

Résumé Non Technique de l'étude de dangers

Projet d'unité d'alimentation éolienne de la station de recharge ultra-rapide pour véhicules électriques de Plounévez-Moëdec
Commune de Plounévez-Moëdec - Côtes d'Armor



Sommaire

SOMMAIRE	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS	3
1. PREAMBULE	4
1.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS.....	4
1.2. LE SITE ET L'AIRE D'ÉTUDE DE DANGERS	4
2. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	5
2.1. ENVIRONNEMENT HUMAIN.....	5
2.1.1. Zones urbanisées et urbanisables	5
2.1.2. Autres activités.....	5
2.2. ENVIRONNEMENT NATUREL	6
2.2.1. Contexte climatique	6
2.2.2. Risques naturels	6
2.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL	6
2.3.1. Voies de communication.....	6
2.3.2. Réseaux publics et privés	6
2.4. METHODOLOGIE DE COMPTAGE DES PERSONNES EXPOSEES	7
3. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	8
3.1. ACTIVITES DE L'INSTALLATION	8
3.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	8
3.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur	8
3.2.2. Sécurité de l'installation.....	8
3.2.3. Opérations de maintenance de l'installation	9
4. METHODOLOGIE DE L'ANALYSE DES RISQUES	10
4.1. SCENARIOS ETUDIES	10
4.2. DEFINITION DES PARAMETRES	10
4.2.1. Cinétique	10
4.2.2. Zone d'effet.....	10
4.2.3. Intensité	10
4.2.4. Gravité.....	10
4.2.5. Probabilité.....	10
4.2.6. Acceptabilité	11
5. RESULTATS DE L'ANALYSE DES RISQUES	12
5.1. RESULTATS DE L'ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES	12
5.2. PRINCIPALES MESURES DE REDUCTION DES RISQUES.....	12
6. CONCLUSION	14

Table des illustrations



Carte 1 : Localisation générale du site	4
Carte 2 : Situation de l'installation et aire de l'étude de dangers	5
Carte 3 : Environnement humain autour de l'éolienne (hors habitations)	6
Carte 4 : Carte de synthèse des enjeux dans l'aire d'étude.....	7
Carte 5 : Cartographie de synthèse des risques de l'éolienne du projet.....	13
Figure 1 : Raccordement électrique des installations (source : Kallista Energy)	8
Tableau 1 : Coordonnées L93 de l'éolienne et du poste de livraison	8
Tableau 2 : Caractéristiques des 3 modèles envisagés.....	8
Tableau 3 : Définition de l'intensité issue du guide technique.....	10
Tableau 4 : Définition des seuils de gravité de l'arrêt du 29 septembre 2005	10
Tableau 5 : Définition des échelles de probabilité de l'arrêt du 29 septembre 2005	11
Tableau 6 : Définition de l'acceptabilité des risques	11
Tableau 7 : Synthèse des scénarii étudiés	12
Tableau 8 : Définition des niveaux de risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010	12

1. Préambule

Le projet d'unité d'alimentation éolienne de la station de recharge ultra-rapide pour véhicules électriques de Plounevez-Moëdec est classé au titre de la loi relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), il est donc soumis à étude d'impact et étude de dangers.

L'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'Environnement en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Les impacts de l'installation en fonctionnement normal sur les autres intérêts sont traités dans l'étude d'impact sur l'environnement.

La démarche de l'étude consiste en une identification des dangers, des enjeux vulnérables et des conséquences éventuelles d'accidents. L'ajout systématique de mesures de prévention et/ou de protection doit permettre de diminuer le niveau de risque à un niveau acceptable.

L'étude de dangers se base sur le guide technique dans sa version de mai 2012, qui a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), de professionnels du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et de France Energie Eolienne (FEE). Dans la suite de l'étude, ce guide est appelé « guide technique ».

Le présent résumé non technique a été physiquement dissocié de l'étude de dangers en vue de faciliter sa consultation. Il a été rédigé par la société Kallista Energy.

1.1. Objectif de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par Kallista Energy pour le compte de la société YAWAY Plounevez-Moëdec, porteur du projet et filiale à 100% de Kallista Energy. Cet examen vise à caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du projet d'unité d'alimentation éolienne de la station de recharge ultra-rapide de Plounevez-Moëdec dans le département des Côtes d'Armor.

Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le projet de Plounevez-Moëdec, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur de l'éolienne à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

Ainsi, cette étude permet une approche rationnelle et objective des risques encourus par les personnes ou l'environnement, en satisfaisant les principaux objectifs suivants :

