d'une éolienne sont situés à 620 mètres, donc au-delà de la règle des 500 mètres de la loi Grenelle II.



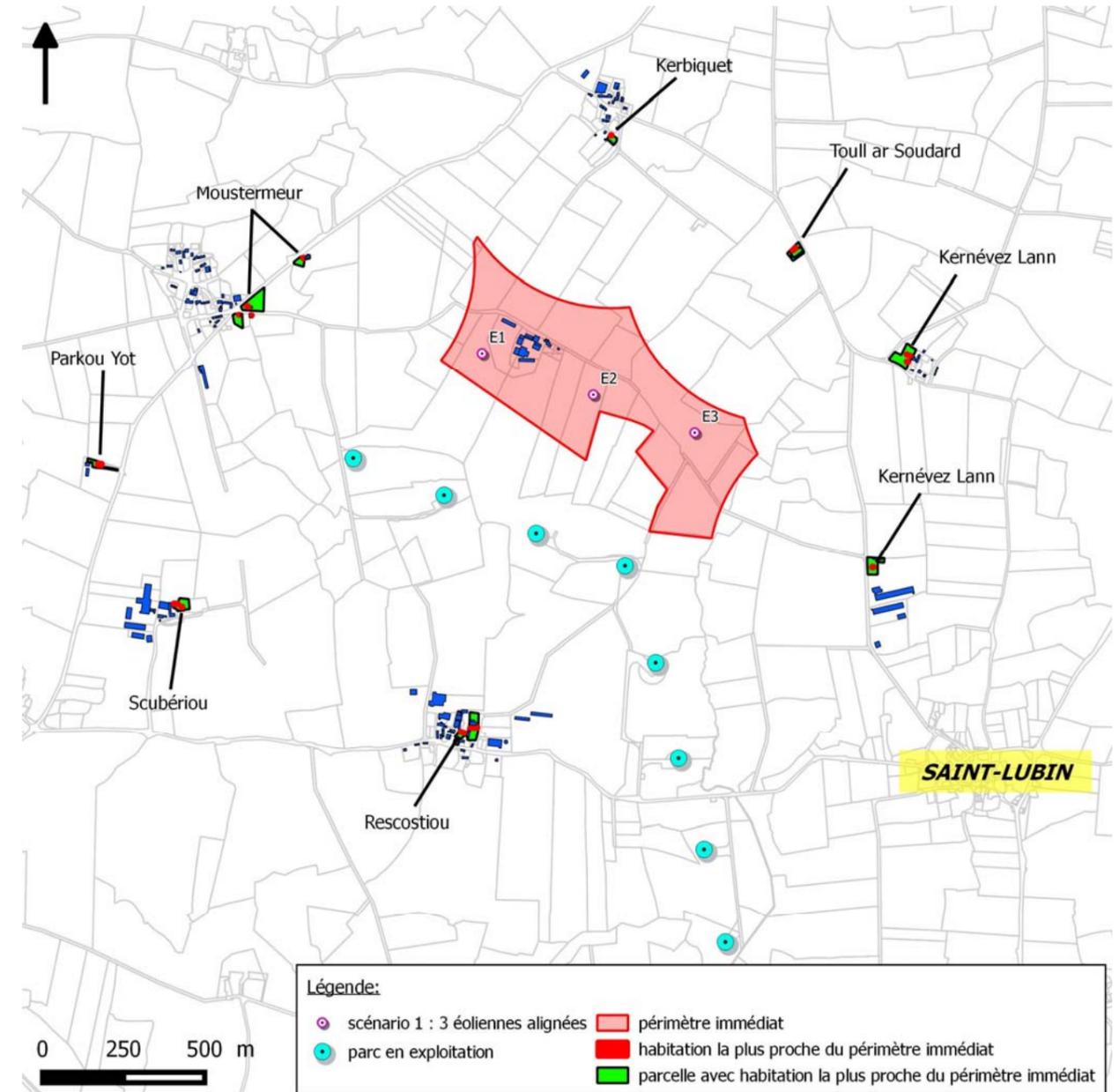
PIÈCE 5 – PARTIE 1 – RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

Pour évaluer la distance aux zones destinées à l'habitation, nous avons consulté les documents d'urbanisme en vigueur de la commune de Kergrist-Moëlou. Or la commune de Kergrist-Moëlou n'est dotée d'aucun document d'urbanisme. Elle est par conséquent soumise au Règlement National d'Urbanisme (RNU). Le RNU ne définit pas de zones urbanisables ou destinées à l'habitation ; il convient alors de considérer les zones destinées à l'habitation en appliquant la notion de « caractère continu de l'urbanisation » telle que définie par la jurisprudence. Or, celle-ci considère que c'est la dernière parcelle construite qui doit définir les limites des zones destinées à l'habitation. En conséquence, c'est à partir des dernières parcelles construites que nous pourrions apprécier la distance de 500m prévue par l'article L 553-1 du code de l'environnement.

Nom du hameau de l'habitation	Distance à E1 (m)	Distance à E2 (m)	Distance à E3 (m)
Moustermeur (nord)	605	970	1300
Moustermeur (sud)	685	1050	1380
Parkou Yot	1180	1485	1780
Scubériou	1180	1395	1640
Rescostiou	1105	1040	1090
Kernévez Lann (sud)	1345	980	655
Kernévez Lann (nord)	1255	915	640
Toull ar Soudard	990	740	610
Kerbiquet	760	775	920

Tableau 4: Distance des éoliennes du projet de consolidation aux plus proches zones destinées à l'habitation

La carte qui suit localise les zones destinées à l'habitation les plus proches autour de la zone d'étude immédiate.



Carte 3 : Localisation des zones destinées à l'habitation les plus proches des éoliennes

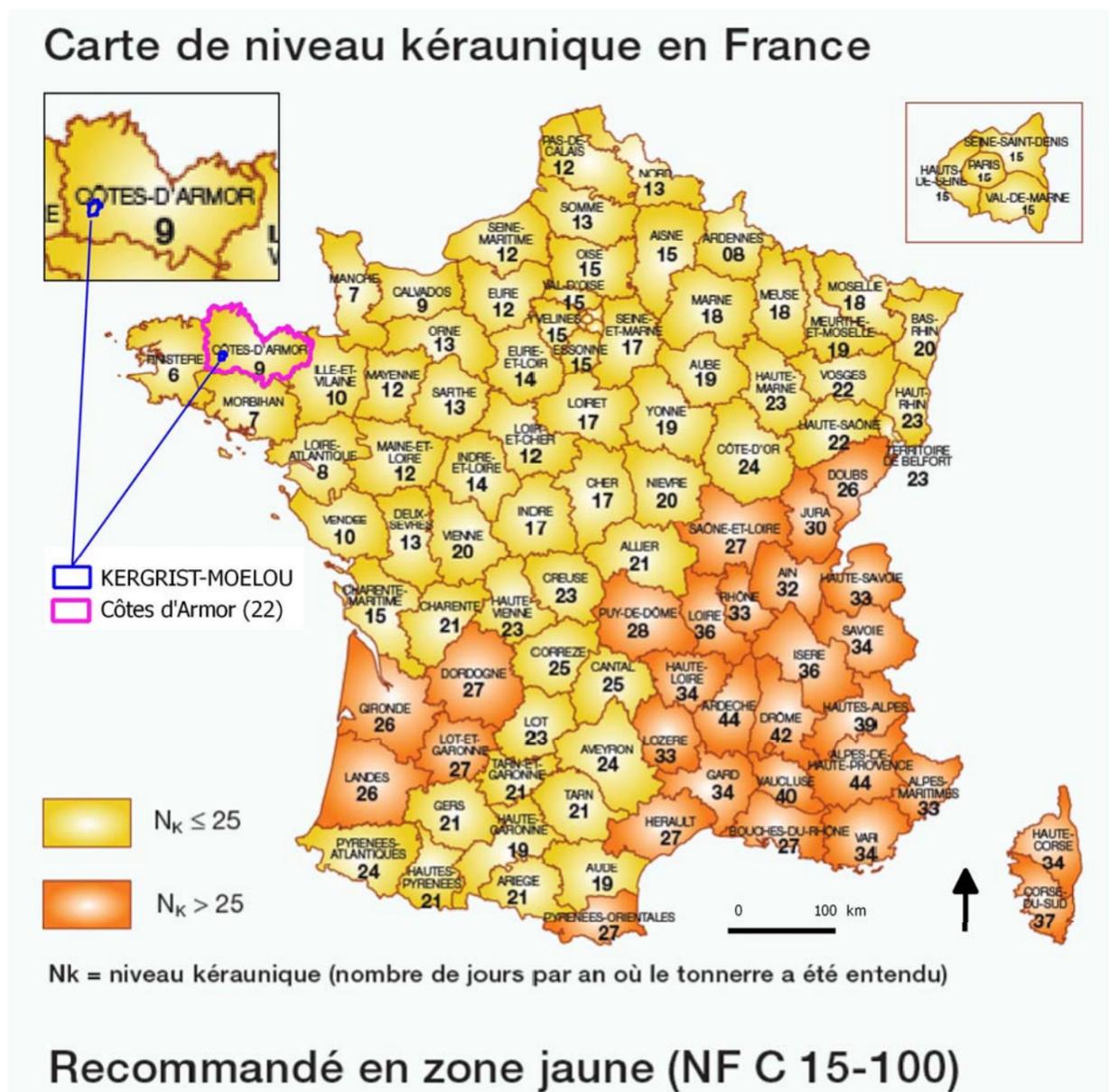
La zone destinée à l'habitation la plus proche d'une éolienne est la zone « Moustermeur Nord », situé à 605 mètres de la première éolienne. La loi Grenelle II et la règle des 500 m sont respectées.



3. L'ENVIRONNEMENT NATUREL DE L'INSTALLATION

3.1. L'activité orageuse

L'activité orageuse d'une région est définie par le niveau kéraunique (N_k), c'est-à-dire le nombre de jours où l'on entend gronder le tonnerre.



Carte 4 : Carte de France du niveau kéraunique

Source : Acroterre.fr

Le niveau kéraunique du département de les Côtes d'Armor est de 9 jours par an, cela correspond au nombre de jours où l'on entend gronder le tonnerre. Dans le cas où le niveau kéraunique est supérieur à 25, la pose de protection Foudre est obligatoire. Cette norme ne concerne pas le département des Côtes d'Armor qui possède un niveau kéraunique inférieur à 25Nk.

