

Maître d'ouvrage

SNC Ferme Éolienne de Gurunhuel
2 rue du Libre Echange
CS 95893
31 506 TOULOUSE Cedex 5

Maître d'œuvre

ABO
WIND



Ferme Éolienne de Gurunhuel

Commune de Gurunhuel

5.1 – ÉTUDE DE DANGERS **Résumé non technique**

Décembre 2016

Version modifiée en mars 2018 et en septembre 2018

Bureau d'études

Alise
Environnement

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION UNIQUE

FERME ÉOLIENNE DE GURUNHUEL

Commune de Gurunhuel (22)



Décembre 2016

Version modifiée en mars 2018 et en septembre 2018

5.1 - RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

ABO
WIND



DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION UNIQUE

FERME ÉOLIENNE DE GURUNHUEL

Commune de Gurunhuel (22)

Décembre 2016

Version modifiée en mars 2018 et en septembre 2018

5.1 - RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

Maître d'œuvre :



2 rue du Libre Echange
CS 95893
31506 Toulouse CEDEX 5
France
Tél. : +33 (0) 5 34 31 16 76
Fax : +33 (0) 5 34 31 63 76
Site : www.abo-wind.fr

Bureau d'études :



ALISE environnement
102 rue du Bois Tison
76160 ST JACQUES-SUR-DARNETAL
Tél. : 02 35 61 30 19
Fax : 02 35 66 30 47
Site : www.alise-environnement.fr

SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION.....	7
2 - ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION ET SYNTHÈSE DES AGRESSIONS EXTERNES.....	8
2.1 - LOCALISATION DU PROJET.....	8
2.2 - CONTEXTE CLIMATIQUE ET POTENTIEL EOLIEN.....	10
2.3 - RISQUES NATURELS AUTOUR DU SITE D'IMPLANTATION.....	10
2.4 - ENVIRONNEMENT HUMAIN DU SITE D'IMPLANTATION.....	10
2.5 - ENVIRONNEMENT MATERIEL AUTOUR DU SITE D'IMPLANTATION.....	11
2.6 - SYNTHÈSE DE L'ÉTAT INITIAL.....	12
3 - PRÉSENTATION DU PROJET EOLIEN.....	13
4 - POTENTIELS DE DANGER DE L'INSTALLATION ET RÉDUCTION DES RISQUES À LA SOURCE.....	16
4.1 - POTENTIEL DE DANGER.....	16
4.2 - RÉDUCTION DES RISQUES À LA SOURCE.....	16
4.3 - ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES (APR).....	17
5 - ANALYSE DÉTAILLÉE DE RÉDUCTION DES RISQUES.....	18
5.1 - DÉFINITIONS / MÉTHODOLOGIE.....	18
5.2 - SYNTHÈSE DE L'ADR.....	19
6 - MOYENS D'INTERVENTION ET DE LIMITATION DES CONSÉQUENCES.....	21
7 - CONCLUSION.....	21
8 - APPROBATION DU PROJET D'OUVRAGE DE LA LIGNE ÉLECTRIQUE SOUTERRAINE ET DU POSTE DE LIVRAISON.....	23

1 - INTRODUCTION

L'étude de dangers est réalisée dans le cadre du projet de la Ferme éolienne de Gurunhuel dans le département des Côtes d'Armor. Cette étude permet de mettre en évidence les dangers que peut présenter l'installation en cas d'accident d'origine externe (risques liés à l'environnement du site du projet) ou interne (dysfonctionnement des machines, problème technique,...).

Tableau 1 : Renseignements administratifs du demandeur

Carte d'identité de l'entreprise	
Raison sociale	Ferme Eolienne de Gurunhuel
Forme juridique	Société en Nom Collectif (SNC)
N° SIRET	819 634 361 00011
Adresse du siège social	2 Rue du Libre Echange CS 95893 31506 TOULOUSE CEDEX 5
N° SIRET du siège social	822 673 489 00016
Code APE	3511Z – Production d'électricité
Demandeur	
Identité	Patrick BESSIERE
Qualité	Gérant
Site d'exploitation	
Département	Côtes d'Armor (22)
Communes	Gurunhuel
Adresse d'exploitation	GOAREM 22390 GURUNHUEL
Personne en charge du dossier	
Société	ABO Wind
Identité	Gaël Millet
Qualité	Responsable de projets
Adresse	12 Allée Duguay Trouin 44000 NANTES
Téléphone	02 51 72 63 74
Courriel	millet@abo-wind.fr