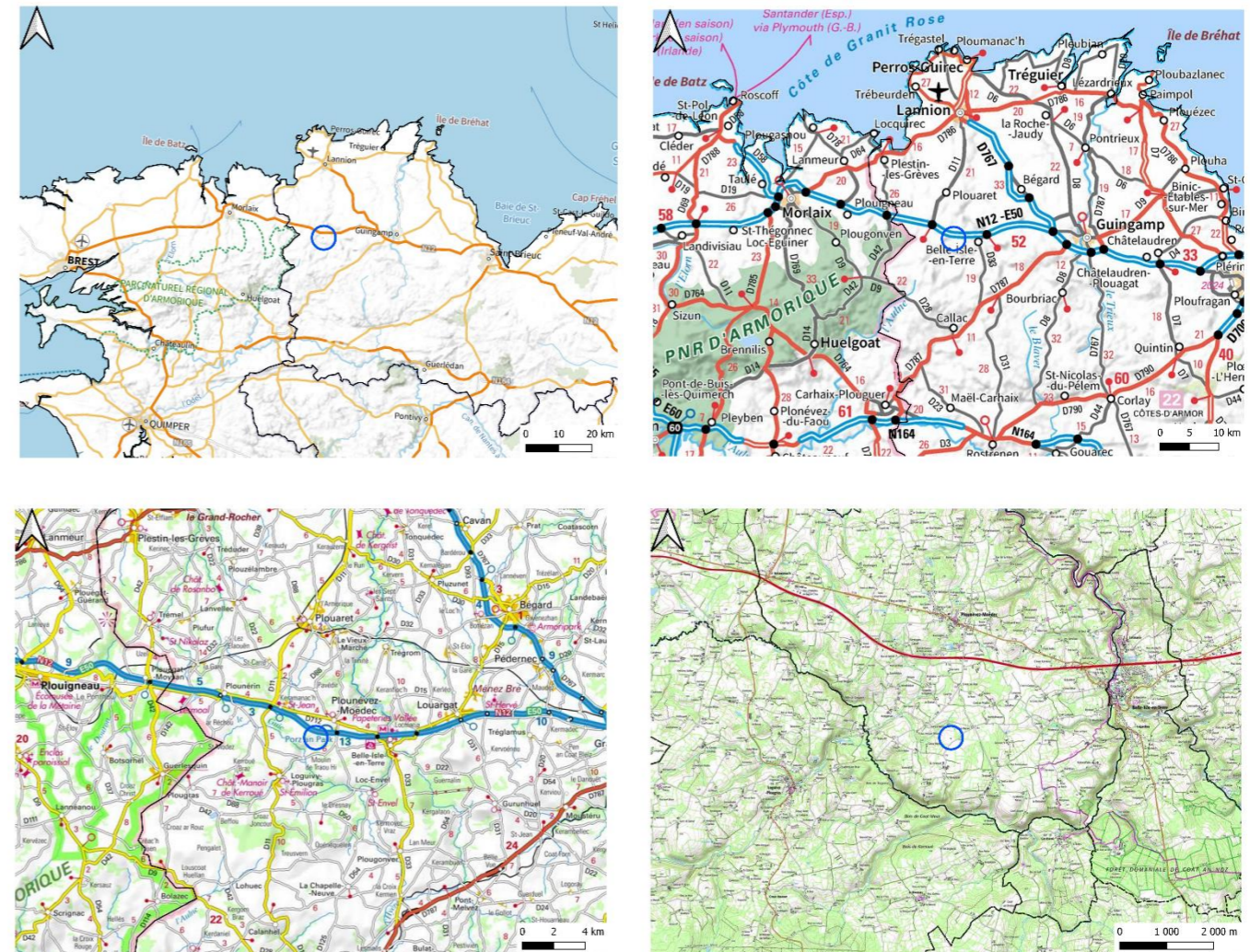
- Améliorer la réflexion sur la sécurité à l'intérieur de l'entreprise afin de réduire les risques et optimiser la politique de prévention
- Favoriser le dialogue technique avec les autorités d'inspection pour la prise en compte des parades techniques et organisationnelles dans l'arrêté d'autorisation
- Informer le public dans la meilleure transparence possible en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques

L'étude de dangers est dotée d'un résumé non technique, objet de ce rapport, dont l'objectif est de faire apparaître les principaux résultats de l'analyse des risques, sous forme didactique.



1.2. Le site et l'aire d'étude de dangers

Le projet d'unité d'alimentation éolienne de la station de recharge ultra-rapide pour véhicules électriques de Plounevez-Moëdec, composé d'un aérogénérateur et d'un poste de livraison, est localisé sur la commune de Plounevez-Moëdec, dans le département des Côtes d'Armor (22), en région Bretagne. Plus précisément, il se situe à proximité de la N12, au sud du bourg de Plounevez-Moëdec, puisqu'il vise à alimenter directement en électricité une station de recharge ultra-rapide pour des véhicules électriques.



Carte 1 : Localisation générale du site

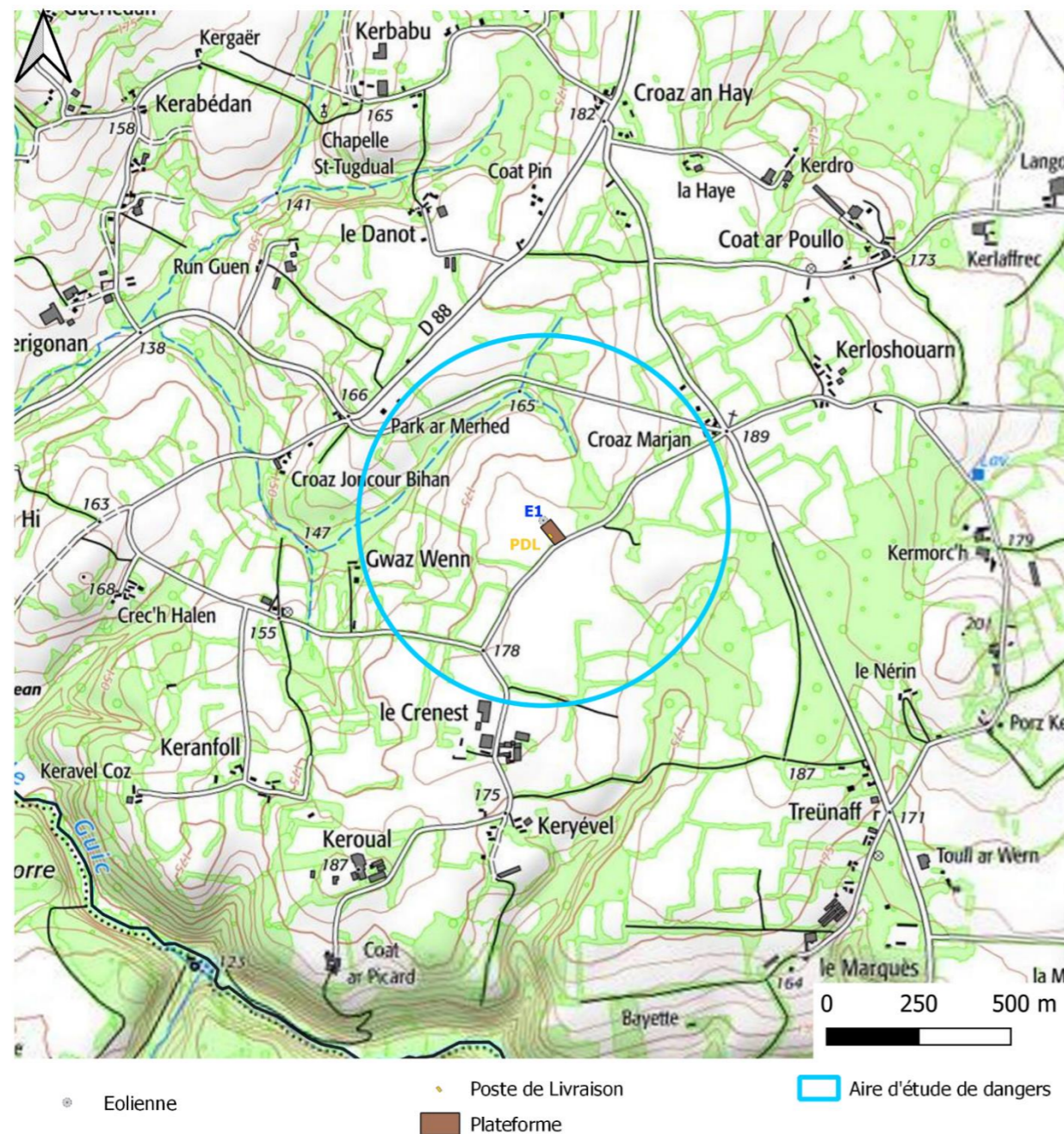
Entourée par les communes de Belle-Isle-en-Terre, Loguivy-Plougras, Plouaret, ou encore Plounérin, Plounevez-Moëdec est située entre Guingamp et Morlaix (Finistère), les plus grandes villes aux alentours. La commune de Plounevez-Moëdec fait partie de la communauté de communes de Lannion-Trégor. Par ailleurs, la commune est située à environ 15 km au nord-est du Parc Naturel Régional d'Armorique.

La zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude autour de l'éolienne du projet.

Cette aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 mètres à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie par la suite.

La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison, néanmoins représenté sur la carte ci-après et proche de l'éolienne. Les modélisations réalisées dans le cadre du guide de l'INERIS ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

Dans le cas présent, le poste de livraison est localisé sur la plateforme de l'éolienne.



Carte 2 : Situation de l'installation et aire de l'étude de dangers

2. Description de l'environnement de l'installation



2.1. Environnement humain

L'étude de dangers doit s'intéresser aux populations situées dans la zone sur laquelle porte l'étude ou à proximité.

2.1.1. Zones urbanisées et urbanisables

L'aire d'étude de dangers est localisée sur la commune de Plounevez-Moëdec (1462 habitants) qui est rattachée à la communauté d'agglomération Lannion Trégor Communauté (LTC). LTC n'est pas dotée d'un Plan Local d'Urbanisme Intercommunal. La commune de Plounevez-Moëdec est munie d'un PLU approuvé en date du 29 avril 2008.

D'après le règlement graphique, les parcelles concernées par l'aire d'étude du projet sont situées dans un zonage agricole A. Le règlement écrit précise que la zone A correspond aux zones « équipées ou non, à protéger en raison du potentiel agronomique, biologique ou économique des terres agricoles ». Y sont interdits tous les modes d'occupation et d'utilisation du sol à l'exception de ceux strictement liés et nécessaires notamment aux services publics d'intérêt collectif.

Plusieurs hameaux et habitations isolées sont présents aux abords de l'aire d'étude mais les habitations sont toutes situées à 500 m ou plus de l'éolienne.

Les Etablissements Recevant du Public (ERP) autour et à proximité du site sont principalement situés dans les bourgs des communes, le plus proche étant celui de Plounevez-Moëdec situé à environ 2,5 km du projet, puis le bourg de Loc-Envel à environ 3,1 km.

La commune dispose par ailleurs des commerces et services de proximité correspondant à une commune rurale ainsi qu'une offre artisanale développée. Deux zones d'activités accueillent notamment les entreprises du secteur du transport et des commerces tournés vers le secteur agricole (ZA Porz an Park et ZA de Beg Ar Ch'ra respectivement à 1,8 km et 4,5 km du projet). C'est notamment dans la ZA Porz an Park localisée en bordure de la RN12 que sera installée la station de recharge ultra-rapide.

2.1.2. Autres activités

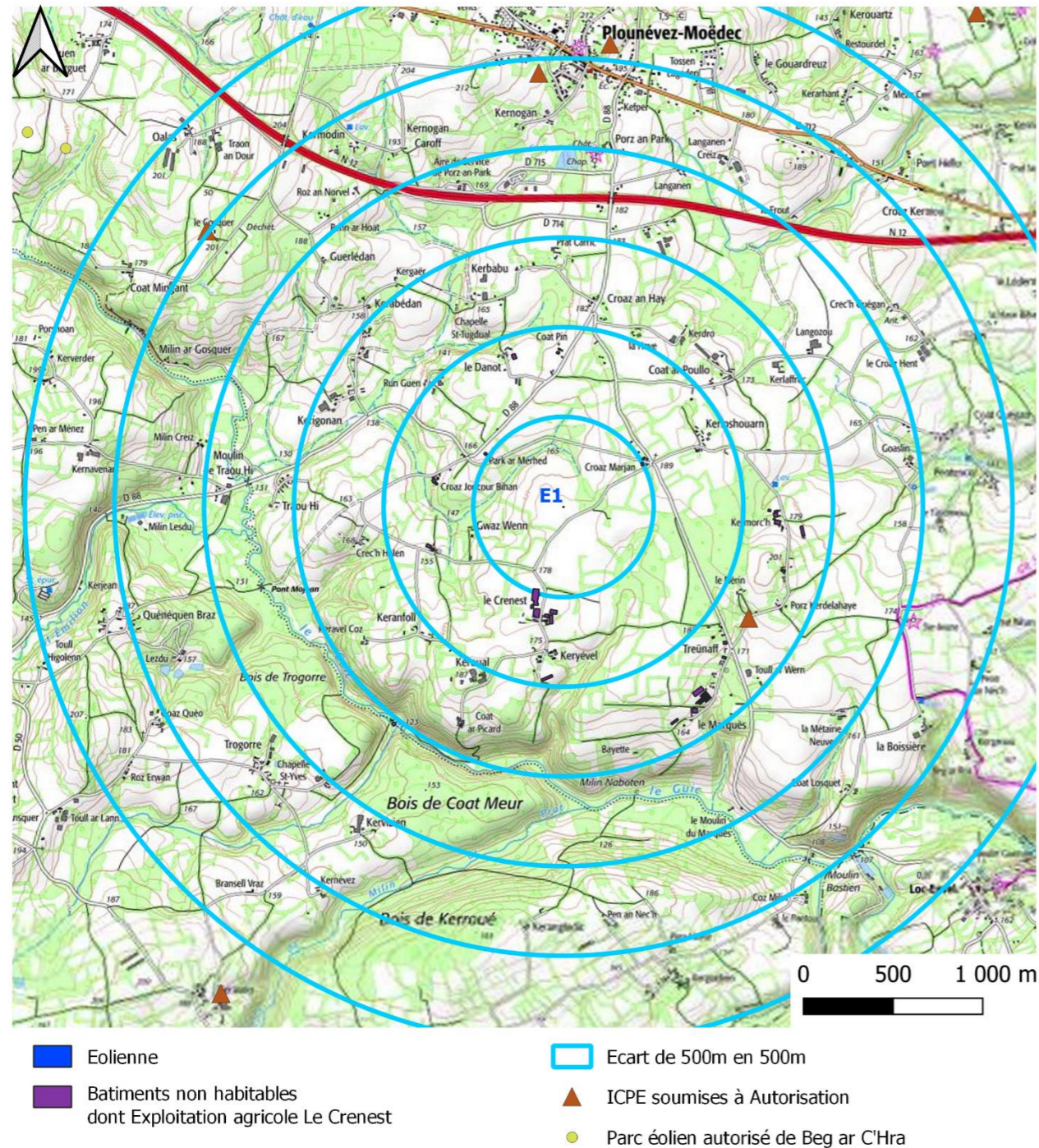
Il n'existe aucune éolienne en service à moins de 6 km de l'aire d'étude. On compte 12 parcs construits (en service) et 1 parc autorisé (Beg Ar C'Hra), ce dernier étant à plus de 3,4 km de l'éolienne du projet.