3.2. Le risque sismique

La zone est sismiquement stable. Des tremblements de terre mineurs ont pu être ressentis par le passé, mais le secteur n'est pas considéré comme une région sismique, c'est-à-dire une région où apparaissent des tremblements de terre d'intensité égale ou supérieure à VIII (MSK) responsables de destructions importantes et parfois de morts.

Afin d'appliquer les règles parasismiques de construction, un zonage physique de la France a été élaboré : 5 zones de 1 à 5 (5 pour les régions à risque des Antilles). Deux décrets du 22 octobre 2010 donnent les nouvelles dénominations de zones sismiques et de catégories de bâtiments et le nouveau découpage géographique des 5 zones sismiques :

Le département des Côtes d'Armor est classé en zone 2, dite à «faible» sismicité. La commune de Kergrist-Moëlou est également dans le zonage à sismicité faible du département.

Les bâtiments sont classés en 4 catégories, la classe I correspondant à des bâtiments à risque faible, la classe IV à fort risque. Les éoliennes sont des bâtiments appartenant à la catégorie III (« bâtiments dont la hauteur dépasse 28 mètres ») et doivent, en zone de sismicité 2, respecter les normes de l'Eurocode 8 relatives à la conception et au dimensionnement des structures pour leur résistance aux séismes. Il en va de même pour le futur poste de livraison qui répond également à la classe III étant donné sa vocation industrielle et son appartenance à un centre de production d'énergie. Les règles Eurocode 8, les annexes nationales liées et les préconisations de l'article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », devront être respectées pour les éoliennes et le poste de livraison

3.3. Les mouvements de terrain

D'après le site Georisque, la commune de Kergrist-Moëlou n'a pas été concernée par un mouvement de terrain. Le mouvement de terrain qui a eu lieu le plus proche est situé à plus de 10 km, sur la commune de Plounevez-Quintin.

3.4. Le retrait et gonflement des argiles

Le département peut être concerné par plusieurs types d'inondations :

3.4.1. Les inondations de plaine

La rivière sort de son lit mineur lentement et peut inonder la plaine pendant une période dépassant rarement 72 heures. La rivière occupe alors son lit moyen et éventuellement son lit majeur. Les nombreux cours d'eau qui parcourent le département peuvent être à l'origine de débordements plus ou moins importants et sont très localisés.

3.4.2. Les crues des rivières par ruissellements et coulées de boues

Lorsque des précipitations intenses tombent sur tout un bassin versant, les eaux ruissellent et se concentrent rapidement dans le cours d'eau, d'où des crues brutales et violentes. Le lit du cours d'eau est en général rapidement colmaté par le dépôt de sédiments et des bois morts, lesquels peuvent former des barrages, appelés embâcles aggravant les débordements.



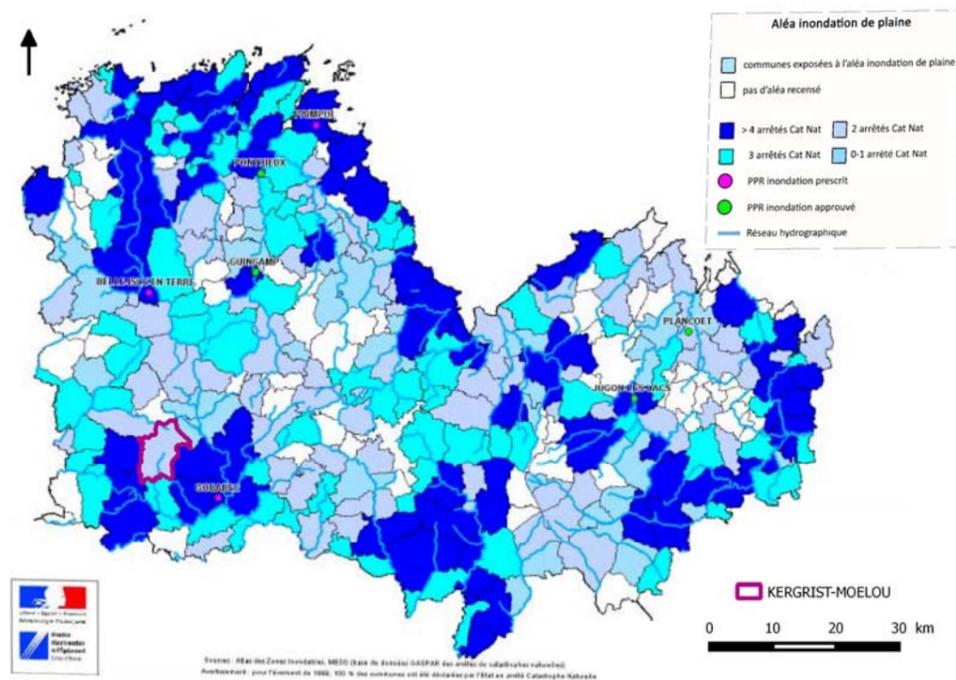
3.4.3. Le ruissellement pluvial en zone urbaine

L'imperméabilisation du sol par les aménagements (bâtiments, voiries, parkings, etc.) et par les pratiques culturelles limite l'infiltration des précipitations et accentue le ruissellement. Ceci occasionne souvent la saturation et le refoulement du réseau d'assainissement des eaux pluviales, dont la capacité est souvent insuffisante. Il en résulte des écoulements plus ou moins importants et souvent rapides dans les rues.

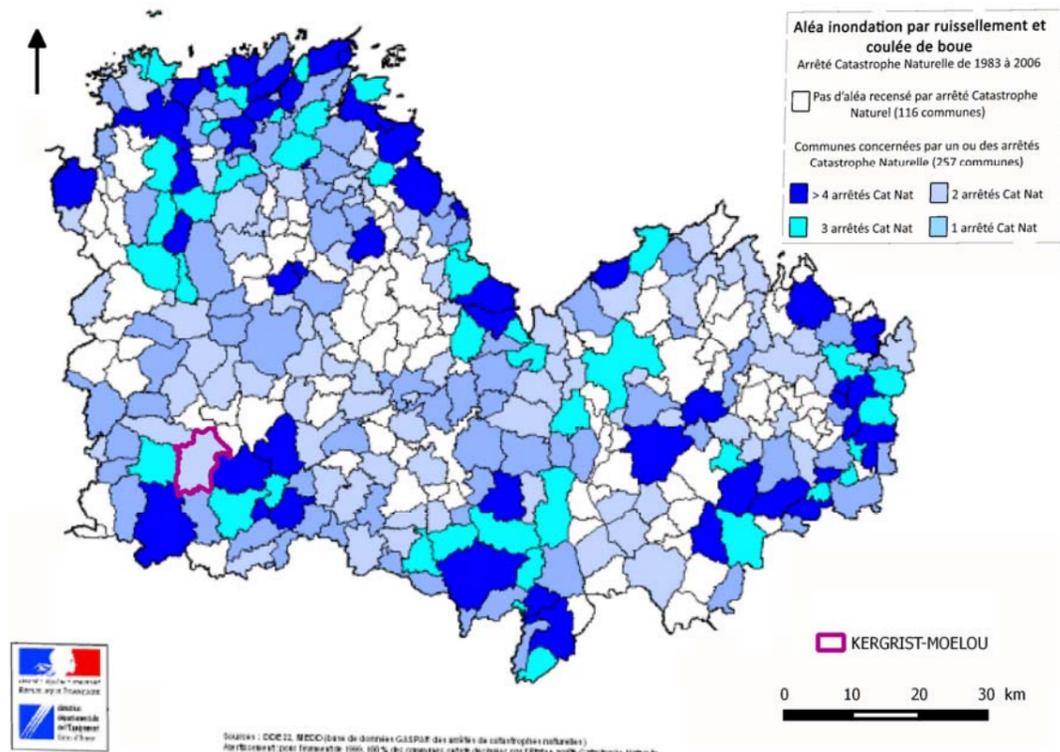
3.4.4. Les inondations par submersion marine

Dans les estuaires et zones littorales, la conjonction d'une crue (pour les estuaires), de vents violents, d'une surcote liée à une tempête, associés à un fort coefficient de marée et à un phénomène de vague, peut engendrer une submersion marine parfois aggravée par la destruction ou la fragilisation de barrières naturelles ou d'ouvrages de protection.

La commune de Kergrist-Moëlou est concernée par deux risques d'inondation : inondation de plaine et crues des rivières.