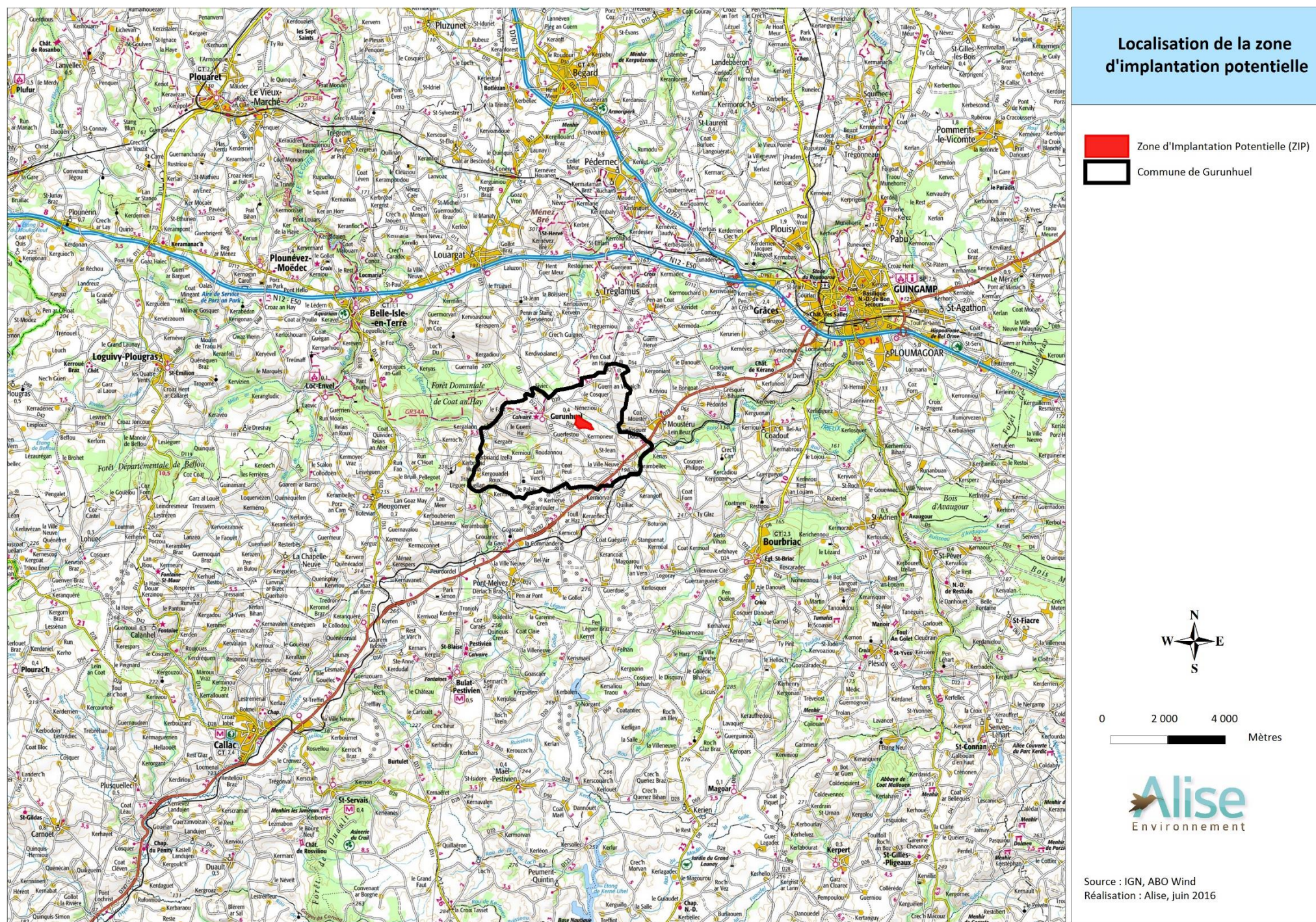
Tableau 2 : Rédacteurs de l'étude de dangers

Rédaction	Nom Prénom	Spécialité	Société	Coordonnées
Etude de danger	Thierry TRIQUET Evelyne COULIOU	Ingénieurs Environnement	ALISE	102 rue du Bois Tison, 76160 ST JACQUES-SUR-DARNETAL / Tél : 02 35 61 30 19 Courriels : evelyne.couliou@alise-environnement.fr thierry.triquet@alise-environnement.fr