Quinze établissements sont répertoriés comme ICPE sur la commune de Plounevez-Moëdec dont 6 sont soumises au régime d'autorisation et aucune n'est classée SEVESO (seuil bas ou haut). La plus proche se situe à environ 950 m au sud-est (EARL des 3 Collines à Treunaff).

Aucune centrale nucléaire de production d'électricité ni aucune installation nucléaire de base (INB) n'intègre le périmètre de 500 mètres de l'éolienne.

Une seule exploitation agricole a été recensée à proximité immédiate de l'aire d'étude au lieu-dit Le Crenest (élevage de vaches laitières EARL Le Crenest). L'aire d'étude est principalement occupée par des parcelles agricoles consacrées

à la culture (pois, maïs, blé...) ou en prairie. Des espaces boisés ont également été relevés dans l'aire d'étude de dangers.



Carte 3 : Environnement humain autour de l'éolienne (hors habitations)

Le projet d'unité d'alimentation éolienne de Plounevez-Moëdec est donc conforme à la réglementation en vigueur sur la commune du même nom par le respect d'une distance d'éloignement de 500 mètres entre les éoliennes et les différentes zones d'activités, zones urbaines et zones à urbaniser, ainsi que tout habitation existante.

2.2. Environnement naturel

2.2.1. Contexte climatique

Autour de Plounevez-Moëdec, le climat est médian à dominante océanique caractérisé par de faibles contrastes pluviométriques et thermiques saisonniers avec des hivers plutôt doux et des étés plutôt frais. La température moyenne annuelle est de 11°C avec une pluviométrie annuelle d'environ 1014 mm.

Le département des Côtes d'Armor est concerné par un seuil de foudroiement dit "infime" (parmi les 1% les moins foudroyés). La fréquence des vents violents (> 58 km/h) est relativement importante : 83,4 jours environ par an, pour la station de Lannion (côte nord) et 81,7 jours par an en moyenne pour Pleyber-Christ (dans les terres).

2.2.2. Risques naturels

La commune de Plounevez-Moëdec est concernée par le risque inondation de plaine (commune couverte par les AZI (Atlas des Zones Inondables) Léguer et AZI Guic). Elle n'est toutefois pas considérée comme territoire à risque important d'inondation et n'est couverte par aucun Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI). Aucune zone inondable n'est localisée ni répertoriée sur l'aire d'étude qui se trouve hors des périmètres de plus hautes eaux connues dans les AZI.

La commune est également concernée par le risque climatique (comme toutes les communes du département) et le risque sismique (aléa faible 2/5). Sur l'aire d'étude, l'aléa retrait-gonflement des argiles est nul, aucune cavité souterraine ni aucun mouvement de terrain n'y est répertorié, même à proximité.

Un potentiel radon fort (catégorie 3) est à noter, mais avec un enjeu faible pour ce type de projet.

2.3. Environnement matériel

2.3.1. Voies de communication

Les voies importantes les plus proches du projet sont les suivantes :

- La RN12 (Rennes-Brest) qui passe à environ 1,7 km au nord de la ZIP et constitue la raison de la localisation du projet qui vise à alimenter une station de recharge pour véhicule électrique ;
- La RD11 qui passe à environ 4,2 km à l'ouest de la ZIP et relie Lannion à Callac ;
- La RD33 qui relie Belle-Isle-en-Terre à la D787 entre Carhaix-Plouguer et Guingamp et passe à environ 3,9 km à l'est de la ZIP.

Aucune route départementale ne se trouve au sein de l'aire d'étude mais plusieurs voies communales y sont présentes dont une reliant Croaz Marjan au Crenest dessert la parcelle d'implantation de l'éolienne. Le PLU de Plounevez-Moëdec impose une distance d'éloignement de 15 m minimum des voies communales. Par ailleurs, l'éolienne est positionnée de manière à éviter le surplomb de la route par ses pales, pour des raisons de sécurité.

2.3.2. Réseaux publics et privés

Le Secrétariat Général pour l'Administration du Ministère de l'Intérieur (SGAMI) Ouest indique la présence de faisceaux hertziens traversant la zone d'étude. La zone d'exclusion à respecter se trouve à l'extérieur de l'aire d'étude.

Bouygues Télécom précise que l'installation d'éoliennes sur cette zone ne perturbe pas le comportement électromagnétique de leurs liaisons hertziennes.

L'opérateur Orange dispose également d'un réseau proche, qui n'intersecte pas l'aire d'étude. Il indique également une artère pleine terre propriété d'Orange le long de la voie d'accès à l'éolienne, sans préconisation spécifique.

Par ailleurs, le SDIS (Service Départemental d'Incendie et de Secours) n'a émis aucune observation quant au projet.

Aucun autre ouvrage public (ligne électrique très haute tension, canalisation de transport de gaz, barrage, digue, château d'eau, bassin de rétention, etc.) n'est présent dans la zone d'étude.