Carte 5 : Localisation de la commune vis-à-vis du risque d'inondation de plaine

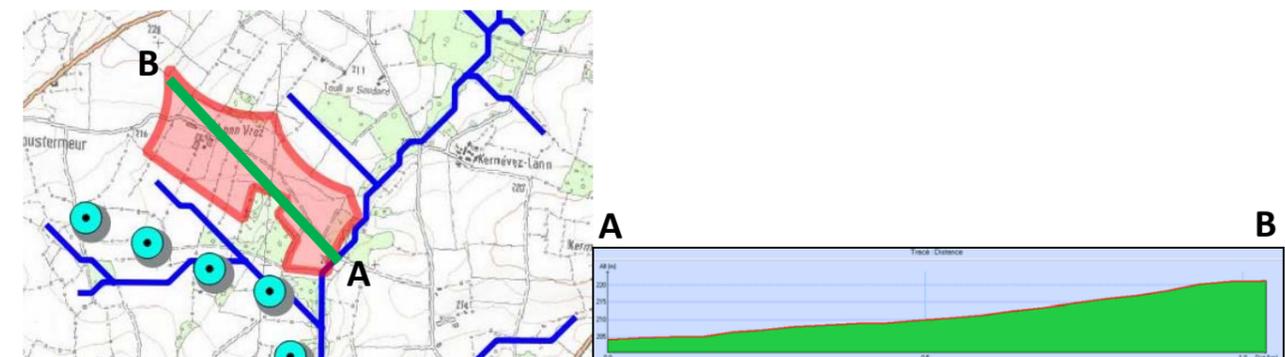


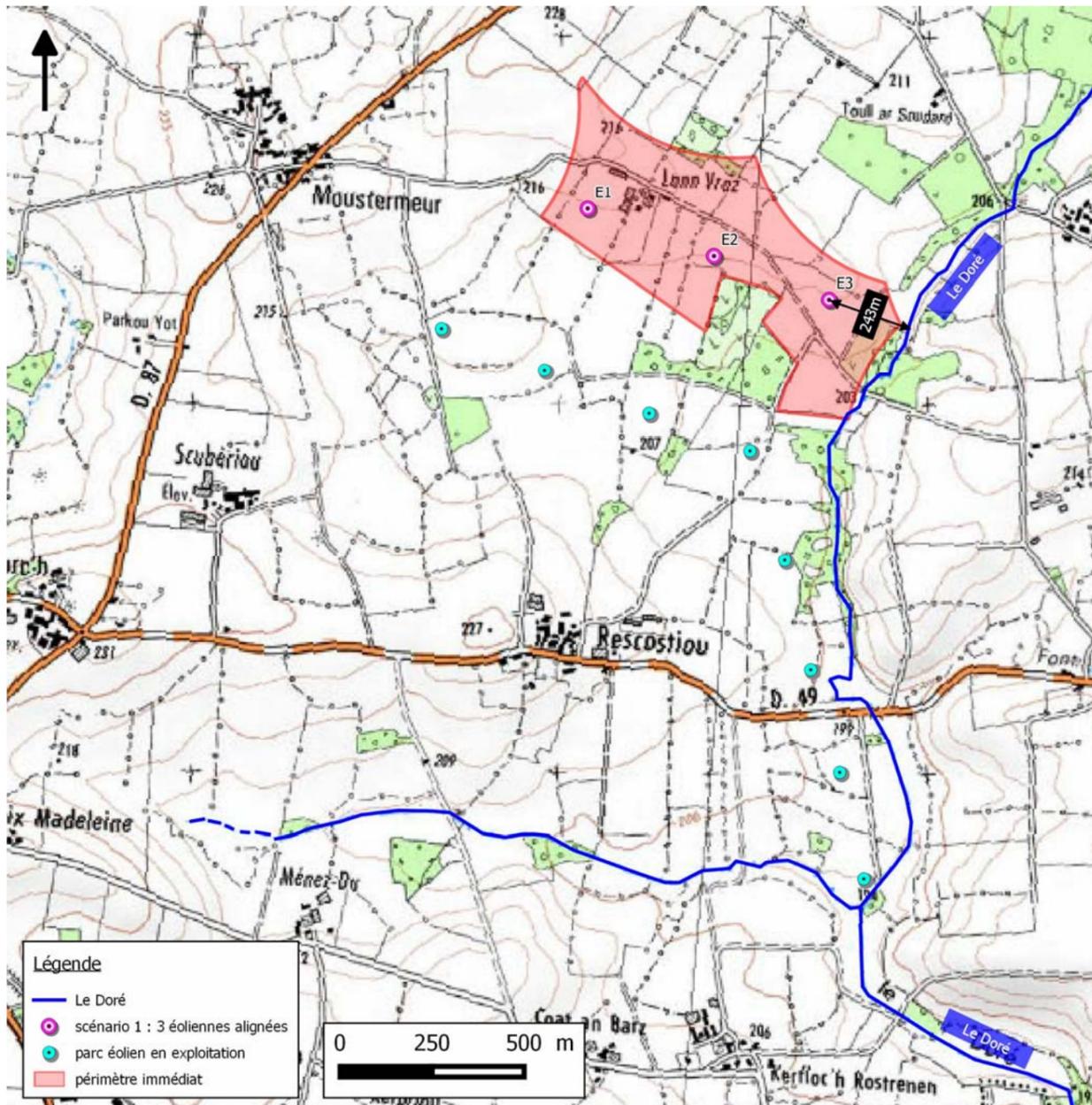
Carte 6 : Localisation de la commune vis-à-vis du risque d'inondation par ruissellement

Type de catastrophe	Début le	Fin le
Inondations et coulées de boue	15/01/1988	15/02/1988
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	25/12/1999	29/12/1999
Inondations et coulées de boue	09/01/2010	12/01/2010

Tableau 5 : Arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle vis-à-vis u risque inondation

Le risque en termes d'inondation vis-à-vis de la zone d'étude immédiate est lié à la présence du cours d'eau Le Doré. Néanmoins d'après la coupe de terrain présentée sur la carte suivante, il existe un dénivelé d'environ 10 mètres entre le cours d'eau et le point le plus haut de la zone d'étude immédiate.

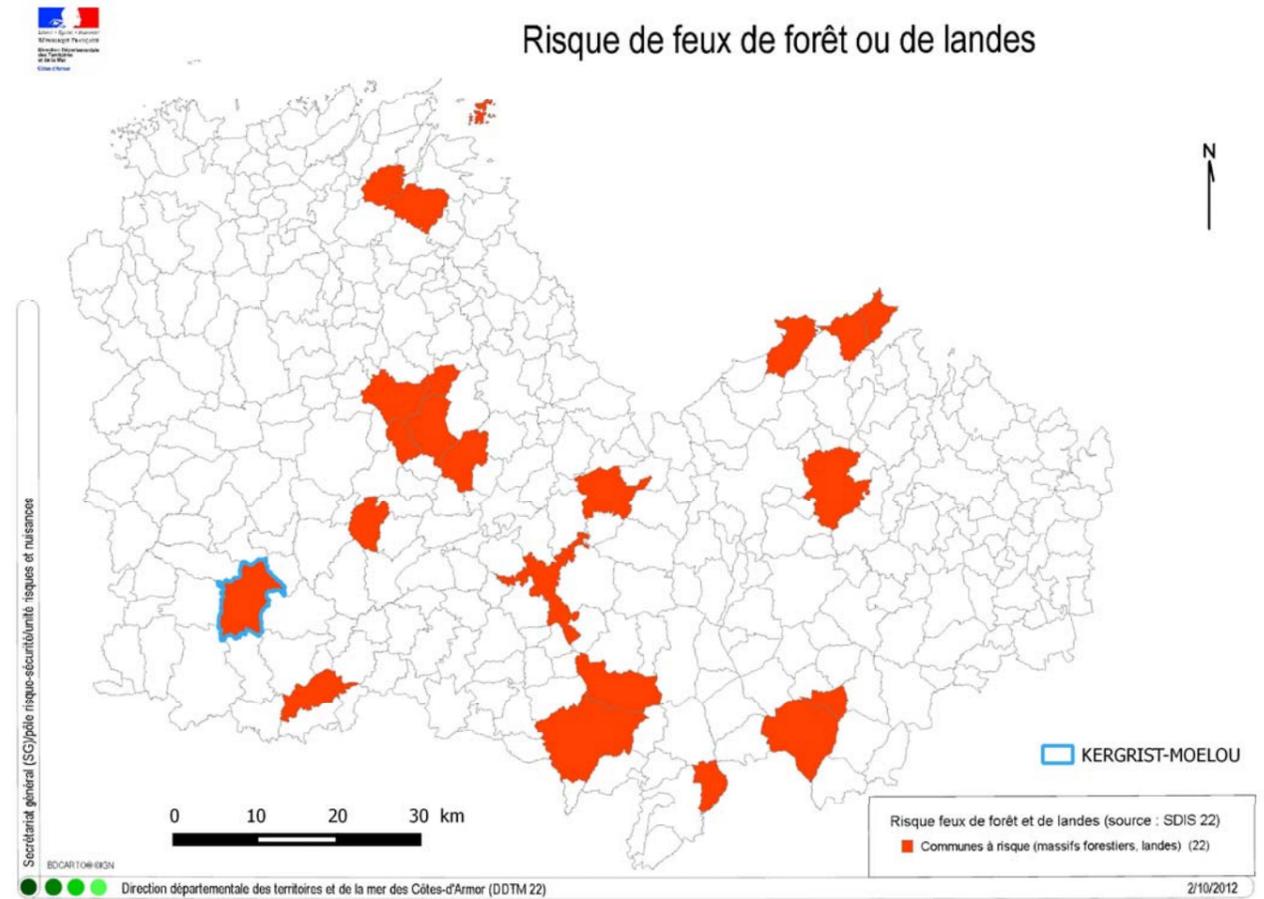




Carte 7 : Localisation du cours d'eau Le Doré

3.5. Le risque de feux de forêts ou de landes

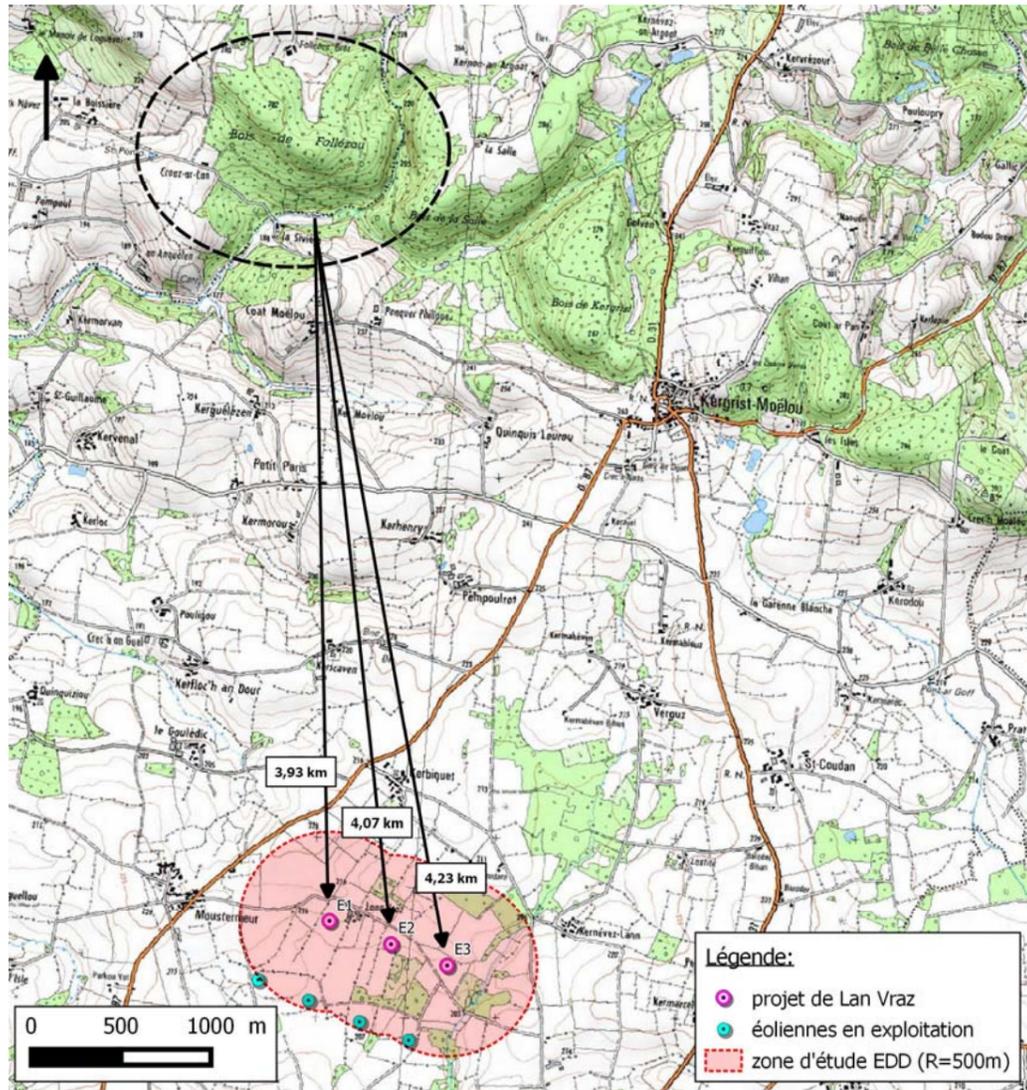
Le DDRM 22 recense les communes à risque concernant les feux de forêt ou de landes. La cartographie qui suit montre que la commune de Kergrit-Moëlou est concernée par ce risque.