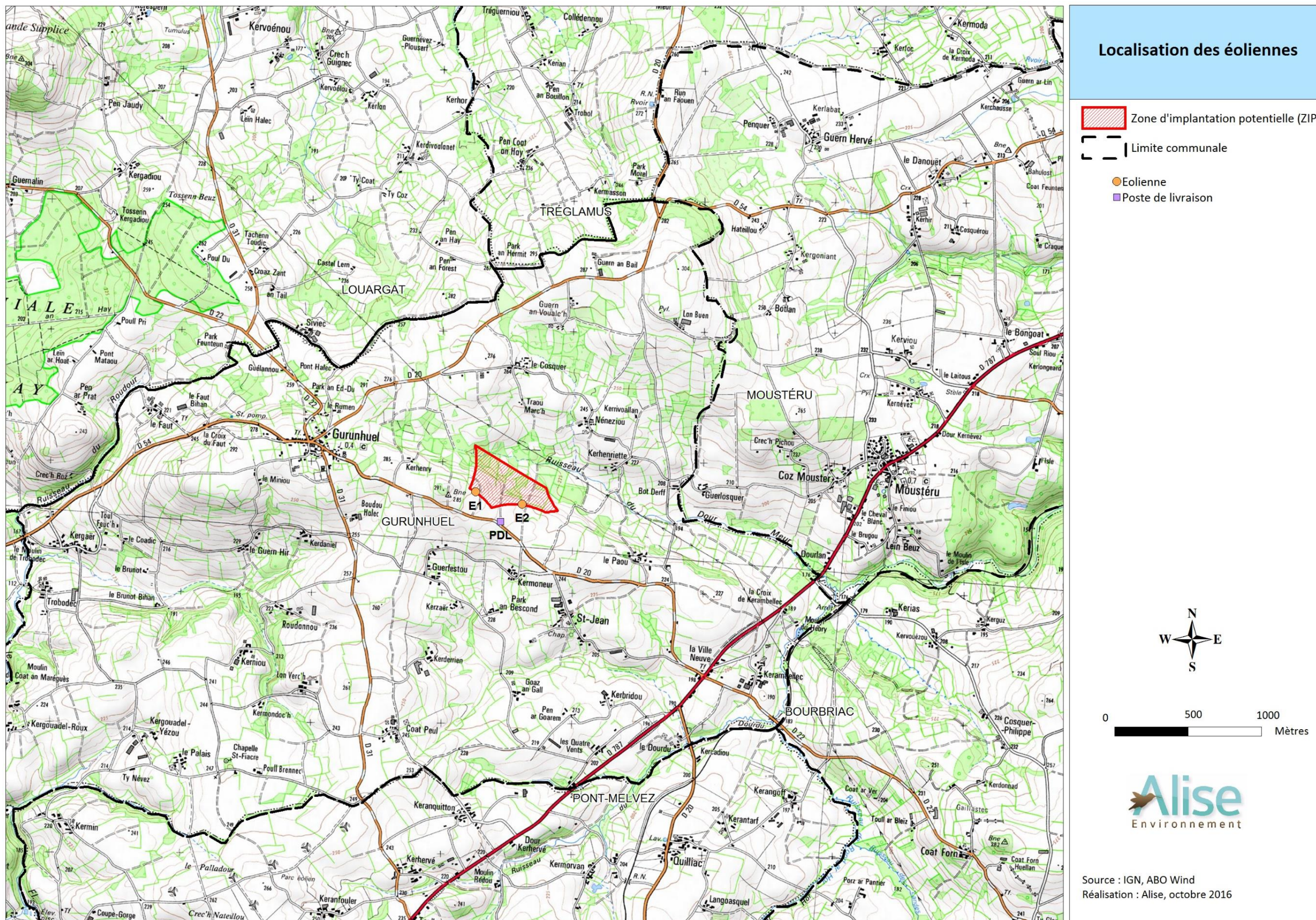
2 - ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION ET SYNTHÈSE DES AGRESSIONS EXTERNES

2.1 - LOCALISATION DU PROJET

La zone d'implantation potentielle retenue est située sur la Commune de Gurunhuel, département des Côtes d'Armor, en région Bretagne. Les éoliennes seront implantées sur cette commune.



Localisation du site



Localisation de la zone d'implantation potentielle, du poste de livraison et des éoliennes

2.2 - CONTEXTE CLIMATIQUE ET POTENTIEL EOLIEN

La région Bretagne dans laquelle se situe le projet bénéficie d'un climat de type océanique à tendance semi-continentale, bien arrosé (plus de 1 000 mm/an), à forte hygrométrie. Le nombre annuel de jours de gel est peu important et les fortes pluies n'y sont pas fréquentes.

Il apparaît que la zone d'implantation est située dans un secteur qui présente une vitesse des vents comprise entre 5 et 7,5 m/s à 50 m du sol. Cela correspond à un gisement qui paraît intéressant pour proposer l'implantation d'un parc éolien. Les vents dominants constatés proviennent principalement de l'ouest et du nord-est.

Pour la Ferme éolienne de Gurunhuel, la production annuelle est ainsi estimée à environ 18 GWh ce qui permettra d'éviter le rejet d'environ 5400 tonnes de CO₂ dans l'atmosphère.