2.4. Méthodologie de comptage des personnes exposées

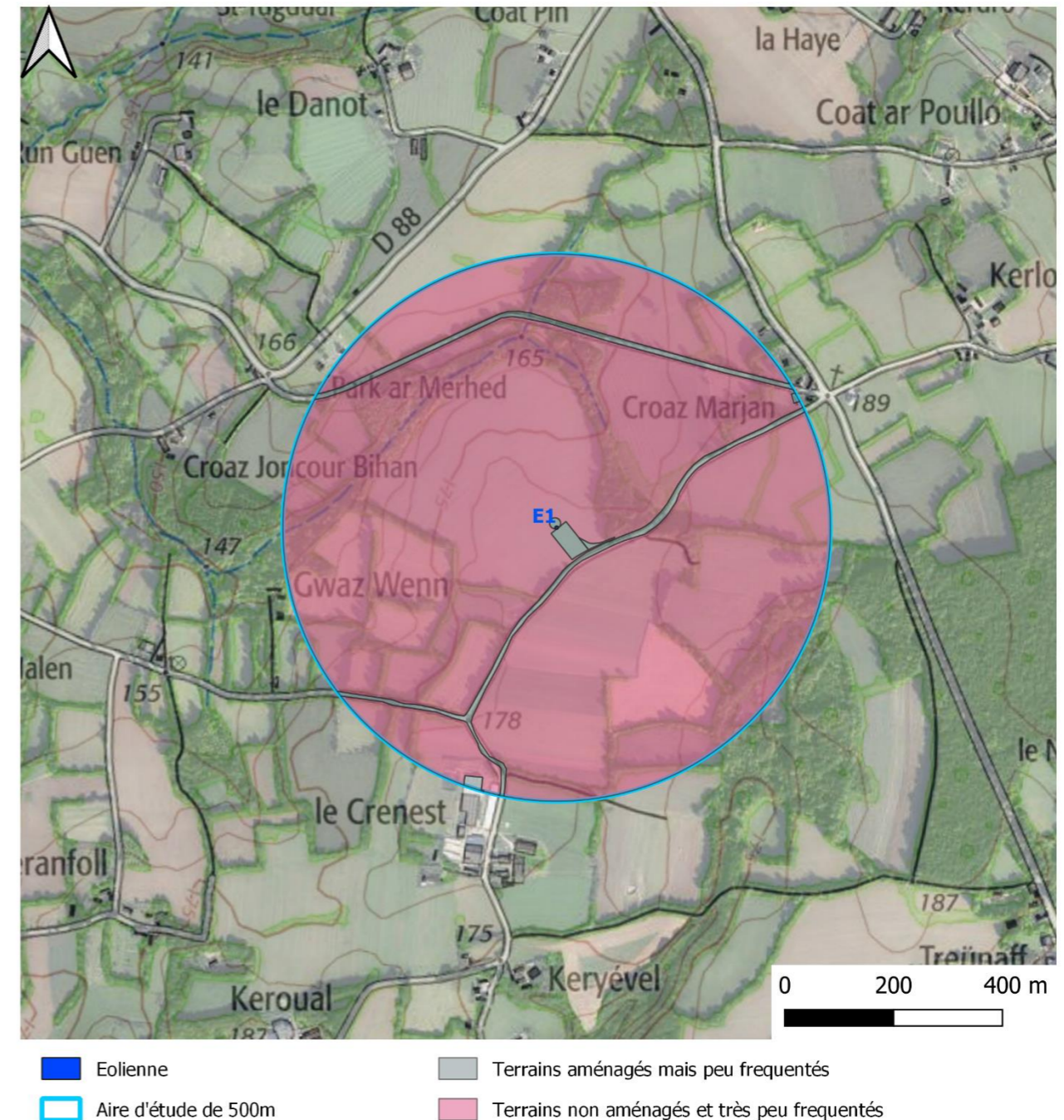
La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode présentée dans le guide technique.

Dans chacune des zones d'effets des phénomènes dangereux identifiés, les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces, etc.) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée seront comptabilisés.

A ce stade de l'étude, plusieurs ensembles homogènes sont recensés au sein de l'aire d'étude de dangers :

- **Une éolienne et ses infrastructures** : les aménagements et installations liées aux aérogénérateurs (fondation, plateforme, pan coupé, poste de livraison) sont susceptibles d'accueillir les opérateurs et techniciens, qui travaillent en général par équipe de 2. La faible fréquentation liée au site amène à considérer ces zones comme des terrains aménagés mais peu fréquentés où l'on comptabilise **1 personne pour 10 ha**.
- **Des champs et des bois** : les parcelles agricoles et les zones naturelles sont classées en terrains non aménagés et très peu fréquentés, où l'on comptabilise **1 personne par tranche de 100 ha**.
- **Des routes communales** : ces voies de circulation n'étant pas structurantes (trafic <2000 véhicules/jour), elles sont considérées comme des terrains aménagés mais peu fréquentés où l'on comptabilise **1 personne pour 10 ha**.
- **Des bâtiments non habités** : un bâtiment non habité ainsi qu'une partie d'un bâtiment d'élevage sont présents dans la zone d'étude. N'étant pas des logements, ils sont considérés comme des terrains aménagés mais peu fréquentés représentant **1 personne pour 10 ha**.

Ainsi, au sein de l'aire d'étude de dangers, toutes les hypothèses sont majorantes vis-à-vis du comptage du nombre de personnes permanentes.



Carte 4 : Carte de synthèse des enjeux dans l'aire d'étude

3. Description de l'installation



3.1. Activités de l'installation

L'activité principale de l'unité d'alimentation éolienne de la station de recharge ultra-rapide pour véhicules électriques de Plounevez-Moëdec est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) supérieure à 50 mètres. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement. Elle vise à alimenter directement en électricité une station de recharge ultra-rapide pour véhicules électriques située à proximité d'une sortie de la N12 et à injecter l'excédent de production sur le réseau électrique public.

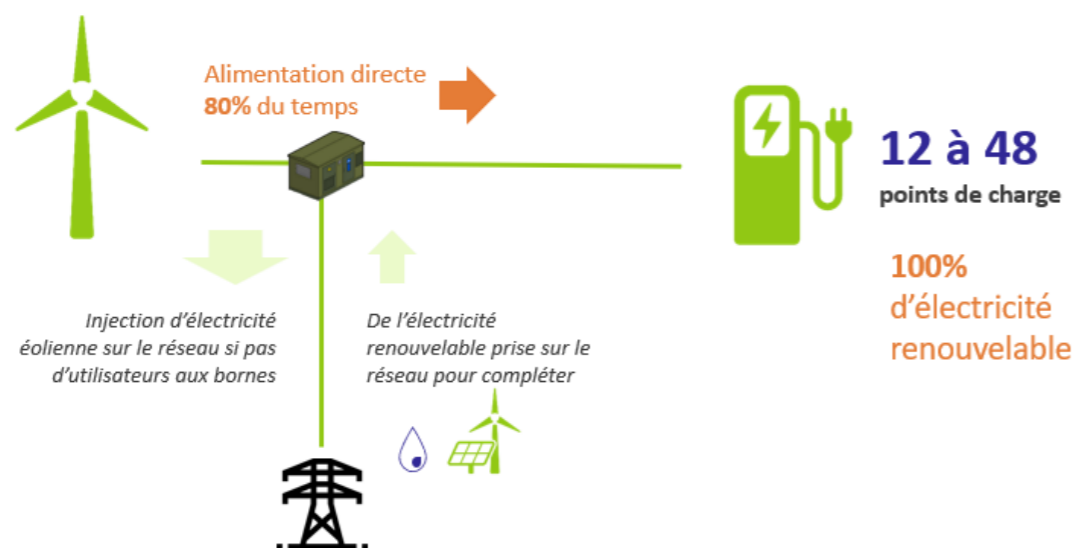


Figure 1 : Raccordement électrique des installations (source : Kallista Energy)