Carte 8: Risques feux de forêts ou landes

Source : DDRM22

Toujours d'après la DDRM 22, la zone forestière à risque serait le bois de Follérou, à Kergrit-Moëlou situé à plus de 3 km de la zone des éoliennes.



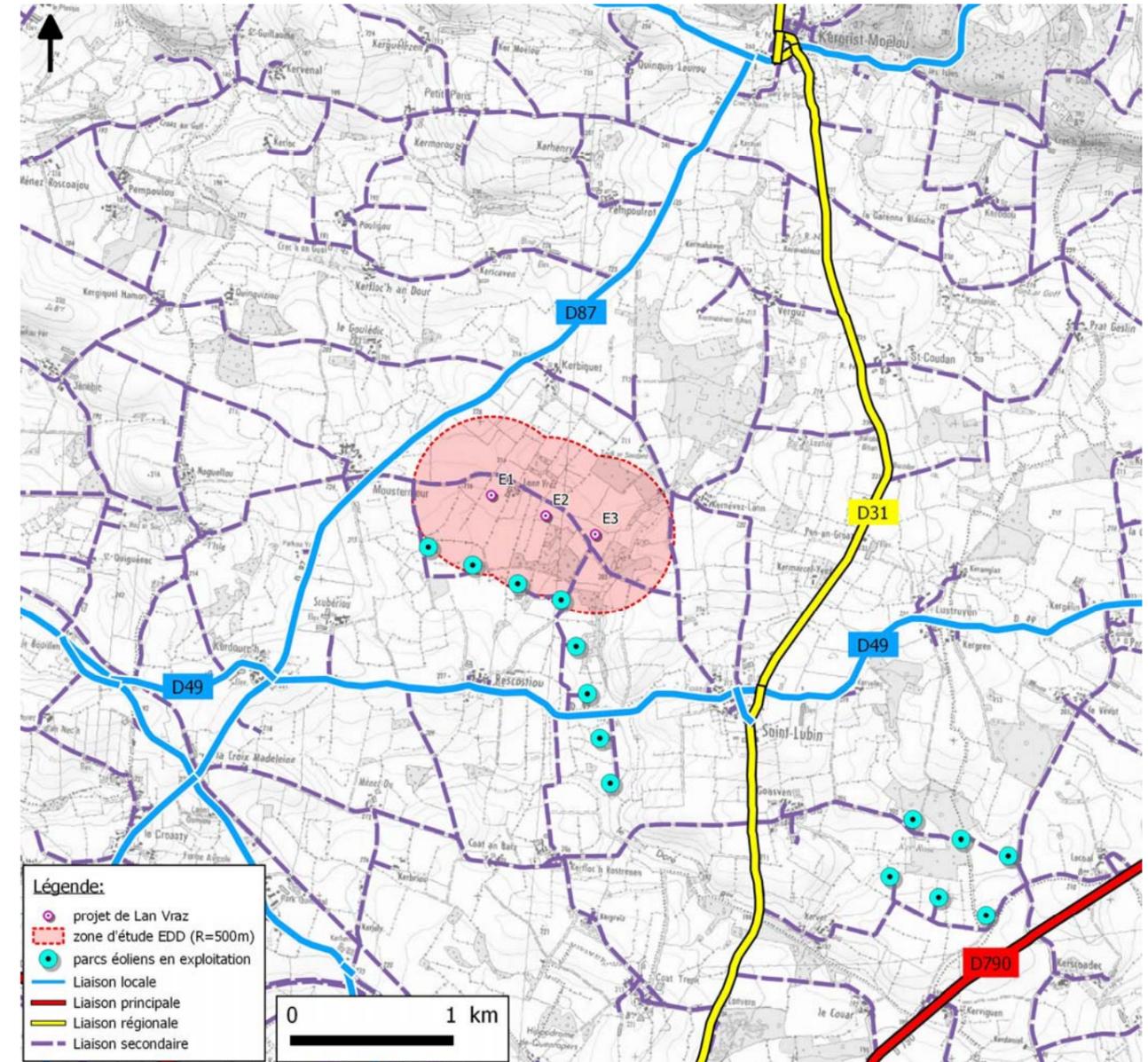
Carte 9: Localisation du bois de Follézou

4. L'ENVIRONNEMENT MATÉRIEL DE L'INSTALLATION

4.1. Les voies de communication

La zone de l'étude de dangers n'est traversée par aucune route départementale mais uniquement par une voie communale n°62 (entre la RD87 et la ferme de Lan Vraz).

D'autres chemins d'exploitation sont également présents. Ces derniers permettent de desservir les différentes parcelles agricoles ainsi que les éoliennes existantes. Ce sont donc principalement des engins agricoles et des professionnels qui empruntent ces chemins.



Carte 10 : Les accès existant à proximité de la zone d'étude



PIÈCE 5 – PARTIE 1 – RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

Le tableau qui suit présente les informations de fréquentation pour les routes qui traversent la zone d'étude.

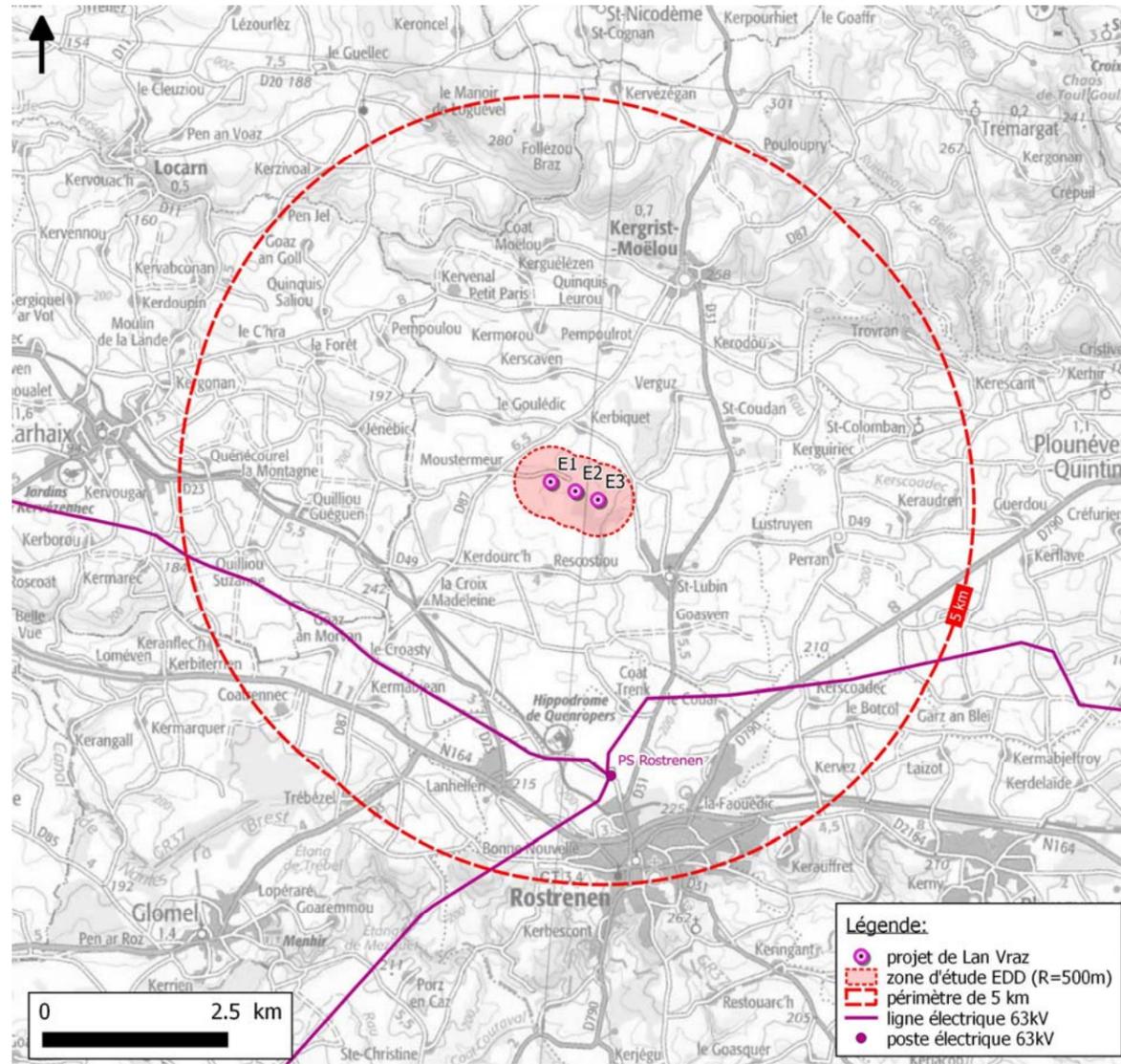
Type d'infrastructure	Fréquentation
Route départementale	NA pour ce projet
Chemins d'exploitation et voie communale	Considérés comme des zones aménagées peu fréquentées (1 personne pour 10 hectares)