2.3 - RISQUES NATURELS AUTOUR DU SITE D'IMPLANTATION

Concernant l'ensemble des risques naturels étudiés, la zone d'implantation présente les caractéristiques suivantes :

Tableau 3 : Tableau de synthèse des risques

Risque	Classement
Risque de mouvement de terrain	Faible
Risque lié au retrait-gonflement des argiles	Nul à faible
Recensement d'indices de cavités souterraines	Aucune
Risque d'inondation	Faible
Risque d'incendie de forêt	Très faible
Risque sismique	Faible (zone 2)
Risque lié à la foudre	Faible
Risque concernant les phénomènes de tempête et grains	Faible

Les éoliennes ainsi que les fondations qui les supportent seront conçues pour résister aux fortes tempêtes. Elles appartiennent à la classe II-A selon la norme IEC 61400-1, ce qui est largement supérieur aux conditions de vent observées sur le site.

Les éoliennes seront équipées de systèmes de protection contre la foudre afin de limiter les dégâts sur les machines et ainsi réduire les pannes supplémentaires.

2.4 - ENVIRONNEMENT HUMAIN DU SITE D'IMPLANTATION

2.4.1 - OCCUPATION DU SOL

L'environnement proche du site d'étude se compose de zones agricoles (essentiellement des cultures et quelques prairies) ainsi que des boisements et des milieux aquatiques (cours d'eau).

2.4.2 - HABITAT

L'habitation la plus proche du futur parc éolien se trouve à plus de 500 m et est située au lieu-dit Guerfestou ou Kermoneur, sur la commune de Gurunhuel.

Le tableau suivant présente les distances entre les éoliennes et les zones d'habitat :

Tableau 4 : Distance la plus courte entre les éoliennes et les zones d'habitat

Lieux-dits	Distance à l'éolienne :	
	E1	E2
Le Paou	1296	928
Saint Jean	909	618
Kermoneur	660	503
Guerfestou	501	715
Boudou Halec	998	1343
Kerhenry	550	915
Le Cosquer	965	988
Le Cosquer Ouest	901	1030
Kerhenriette	1035	712
Nénéziou	959	752
Bot Derff	1513	1164

2.4.3 - ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Les ERP les plus proches sont une entreprise de maçonnerie, une salle multifonction et une épicerie-café situées dans le bourg à plus de 1 km de la zone d'implantation.

2.4.4 - URBANISME

La commune de Gurunhuel dispose d'une carte communale. Ainsi, l'implantation du parc éolien de la Ferme éolienne de Gurunhuel est compatible avec les documents d'urbanisme en vigueur.

2.4.5 - INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les ICPE, soumises à autorisation, localisées sur la commune et les communes limitrophes dans un rayon de 6 km sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Liste des installations classées dans un rayon de 6 km

Source : Base des Installations Classées du Ministère de l'environnement de l'énergie et de la mer

Commune	ICPE	Type d'Installation	Distance par rapport à la ZIP
Gurunhuel	Rolland Claudine	Production animale (élevage, vente, etc)	1,6 km
Pont-Melvez	Gaec De Dour Kerherve	Production bovine (élevage, vente, transit, etc)	2,8 km
Moustéru	Electrawinds	Installation terrestre de production d'électricité	2,9 km
Gurunhuel	EARL De Ty Nevez	Culture et production animale, chasse et services annexes	3,3 km
Pont-Melvez	EDP Renewables France SAS	Installation terrestre de production d'électricité	3,5 km
Louargat	Le Floch Annie	Production animale	3,7 km
Bourbriac	Gaec de Beau Soleil	Production animale (bovins, volailles, gibier à plume), élevage, vente, transit	4,3 km
Pont-Melvez	EDP Renewables France SAS	Installation terrestre de production d'électricité	4,5 km
Louargat	Gaec de Kervoasdou	Culture et production animale, chasse et services annexes	5,5 km

L'ICPE en fonctionnement la plus proche de la zone d'implantation potentielle se situe à environ 1,6 km au sud-est.

2.5 - ENVIRONNEMENT MATERIEL AUTOUR DU SITE D'IMPLANTATION

2.5.1 - INFRASTRUCTURES ET SERVITUDES

Les servitudes ont été recherchées auprès des différents services concernés (RTE, ERDF, GRDF, Agence Nationale des Fréquences, Orange, Direction de l'Aviation Civile, Armée de l'air, Météo-France) et au travers du document d'urbanisme de la commune de Gurunhuel.

❖ Météo France

Le site du projet est en dehors des servitudes de Météo-France (radars hydrométéorologiques).

❖ Périmètre de protection de captage AEP

Le site du projet est en dehors des servitudes liées à la protection de captages pour l'alimentation en eau potable.

❖ Aviation civile

La zone du projet est en dehors des servitudes aéronautiques de l'Aviation civile.