L'unité d'alimentation éolienne de Plounevez-Moëdec est composée d'un seul aérogénérateur et d'un poste de livraison.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques de l'aérogénérateur et du poste de livraison dans le système de coordonnées Lambert 93 :

Éolienne/PDL	Longitude (X)	Latitude (Y)	Altitude en mètres NGF
E1	224 871	6 845 339	182 m
PDL	224 892	6 845 297	182 m

Tableau 1 : Coordonnées L93 de l'éolienne et du poste de livraison

Pour ce projet, 3 modèles d'éoliennes équivalents sont envisagés : la Enercon E138, la Vestas V136 et la Nordex N131. Elles disposent de gabarits similaires d'environ 112 m de hauteur de moyeu (soit une hauteur de mât de 110 m au sens de la réglementation ICPE) et 135 m de diamètre de rotor pour une hauteur totale maximale en bout de pale de 180 m. Leurs caractéristiques sont détaillées dans le Tableau 2 : Caractéristiques des 3 modèles envisagés

	Abréviations	Enercon E138	Vestas V136	Nordex N131	Unités
Puissance nominale	P	4200	4500	3900	kW
Hauteur du mât	H _m	105,5	110	111,9	m
Hauteur du moyeu (centre du rotor)	H	110,13	112	114	m
Diamètre du rotor	D	138,25	136	131	m
Hauteur totale en bout de pale	H _t	179,25	180	179,5	m
Longueur de la pale	R _p	67,8	66,65	64,4	m
Largeur à la base du mât	L	4,68	4,4	4,3	m
Largeur maximale de la pale	LB	3,93	4,05	2,9	m
Diamètre de la zone de survol	S	140,14	138,5	133,3	m

Tableau 2 : Caractéristiques des 3 modèles envisagés

3.2. Fonctionnement de l'installation

3.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par la girouette qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon les modèles), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- le second, en cas d'urgence ou de maintenance, par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

3.2.2. Sécurité de l'installation

Les sociétés Enercon, Vestas et Nordex attestent du respect des principales normes applicables à l'installation d'aérogénérateurs. Les trois constructeurs répondent à l'arrêté du 26 août 2011 modifié, 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.

Le balisage des éoliennes est défini par les arrêtés du 13 novembre 2009, du 7 décembre 2010 et du 23 avril 2018 modifié par l'arrêté du 29 mars 2022, relatifs à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne. Les éoliennes retenues sont conformes à ces arrêtés et sont dotées d'un balisage lumineux d'obstacle au niveau de la nacelle.

Conformément à l'article 24 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'article 18 de l'arrêté du 22 juin 2020, chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte et de prévention contre les conséquences d'un incendie.

Les éoliennes retenues (Enercon E138, Vestas V136 et Nordex N131) seront équipées d'un système de protection contre la foudre afin de minimiser les dommages sur les composants mécaniques, les systèmes électriques et les systèmes de contrôle.

Dans certaines conditions météorologiques, les pales peuvent se recouvrir de glace, de givre ou d'une couche de neige. Ceci arrive lorsque l'air est très humide, en cas de pluie ou de neige et à des températures proches de 0°C. Un système de protection contre la glace est donc fourni le cas échéant avec les éoliennes pour prévenir de ces dangers, conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.

Les installations électriques à l'intérieur à l'éolienne respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006. Elles sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).

Une voie d'accès donne aux services d'interventions un accès facilité au site de l'unité d'alimentation éolienne. Les moyens d'intervention une fois l'incident ou accident survenu sont des moyens de récupération des fragments : grues, engins, camions. En cas d'incendie avancé, les sapeurs-pompiers se concentreront sur le barrage de l'accès au foyer d'incendie. Une zone de sécurité avec un rayon de 500 mètres autour de l'éolienne devra être respectée.

3.2.3. Opérations de maintenance de l'installation

L'exploitant mettra ainsi en place une maintenance prédictive et préventive des éoliennes. Au moment de la mise en service, des tests et inspection spécifiques sont réalisées :

- Inspection : comme le précise l'Article 17 de l'arrêté du 22 juin 2020, les installations électriques sont contrôlées par une personne compétente, avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs. A ce titre et comme l'indique également l'article 8 de ce même arrêté, l'installation est conçue pour prévenir les risques électriques.
- Tests de mise en service : essais d'arrêt, d'arrêt d'urgence et depuis un régime de survitesse ainsi que des tests électriques. Ces essais sont réalisés en respect de l'Article 17 de l'arrêté du 22 juin 2020, afin d'assurer le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements mobilisés pour mettre l'aérogénérateur en sécurité.
- Maintenance des 300 heures (ENERCON), entre 300 et 500 heures (VESTAS) et entre 500 et 1500 heures (NORDEX) : contrôle visuel du mât, des fixations fondation/tour, tour/nacelle, rotor...et test du système de déclenchement de la mise en sécurité de l'éolienne).

Puis, les équipes de techniciens interviennent au moins une fois tous les 6 sur les éoliennes en maintenance préventive :

- 6 mois : graissage d'entretien

- 12 mois : maintenance principale : vérification des matériaux (soudures, corrosions), des équipements mécaniques et hydrauliques, de l'électrotechnique et des éléments de raccordement électrique
- 18 mois : graissage d'entretien
- 24 mois : maintenance principale (électrique et mécanique)
- 4 – 5 ans : maintenance quadriennale ou quinquennale (électrique, mécanique et contrôles pouvant inclure le remplacement de pièces)

Conformément à l'article 19 de l'arrêté du 22 juin 2020, chaque éolienne dispose d'un carnet de maintenance sous forme dématérialisée dans lequel sont consignées les différentes opérations réalisées. De plus, une inspection visuelle de l'état général de l'éolienne est effectuée lors de chaque opération de maintenance.