Tableau 6 : Fréquentation des principales voies de communication

4.2. Les réseaux publics et privés

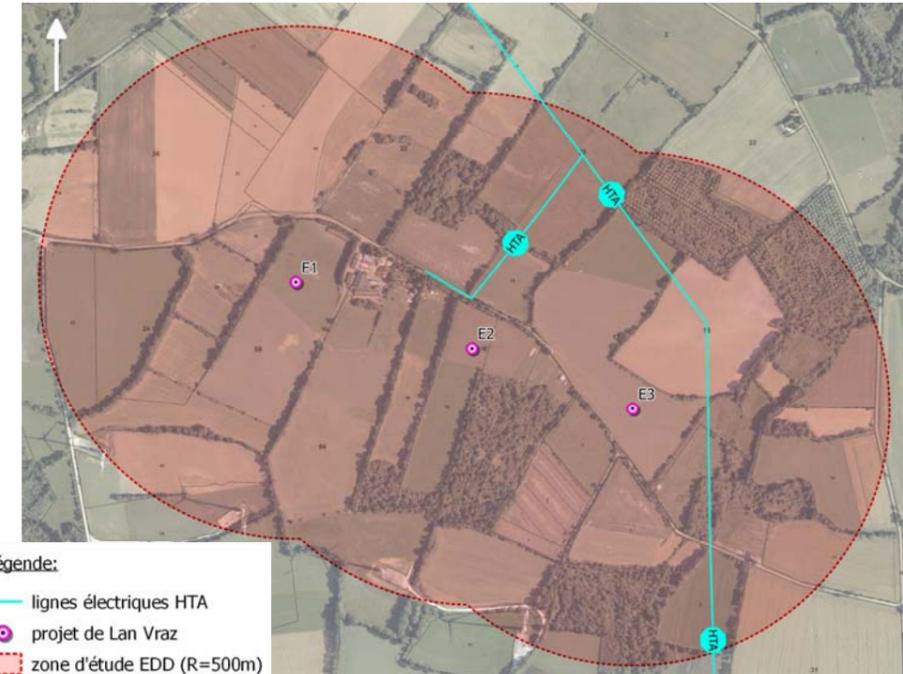
4.2.1. Le réseau électrique

Dans un rayon de 5km du projet de Lan Vraz, trois lignes électriques aériennes importantes de 63kV ainsi qu'un poste électrique sont recensés au niveau du secteur nord de Rostrenen : ces infrastructures se trouvent à plus de 2 km de la zone d'étude de 500m.

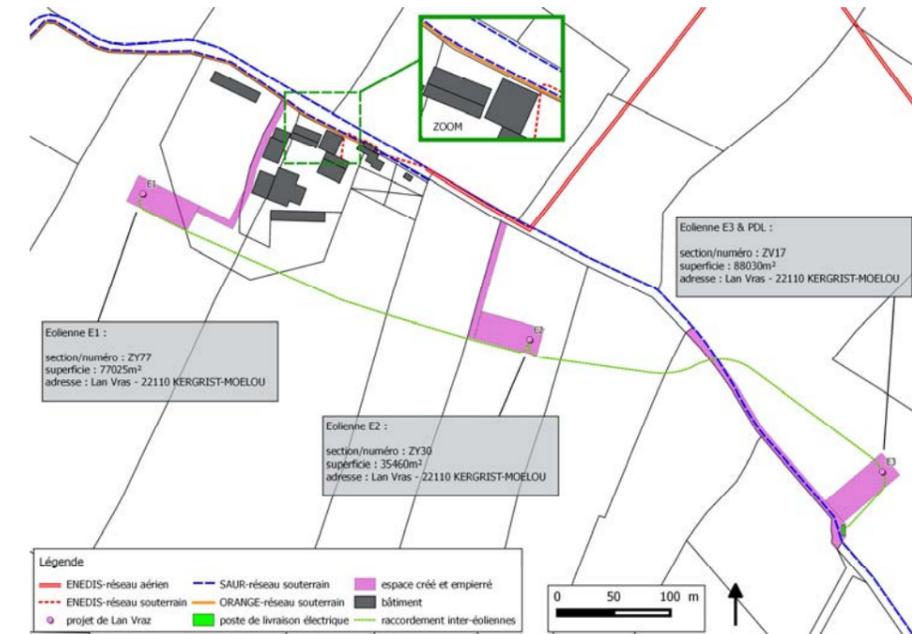


Carte 11 : Le réseau électrique dans un rayon de 5km

A l'échelle du projet de Lan Vraz, seule une ligne électrique aérienne HTA traverse depuis le nord-ouest vers le sud la zone d'étude de 500m. Vers le sud-ouest, une dérivation alimente le hameau de Lan Vraz. Le réseau de distribution Enedis traversant la zone d'étude est visible dans l'article 24.



Carte 12 : Le réseau électrique à l'échelle du projet de Lan Vraz



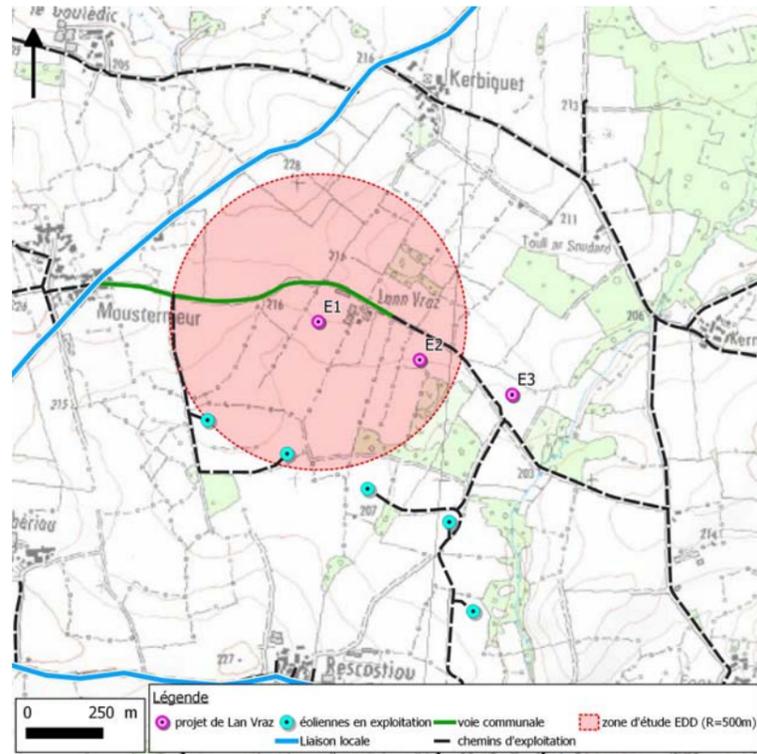
Carte 13 : Localisation des réseaux aériens et enterrés aux abords de Lan Vraz (visible également Pièce 5-Partie 2)

4.2.2. Le réseau d'alimentation en eau potable

L'Agence Régionale de Santé de Bretagne, dans un courrier en date du 5 novembre, précise l'état des lieux des captages d'eau dans la zone d'étude immédiate du projet. **Aucun captage d'eau destiné à l'alimentation humaine ni périmètre de protection n'est recensé dans ce périmètre.**



5. SYNTHÈSE SUR LA ZONE D'ÉTUDE DE L'ÉTUDE DE DANGERS



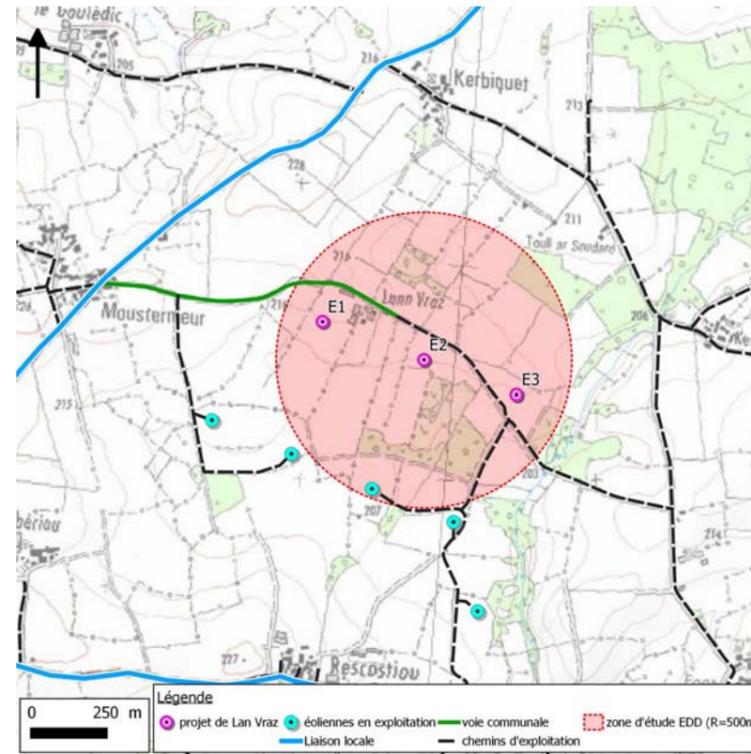
La zone d'étude de l'éolienne E1 représente une surface de 78,5 ha

Elle concerne

- des accès existants pour une longueur de 597 mètres ce qui représente 0,03 EPP* ;
- de la voie communale sur une distance de 790 mètres ce qui représente 0,06 EPP ;
- Des « terrains aménagés et peu fréquentés » (correspondant à des bâtiments d'élevage) pour une surface de 14 000 m² ce qui représente 0.14 EPP ;
- des « terrains non aménagés et très peu fréquentés » (correspondant aux parcelles agricoles et à la forêt) pour une surface d'environ 762 485 m² ce qui représente 0,76 EPP ;

Dans un rayon de 500 mètres, nous avons calculé 0.99 EPP.

*EPP = équivalent de personnes permanentes



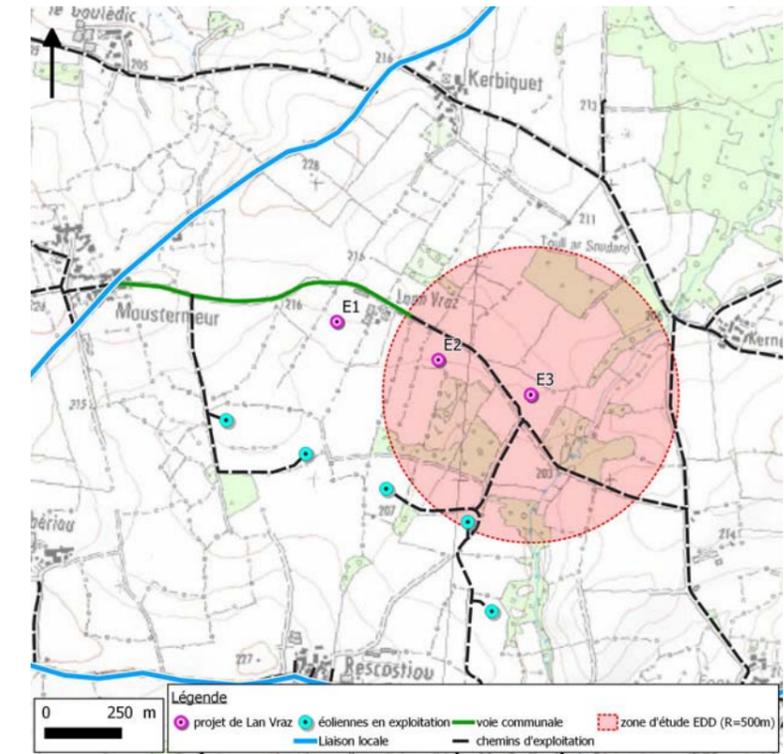
La zone d'étude de l'éolienne E2 représente une surface de 78,5 ha

Elle concerne

- des accès existants pour une longueur de 1095 mètres ce qui représente 0,05 EPP* ;
- de la voie communale sur une distance de 370 mètres ce qui représente 0,03 EPP ;
- Des « terrains aménagés et peu fréquentés » (correspondant à des bâtiments d'élevage) pour une surface de 14 000 m² ce qui représente 0.14 EPP ;
- des « terrains non aménagés et très peu fréquentés » (correspondant aux parcelles agricoles et à la forêt) pour une surface d'environ 762 935 m² ce qui représente 0,76 EPP ;

Dans un rayon de 500 mètres, nous avons calculé 0.98 EPP.