❖ Armée de l'air

La zone du projet est en dehors des servitudes des radars de défense, de faisceaux hertziens, zones de dégagement etc. de l'armée de l'air.

❖ Réseaux

Les éoliennes seront implantées en dehors de toutes servitudes liées aux réseaux d'électricité, de gaz, d'hydrocarbures, de téléphone, d'assainissement, d'alimentation en eau potable et de Orange (téléphone, télévision, radio).

❖ Voies de communication

La zone d'implantation est accessible à partir de chemins agricoles qui débouchent sur la route départementale D20 (la distance entre la zone d'implantation et la RD20 est de 80 m au minimum).

La voie de chemin de fer la plus proche est située sur la commune de Bourbriac à 2,1 km de la zone d'implantation potentielle.

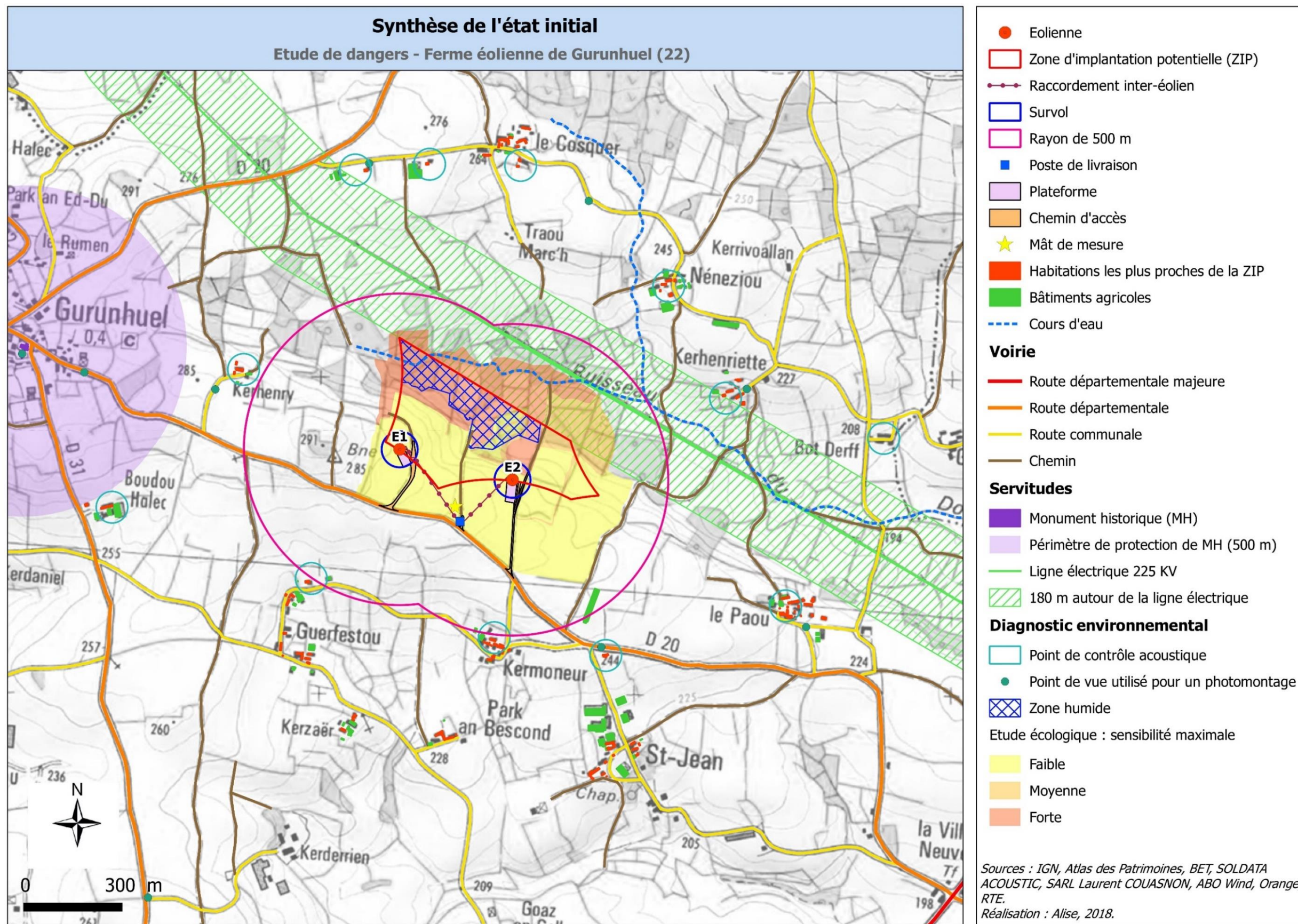
L'aéroport de Lannion est situé à plus de 28 km au nord de de la zone d'implantation potentielle.