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans l'éolienne du projet d'unité d'alimentation de Plounevez-Moëdec.



4. Méthodologie de l'analyse des risques

4.1. Scénarios étudiés

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'accidents 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 cinq catégories de scénario étudiées dans l'étude détaillée des risques sont les suivantes :

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

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

Dans ce résumé non technique, seules les conclusions de l'analyse des risques pour ces cinq scénarios sont exposées.

4.2. Définition des paramètres

4.2.1. 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, 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.

4.2.2. Zone d'effet

La première étape de l'analyse consiste à déterminer la zone d'effet de chaque événement accidentel retenu, définie comme la surface exposée à cet événement.

Le mode de détermination des zones d'effet de chaque scénario découle du guide technique, lui-même basé sur des retours d'expériences et des analyses statistiques.

4.2.3. Intensité

Une fois la zone d'effet définie, il est possible d'estimer l'intensité de chaque événement accidentel, au regard du degré d'exposition. 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%

Tableau 3 : Définition de l'intensité issue du guide technique

4.2.4. Gravité

Les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies. Le nombre de personnes exposées est estimé pour chaque scénario dans la zone d'effet correspondante en fonction de la méthodologie de comptage présentée en partie 2.4.

Gravité \ 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 »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« Important »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« Modéré »	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

Tableau 4 : Définition des seuils de gravité de l'arrêté du 29 septembre 2005

4.2.5. Probabilité

Dans le cadre de l'étude de dangers des projets 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.



Niveaux	Échelle qualitative	Échelle 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.	$P \leq 10^{-5}$

Tableau 5 : Définition des échelles de probabilité de l'arrêté du 29 septembre 2005

Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		Acceptable
Risque faible		Acceptable
Risque important		Non acceptable

Tableau 6 : Définition de l'acceptabilité des risques

4.2.6. Acceptabilité

Pour conclure sur l'acceptabilité des risques, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010, sera utilisée. L'acceptabilité résulte du croisement entre probabilité et gravité de l'accident.

GRAVITÉ (conséquences sur les personnes exposées au risque)	Classe de Probabilité				
	E Événement possible mais extrêmement peu probable	D Événement très improbable	C Événement improbable	B Événement probable	A Événement courant
Désastreux	Risque faible	Risque important	Risque important	Risque important	Risque important
Catastrophique	Risque faible	Risque faible	Risque important	Risque important	Risque important
Important	Risque faible	Risque faible	Risque faible	Risque important	Risque important
Sérieux	Risque très faible	Risque très faible	Risque faible	Risque faible	Risque important
Modéré	Risque très faible	Risque très faible	Risque très faible	Risque très faible	Risque faible

5. Résultats de l'analyse des risques

5.1. Résultats de l'analyse détaillée des risques

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu pour l'éolienne du projet d'unité d'alimentation de Plounévez-Moëdec, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité.

Scénario	Zone d'effet (rayon)	Cinétique	Intensité	Gravité	Probabilité	Niveau de risque
Effondrement de l'éolienne	Disque de rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale (180 m)	Rapide	Exposition modérée	Modéré	D	Très faible
Chute de glace	Zone de survol (70,07 m)	Rapide	Exposition modérée	Modéré	A	Faible
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol (70,07 m)	Rapide	Exposition modérée	Modéré	C	Très faible
Projection de pale ou de fragment de pale	Disque de rayon 500 m autour de l'éolienne (500 m)	Rapide	Exposition modérée	Sérieux	D	Très faible
Projection de glace	Disque de rayon 1,5 x (H + D) autour de l'éolienne (378,375 m)	Rapide	Exposition modérée	Modéré	B	Très faible

Tableau 7 : Synthèse des scénarii étudiés

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-dessous a été utilisée.

GRAVITÉ (conséquences sur les personnes exposées au risque)	Classe de Probabilité				
	E Événement possible mais extrêmement peu probable	D Événement très improbable	C Événement improbable	B Événement probable	A Événement courant
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Projection de pale			
Modéré		Effondrement de l'éolienne	Chute d'éléments	Projection de glace	Chute de glace

Tableau 8 : Définition des niveaux de risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010

Enfin, la carte de synthèse des risques est présentée page suivante pour l'éolienne du projet de Plounévez-Moëdec.



5.2. Principales mesures de réduction des risques

Tout d'abord, il est important de rappeler que le choix de l'implantation a été fait pour limiter les risques, et ce dès la phase de conception.

Par ailleurs, des mesures de sécurité sont mises en place afin d'intervenir dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux qui pourraient conduire à des accidents. Les mesures suivantes sont donc, entre autres, mises en place :