*EPP = équivalent de personnes permanentes



La zone d'étude de l'éolienne E3 représente une surface de 78,5 ha

Elle concerne

- des accès existants pour une longueur de 1837 mètres ce qui représente 0,09 EPP* ;
- de la voie communale sur une distance de 21 mètres ce qui représente 0,00 EPP ;
- une route départementale RD46, non structurante, sur une longueur de 370 mètres, ce qui représente 0,02 EPP ;
- des « terrains non aménagés et très peu fréquentés » (correspondant aux parcelles agricoles et à la forêt) pour une surface d'environ 775 668 m² ce qui représente 0,78 EPP ;

Dans un rayon de 500 mètres, nous avons calculé 0.87 EPP.

*EPP = équivalent de personnes permanentes

Eolienne	Chemin existant (incluant les chemins d'accès aux éoliennes existantes)		Voie communale		Terrains aménagés et peu fréquentés (bâtiments d'élevage)		Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...)		Total
	Longueur exposée en m	Personnes exposées	Longueur exposée en m	Personnes exposées	Surface exposée en hectares	Personnes exposées	Surface exposée en hectares	Personnes exposées	
1	597	0.03	790	0.06	1.4	0.14	76.24	0.76	0.99
2	1095	0.05	370	0.03	1.4	0.14	76,29	0.76	0.98
3	1837	0.09	21	0.00	0	0	77,56	0.78	0.87

Tableau 7 : Synthèse sur l'environnement humain de l'installation



6. PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE D'ANALYSE DES RISQUES

6.1. de l'analyse préliminaire des risques

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

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

6.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques

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

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

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

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

6.3. Recensement des agressions externes potentielles

6.3.1. Agressions externes liées aux activités humaines

Le guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers nous invite à recenser les principales agressions externes liées aux activités humaines dans un périmètre donné autour des éoliennes, périmètre défini par le guide technique.

Le tableau ci-après synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines pour le projet. Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 m (distance à partir de laquelle l'activité considérée ne constitue plus un agresseur potentiel) seront recensées ici, à l'exception de la présence des aérodromes qui sera reportée lorsque ceux-ci sont implantés dans un rayon de 2 km. Il n'y a pas d'aérodrome dans un périmètre de 2 km autour du site éolien de Lan Vraz.

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Objets concernés	Distance à E1	Distance à E2	Distance à E3
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	Chemins d'exploitation, voies communales	130	83	56
Chasse	Loisir	Balle perdue sur les parois du mat ou sur les pales	Énergie cinétique du projectile	-	0	0	0
Eoliennes existantes	ICPE	Aucun	Aucun	-	458	468	478

Tableau 8 : Les agressions externes liées aux activités humaines

6.3.2. Agressions externes liées aux activités naturelles

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	L'intensité maximale des vents observée dans le secteur est d'environ 60 m/s. L'emplacement n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux.
Foudre	Le niveau kéraunique du département des Côtes d'Armor est évalué à 9 jours d'orage par an soit moins que la normale française. Les aérogénérateurs choisis respectent la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010)
Glissement de sols/ affaissement miniers	Le site est en dehors de zones inondables.

Tableau 9 : Les agressions externes liées aux phénomènes naturels



Comme il a été précisé précédemment, les agressions externes liées à des inondations, à des incendies de forêt ou de cultures ou à des séismes ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont largement inférieurs aux dommages causés par le phénomène naturel lui-même.

Les scénarios retenus pour l'analyse détaillée des risques sont :

- - l'effondrement de l'éolienne ;
- - La chute d'élément de l'éolienne ;
- - La chute de glace ;
- - La projection de pale ou de fragments de pale ;
- - La projection de glace.

Analyse détaillée des risques

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.

6.4. 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.

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une cinétique rapide. Ce paramètre ne sera donc pas détaillé à nouveau dans chacun des phénomènes redoutés étudiés par la suite.

6.5. 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 [13]).

On constate que les scénarios retenus au terme de l'analyse préliminaire des risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 [13] caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

Dans le cas de scénarios de projection, l'annexe II de cet arrêté précise : « Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection, l'évaluation des effets de projection d'un phénomène dangereux nécessite, le cas échéant, une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant. Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, cette délimitation s'appuie sur une analyse au cas par cas proposée par l'exploitant ».

C'est pourquoi, pour chacun des événements accidentels retenus (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), deux valeurs de référence ont été retenues :

- 5% d'exposition : seuils d'exposition très forte
- 1% d'exposition : seuil d'exposition forte

Le degré d'exposition est défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection.

Intensité	Degré d'exposition
Exposition très forte	Supérieur à 5 %
Exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
Exposition modérée	Inférieur à 1 %

Les zones d'effets sont définies pour chaque événement accidentel comme la surface exposée à cet événement.

6.6. 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	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 »	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« Important »	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »	Entre 1 et 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 »



6.7. 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'accidents majeurs :

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

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

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

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

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

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

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

P_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

$P_{\text{orientation}}$ = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

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

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale soit 159,9 m.	Rapide	exposition forte	D	Sérieuse
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (51,5m)	Rapide	exposition forte	C	Sérieux
Chute de glace	Zone de survol (51,5m)	Rapide	exposition modérée	A	Modérée
Projection de pales ou de fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Modérée
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne soit 317,1 m	Rapide	exposition modérée	B	Modérée

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

$P_{\text{présence}}$ = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

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

6.8. 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.

Les accidents potentiels identifiés sont de cinq sortes :

- Effondrement de l'éolienne ;
- Chute d'élément de l'éolienne ;
- Chute de glace ;
- Projection de pale ou de fragment de pale ;
- Projection de glace.



Pour chaque accident potentiel, nous retenons l'événement le plus fort en termes de probabilité et de gravité. Ci-après vous trouverez donc la matrice de criticité, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée.

Gravité <i>(traduit l'intensité et le nombre de personnes exposées)</i>	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		<i>Effondrement d'éolienne E1, E2 et E3</i>	<i>Chute d'éléments E1, E2 et E3</i>		
Modérée		<i>Projection de pales E1, E2 et E3</i>		<i>Projection de glace E1, E2 et E3</i>	<i>Chute de glace E1, E2 et E3</i>
Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité			
Risque très faible		acceptable			
Risque faible		acceptable			
Risque important		non acceptable			

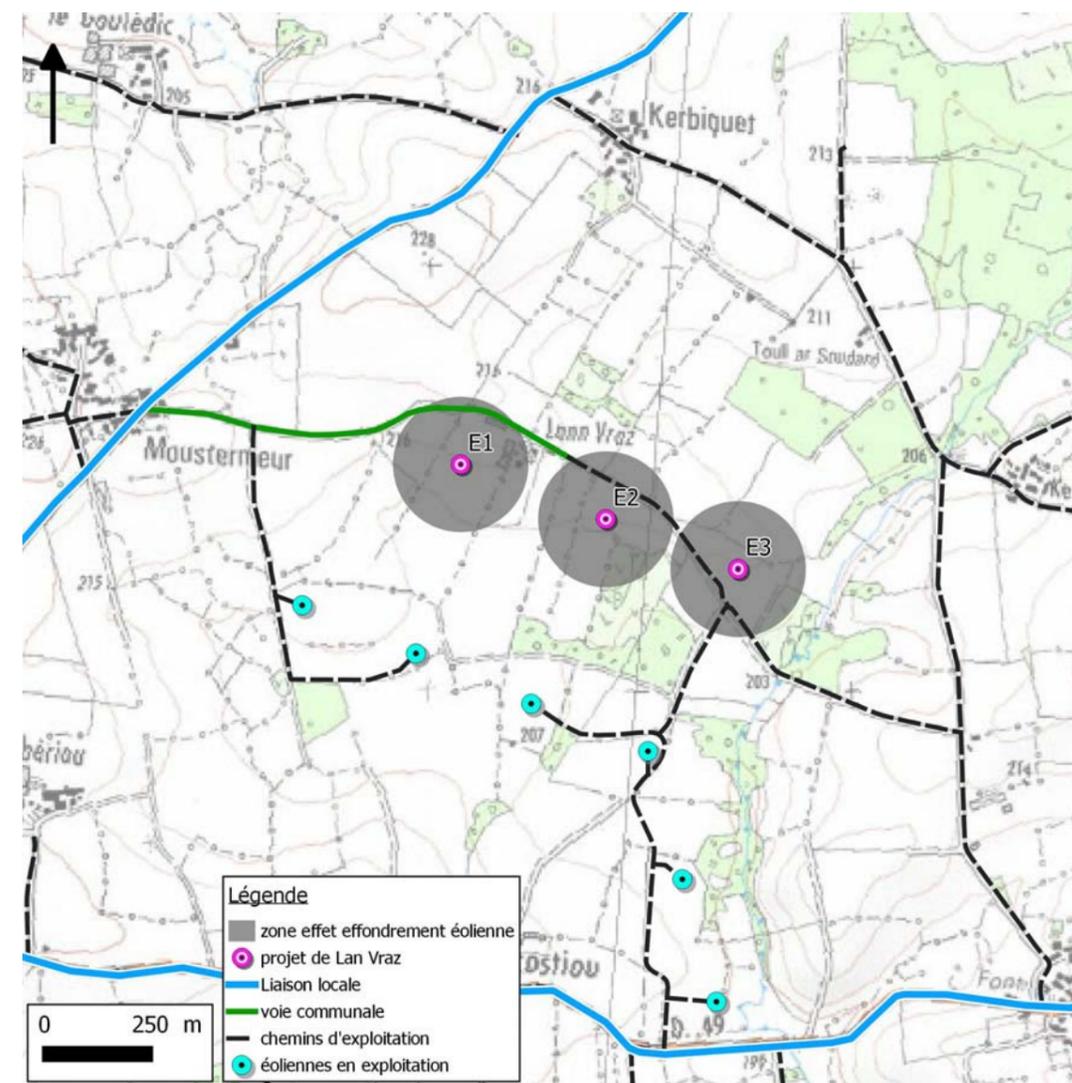
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 sont mises en place.