La commune de Gurunhuel est traversée par le chemin de Grande Randonnée GR 34A au nord de la zone d'implantation potentielle. Ce GR est situé à environ 1,2 km de la zone d'implantation potentielle.

2.5.2 - RISQUES TECHNOLOGIQUES

Il n'y a pas, dans le secteur d'implantation, d'activités humaines pouvant avoir des conséquences graves sur le parc éolien en cas d'accident majeur. Le site du projet se trouve en dehors des zones identifiées à risques d'origine anthropique. Il est en dehors des zones de dangers retenues au titre de la maîtrise de l'urbanisme. Il n'y a pas d'installations classées SEVESO à moins de 23 km du site. L'installation classée pour la protection de l'environnement la plus proche se trouve à plus de 1,6 km de l'aire d'étude.

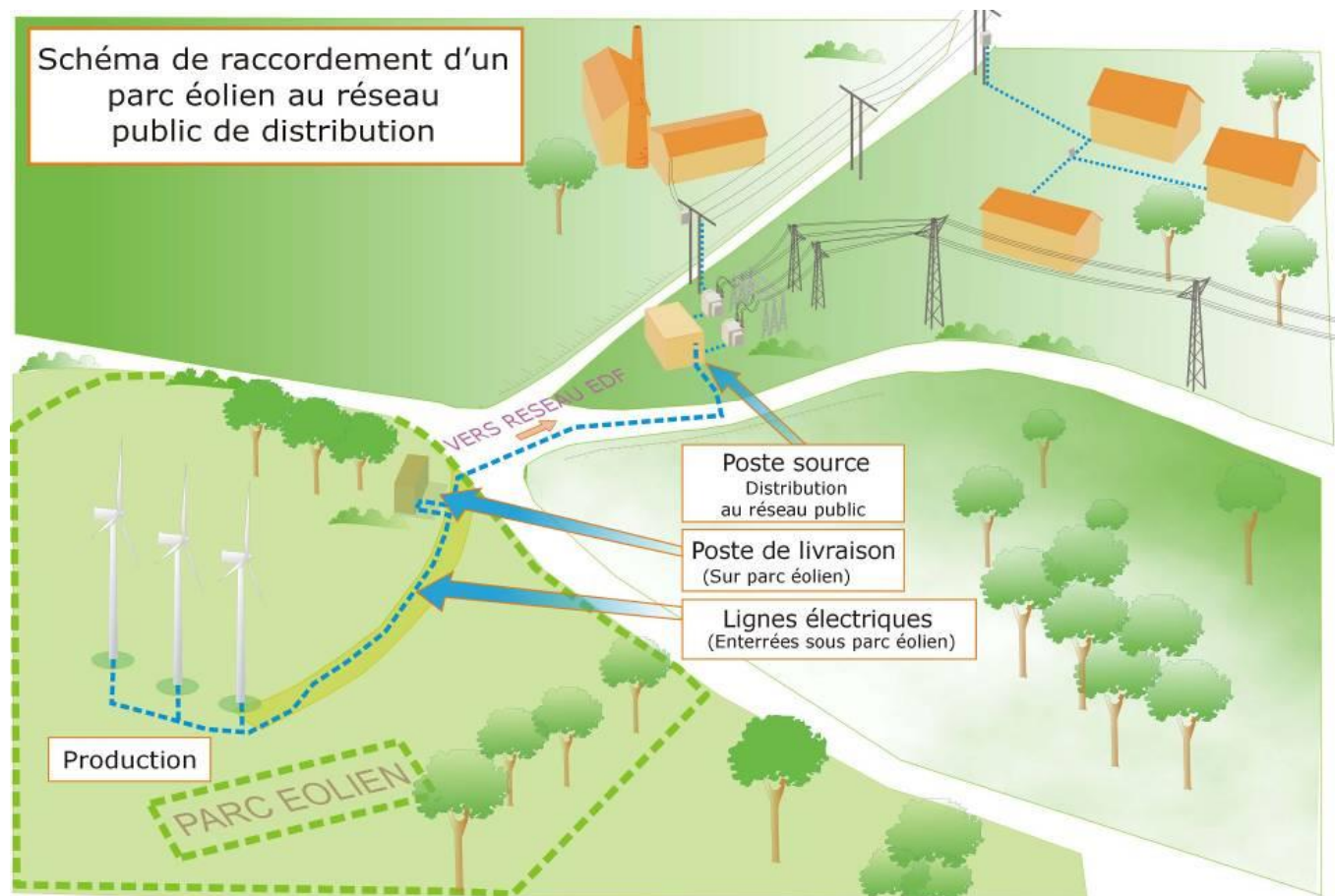
2.6 - SYNTHÈSE DE L'ÉTAT INITIAL



Carte de synthèse des enjeux à protéger

3 - PRESENTATION DU PROJET EOLIEN

Le projet de Ferme éolienne de Gurunhuel projeté sera constitué de 2 aérogénérateurs de type Senvion 3.4M114 et d'un poste de livraison électrique. L'éolienne E1 aura une hauteur de mât de 93 mètres et l'éolienne E2 de 119 m. Le diamètre du rotor est de 114 mètres pour les 2 éoliennes. La hauteur totale en bout de pale sera de 150 m pour E1 et 176 m pour E2.