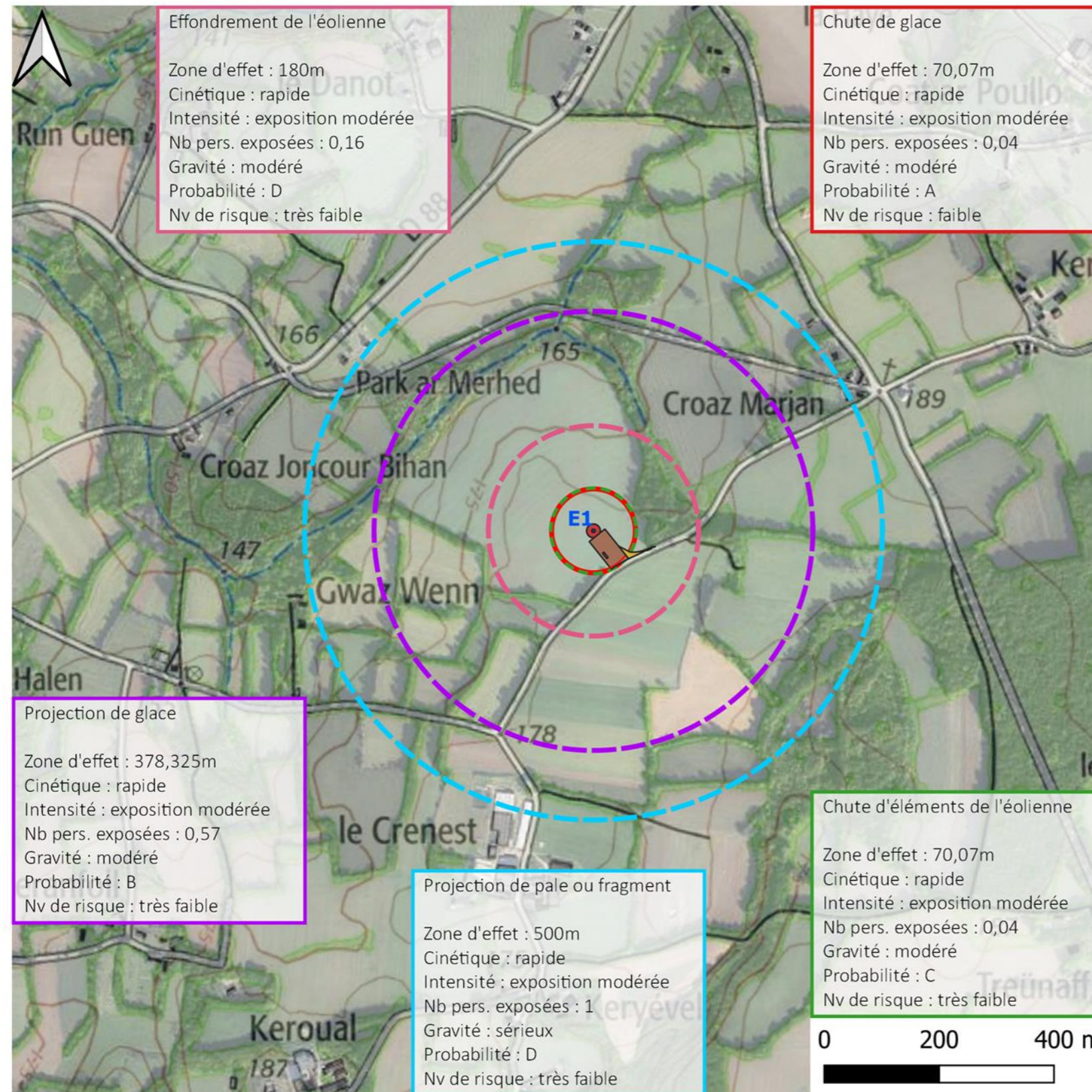
- prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace : Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage
- prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace : Signalisation du risque en pied de machine et éloignement des zones habitées et fréquentées
- prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques : Capteurs de température des pièces mécaniques, définition de seuils critiques de températures pour chaque type de composant avec alarmes, mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement, systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice
- prévenir la survitesse : Détection de survitesse et système de freinage, éléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2) et EN 954-1
- prévenir les courts-circuits : Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique
- prévenir les effets de la foudre : Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur
- protection et intervention incendie : Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, le bridage ou la mise à l'arrêt de la machine, système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle, intervention des services de secours locaux si nécessaire
- prévention et rétention des fuites : Rétentions prévues aux endroits les plus critiques (moteurs des yaw, transformateur)
- prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) : Surveillance des vibrations, contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.), procédures qualités, attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
- prévenir les erreurs de maintenance : Procédure maintenance (préconisations du manuel de maintenance, formation du personnel)
- prévenir la dégradation de l'état des équipements : Procédure de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées, suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes, système CMS
- prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort : Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents, détection et prévention des vents forts et tempêtes, arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite
- empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau : Détection des défaillances du réseau électrique, batteries pour chaque système pitch, système d'alimentation sans coupure (UPS).



KallistaEnergy

Projet d'unité d'alimentation éolienne
de la station de recharge ultra-rapide
pour véhicules électriques
de Plounevez-Moëdec

Carte des risques - E1



Éléments du projet

- Eolienne
- Poste de livraison (PdL)
- Fondation
- Plateforme
- Zone de survol
- Accès temporaire

Zones d'effet des scénarii étudiés

- Effondrement de l'éolienne
- Chute de glace
- Chute d'éléments de l'éolienne
- Projection de pale ou fragment de pale
- Projection de glace

Sources : IGN, Kallista Energy

Echelle : 1 / 10 000

Carte 5 : Cartographie de synthèse des risques de l'éolienne du projet

6. Conclusion



Après description de l'installation et de son environnement, il ressort que les potentiels de dangers de l'unité d'alimentation éolienne de la station de recharge ultra-rapide pour véhicules électriques de Plounévez-Moëdec sont relatifs :

- à des causes externes :
 - présence d'ouvrages (voies de communications) ;
 - risques naturels (vents violents, foudre, mouvements de terrains, tremblements de terres, inondations, givre ou gel).
- à des causes internes liées au fonctionnement de l'installation et aux produits utilisés :
 - chute d'éléments de l'éolienne (boulons, morceaux d'équipements, pale, etc.) ;
 - projection d'éléments (morceaux de pale, brides de fixation, etc.) ;
 - effondrement de tout ou partie de l'éolienne ;
 - échauffement de pièces mécaniques ;
 - court-circuit électrique (éolienne ou poste de livraison).

L'étude de dangers décrit les moyens de prévention et de protection présents sur le site afin, soit de réduire la vraisemblance d'occurrence, soit de réduire ou de maîtriser les conséquences d'éventuels accidents. En effet, il est important de noter qu'en cas d'accident ne pouvant être maîtrisé (exemple : incendie), des moyens de secours et d'alerte spécifiques seraient déclenchés pour en limiter les dégâts.

Une analyse préliminaire des risques a été réalisée, basée d'une part sur l'accidentologie permettant d'identifier les accidents les plus courants et d'autre part sur une identification des scénarii d'accidents potentiels.

Cinq scénarii sont ressortis de l'analyse préliminaire et ont fait l'objet d'une étude détaillée des risques :

- Effondrement de l'éolienne
- Chute de glace
- Chute d'éléments de l'éolienne
- Projection de pale ou de fragment de pale
- Projection de glace

Pour chaque scénario d'accident, l'étude a procédé à une analyse systématique des mesures de maîtrise des risques. Ces scénarii regroupent plusieurs causes et séquences d'accident. Une cotation en cinétique, intensité, gravité et probabilité de ces événements permet de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents. Une recherche d'enjeux humains vulnérables a été réalisée dans les périmètres d'effet de chaque scénario, permettant de repérer les interactions possibles entre les risques et les enjeux. L'analyse de la gravité et de la probabilité permet de classer le risque de chaque scénario selon la matrice de criticité inspirée de la circulaire du 10 mai 2010.

Après étude détaillée des risques, selon la méthodologie préconisée dans le guide technique, il apparaît que les mesures organisationnelles et les moyens de sécurité mis en œuvre dans le cadre du projet d'unité d'alimentation éolienne de la station de recharge ultra-rapide pour véhicules électriques de Plounévez-Moëdec, permettent de maintenir le risque, pour ces cinq phénomènes étudiés, à un niveau acceptable.