Enfin, d'après la matrice présentée ci-avant le risque associé à chaque événement étudié est acceptable. Nous pouvons alors conclure que l'acceptabilité du risque généré par site éolien de Lan Vraz est acceptable.

7. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

7.1. Effondrement de l'éolienne

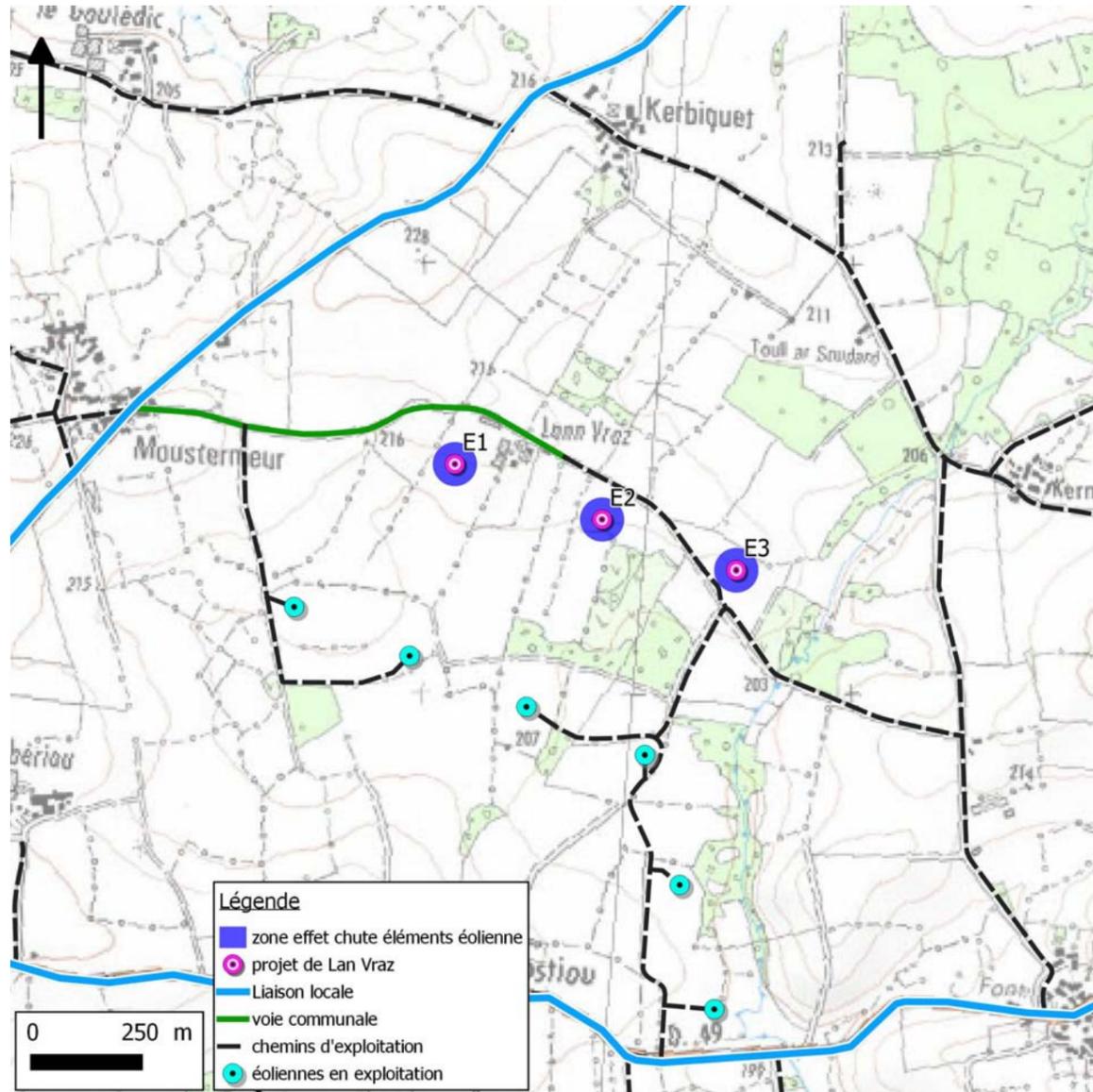


- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de 159,9 mètres autour de chaque éolienne.
- Cela concerne environ 0,2 EPP* pour E1, 0,09 EPP pour E2 et 0,10 EPP pour E3
- En termes d'intensité, l'exposition est forte.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de D (Rare : «s'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.»).
- La gravité de ce scénario est qualifiée de sérieuse
- Le risque est acceptable pour E1, E2 et E3.

*EPP = équivalent de personnes permanentes



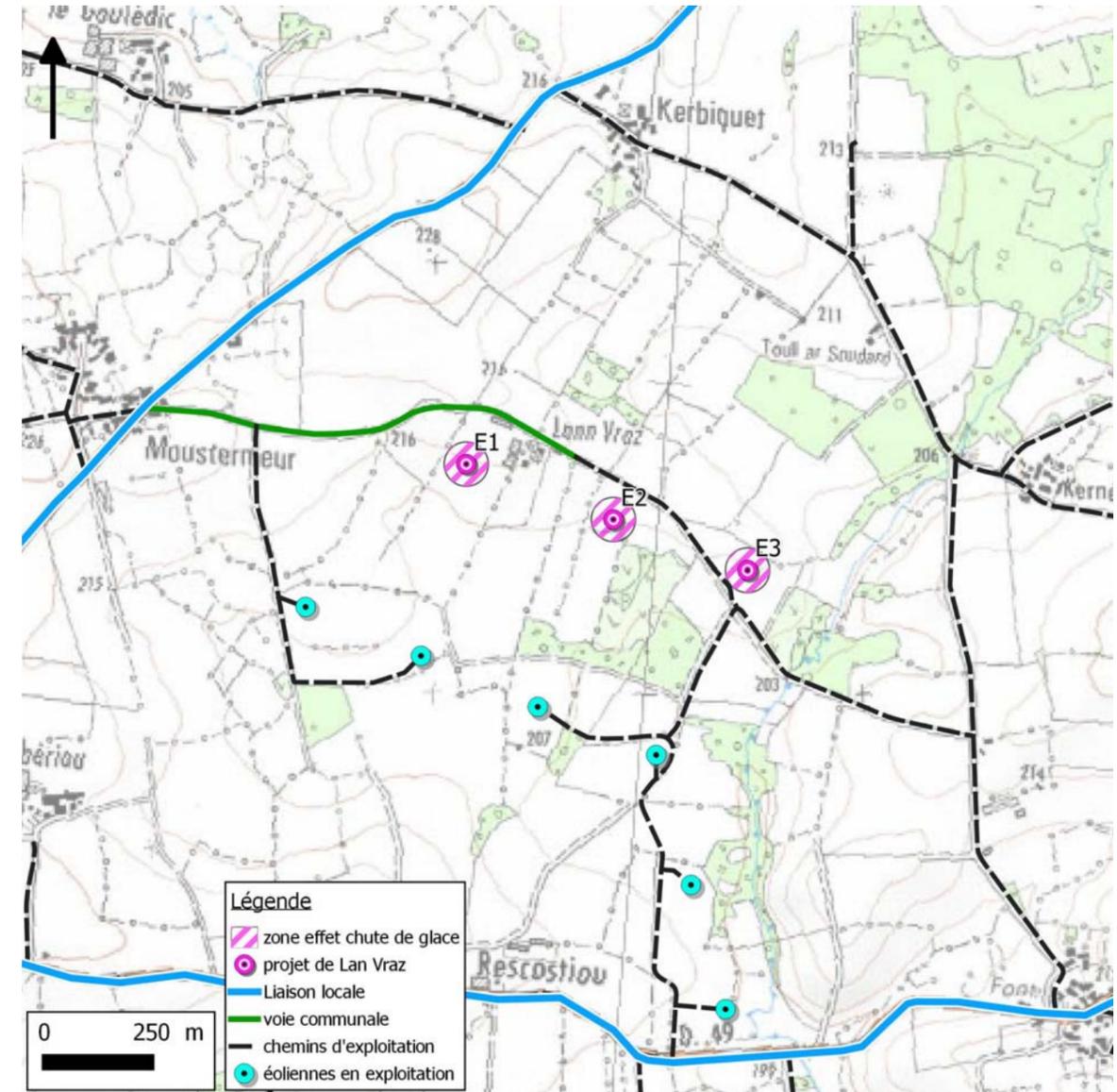
7.2. Chute d'élément de l'éolienne



- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de 51,5 mètres et concerne 0,01 EPP* pour E1, E2 et E3.
- En termes d'intensité, l'exposition est forte.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de C (Improbable : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité. »).
- La gravité de ce scénario est qualifiée de sérieuse.
- Le risque est acceptable pour E1, E2 et E3.