Composants du parc éolien

Source : ADEME

Conformément à la réglementation, toutes les éoliennes du gabarit de la Senvion 3.4M114 sont équipées des dernières technologies en matière de sécurité : balisage, système de sécurité en cas de tempête, protection anti-foudre, détection de givre sur les pales, détecteurs d'incendie, système de freinage et d'arrêt en cas d'urgence,...

Elles seront régulièrement contrôlées et vérifiées par des techniciens de maintenance.

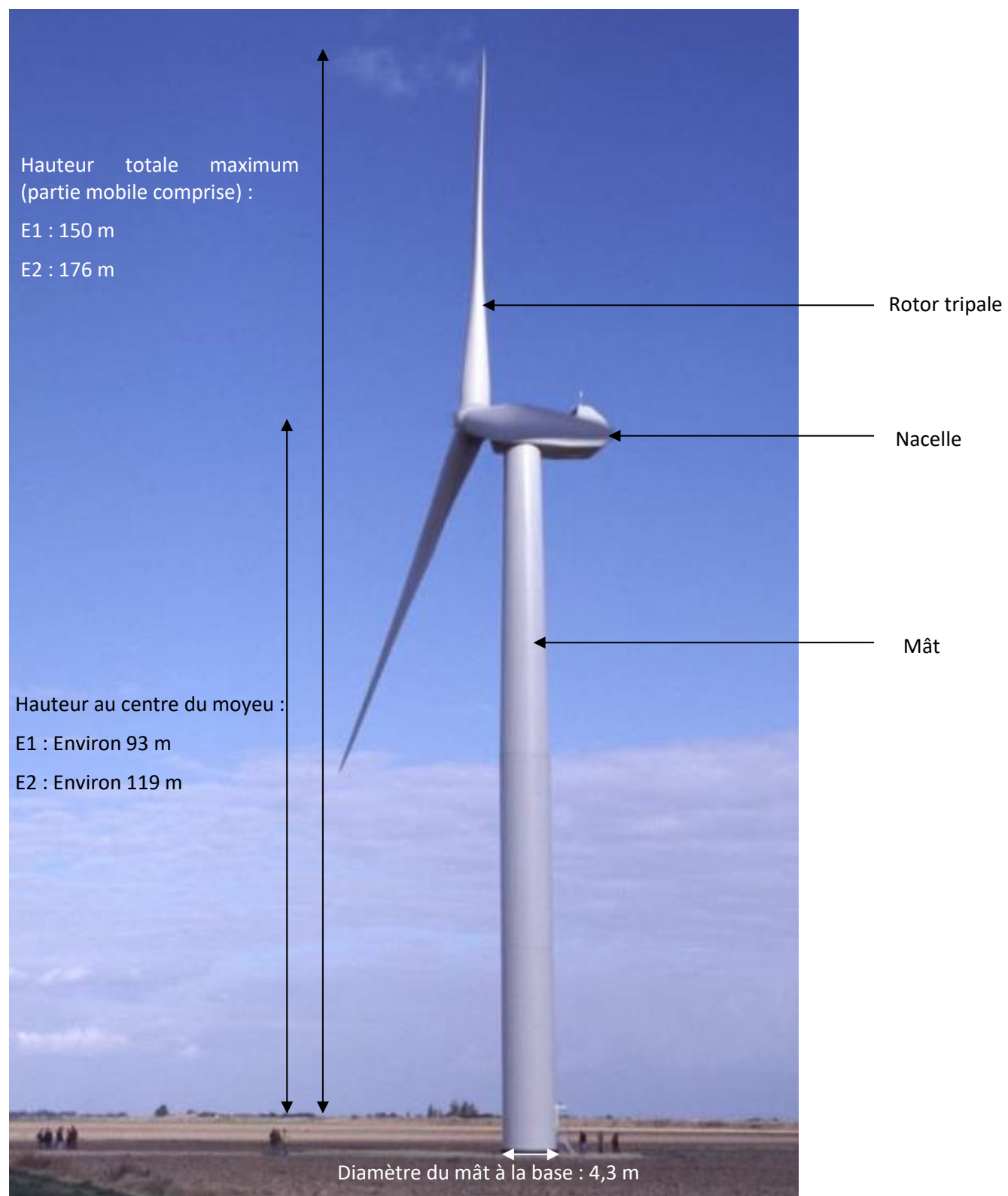
Tableau 6 : Caractéristiques de fonctionnement – Eolienne Senvion 3.4M114