*EPP = équivalent de personnes permanentes

7.3. Chute de glace

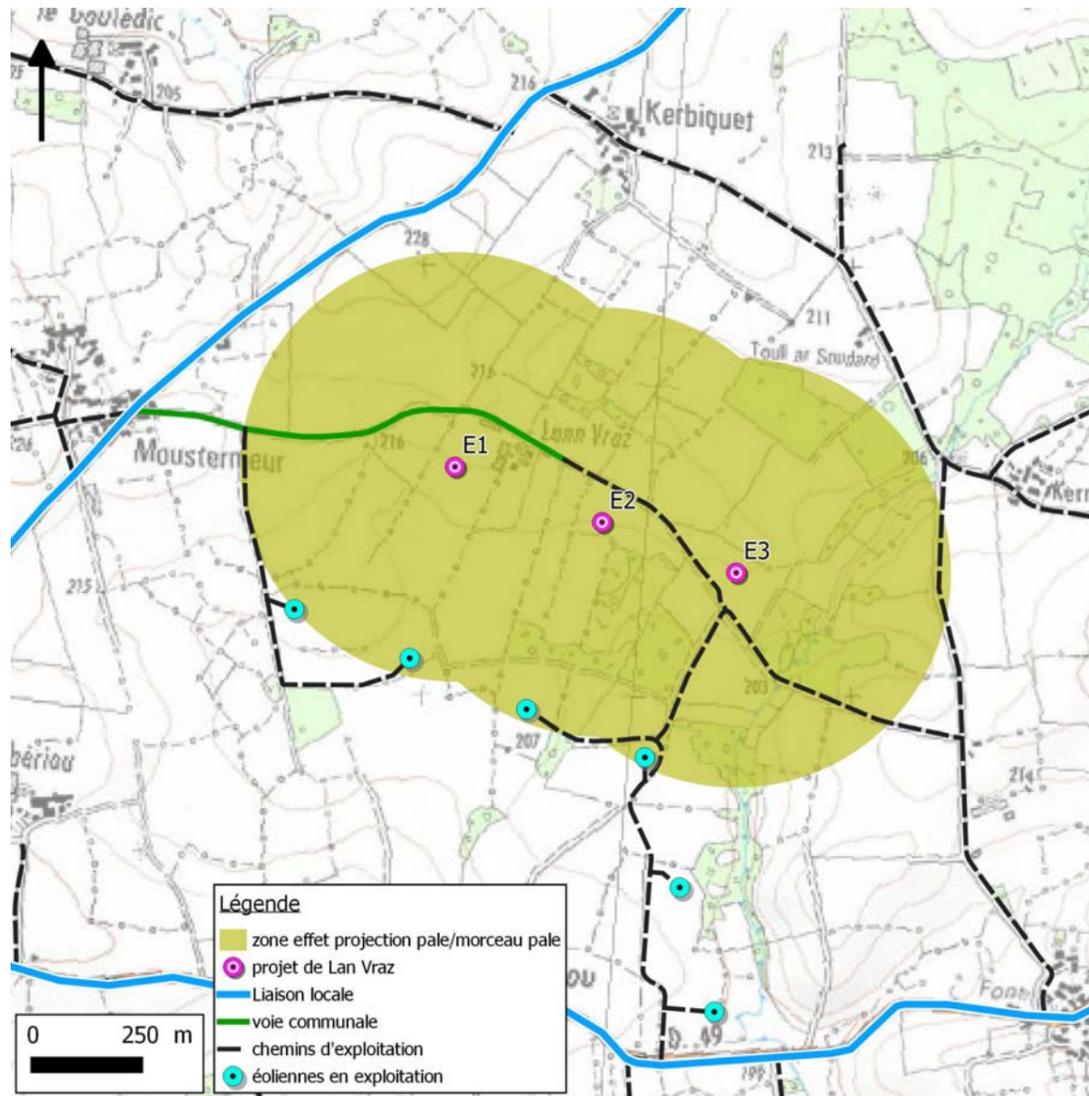


- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de 51,5 mètres et concerne 0,01 EPP* pour chaque éolienne.
- En termes d'intensité, l'exposition est modérée.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de A (sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C).
- La gravité de ce scénario est qualifiée de modérée.
- Le risque est acceptable pour E1, E2 et E3.

*EPP = équivalent de personnes permanentes



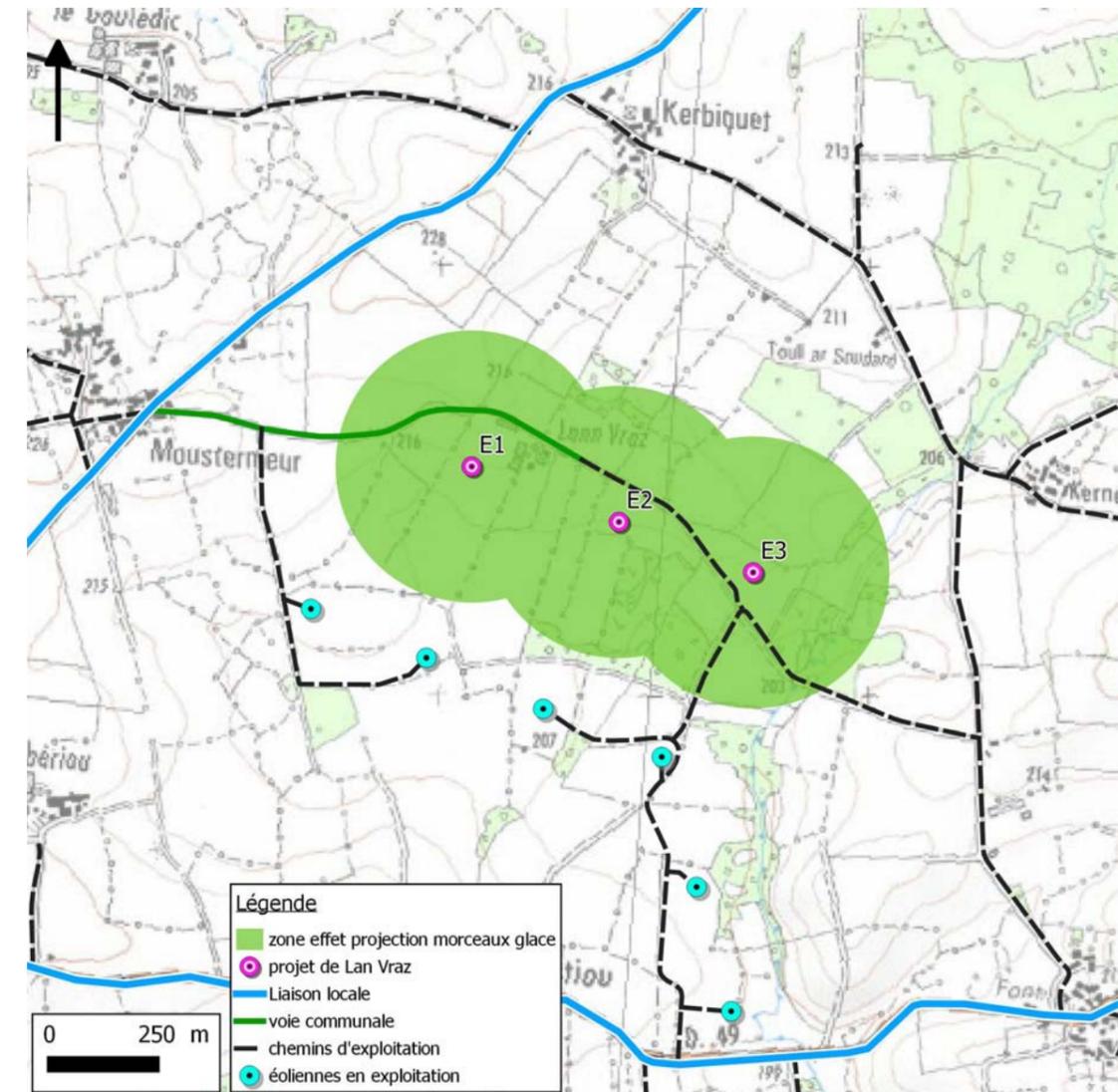
7.4. Projection de pale ou de fragment de pale



- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de 500 mètres et concerne au maximum environ 0,99 EPP* pour E1, 0,98 EPP pour E2 et 0,87 EPP pour E3
- En termes d'intensité, l'exposition est modérée pour les trois éoliennes
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de D.
- La gravité de ce scénario est qualifiée de modérée.
- Le risque est acceptable pour E1, E2 et E3.

***EPP = équivalent de personnes permanentes**

7.5. Projection de glace



- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- Les 3 éoliennes sont concernées avec environ 0,48 EPP* pour E1, 0,45 EPP pour E2 et 0,35 EPP pour E3
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de $1,5 \times (H+2R)$ soit 317,1 mètres
- En termes d'intensité, l'exposition est modérée.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de B (Événement probable) est proposé pour cet événement.
- Seules les personnes non-abritées sont prises en compte,
- La gravité de ce scénario est qualifiée de modérée.
- Le risque est acceptable pour E1, E2 et E3.

***EPP = équivalent de personnes permanentes**



8. DESCRIPTION DES PRINCIPALES MESURES D'AMÉLIORATION PERMETTANT LA RÉDUCTION DES RISQUES

Pour chacun des phénomènes dangereux identifiés, des mesures de sécurité appropriées seront mises en place :

- Concernant l'effondrement de l'éolienne seront mises en place :

La fonction de sécurité n°9 : Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage par le biais de contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages, de procédures qualités et attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).

La fonction de sécurité n°10 : Prévenir les erreurs de maintenance en appliquant des procédures spécifiques.

La fonction de sécurité n°11 : Prévenir la dégradation de l'état des équipements par l'instauration de procédures de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées et le suivi des données mesurées par les capteurs et sondes installées dans l'éolienne.

La fonction de sécurité n°12 : Prévenir la dégradation de l'état des équipements en adaptant la classe de l'éolienne au site et au régime de vents ainsi que la mise à l'arrêt de la machine par détection de vent fort accompagné d'un freinage aérodynamique commandé par le système de contrôle.

- Concernant la chute d'élément de l'éolienne seront mises en place :

La fonction de sécurité n°9 : Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage par le biais de contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages, de procédures qualités et attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).

La fonction de sécurité n°10 : Prévenir les erreurs de maintenance en appliquant des procédures spécifiques.

- Concernant la chute de glace sera mise en place :

La fonction de sécurité n°2 : Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace par un panneauage en pied de machines et un éloignement des zones habitées et fréquentées.

- Concernant la projection de pale ou de fragments de pale seront mises en place :

La fonction de sécurité n°4 : Prévenir la survitesse par détection de survitesse et système de freinage.

La fonction de sécurité n°9 : Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage par le biais de contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages, de procédures qualités et attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).

La fonction de sécurité n°11 : Prévenir la dégradation de l'état des équipements par l'instauration de procédures de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées et le suivi des données mesurées par les capteurs et sondes installées dans l'éolienne.

La fonction de sécurité n°12 : Prévenir la dégradation de l'état des équipements en adaptant la classe de l'éolienne au site et au régime de vents ainsi que la mise à l'arrêt de la machine par détection de vent fort accompagné d'un freinage aérodynamique commandé par le système de contrôle.

- Concernant la projection de glace sera mise en place :

La fonction de sécurité n°1 : Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace à l'aide d'un système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. La procédure de redémarrage peut se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.

9. CONCLUSION

Ainsi, au vu des caractéristiques de chaque événement redouté en termes d'intensité, de probabilité et de gravité, au vu des mesures mises en place par l'exploitant, les accidents majeurs identifiés les plus significatifs dans le cadre du projet de Lan Vraz sont **acceptables**.