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques	
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Environ 380 m ²	
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Hauteur des parties fixe et mobile : 150 m Hauteur de l'axe du moyeu : 93 m Diamètre de la base de la tour : 4,3 m	Hauteur des parties fixe et mobile : 176 m Hauteur de l'axe du moyeu : 119 m Diamètre de la base de la tour : 4,3 m
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	Génératrice asynchrone	
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Nombre de pales : 3 Diamètre du rotor : 114 m Plage de vitesse de vent : 3 à 22,5 m/s	
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Transformateur intégré à la tour	
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Surface : 22,96 m ²	

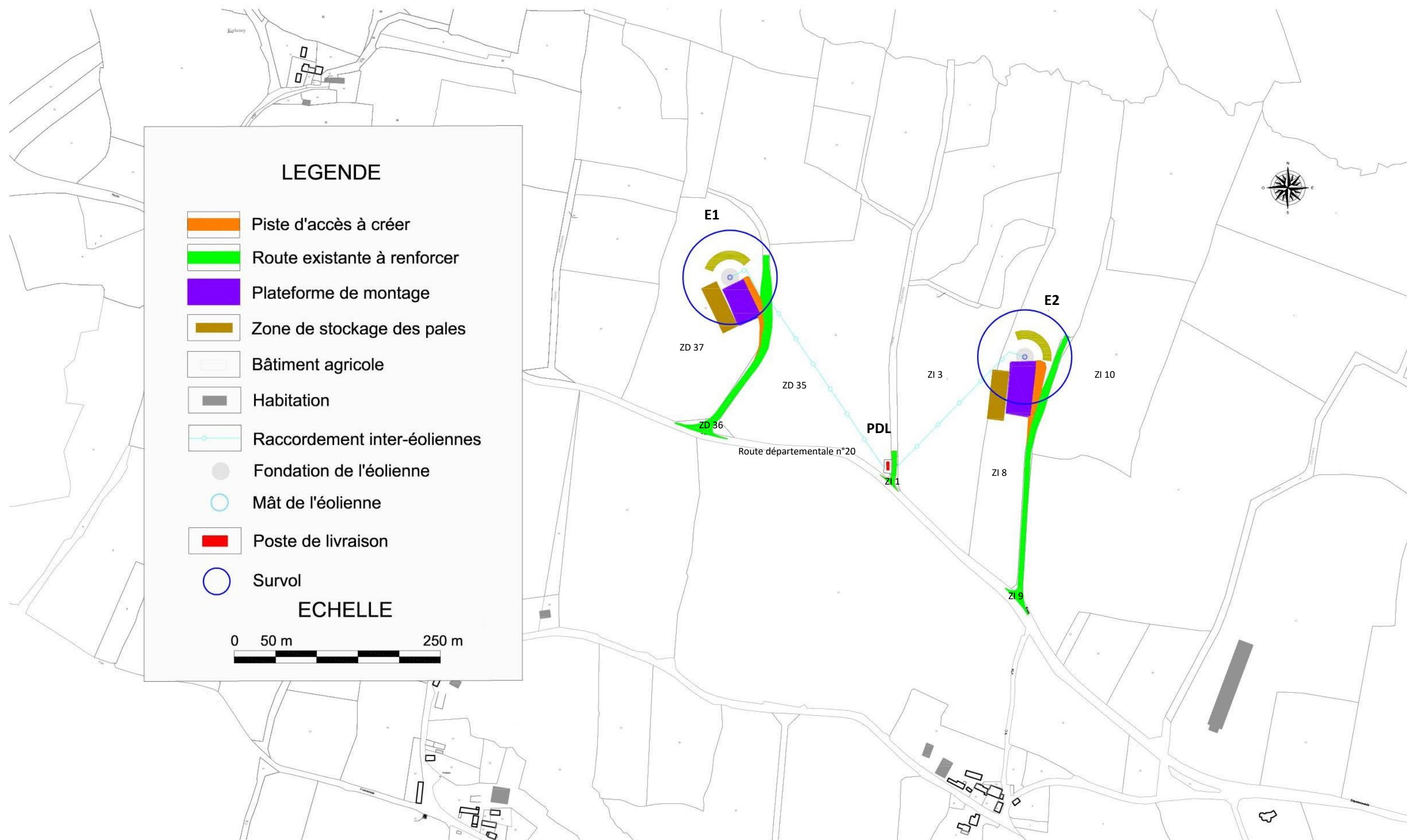
Concernant les données techniques liées au montage et à l'exploitation du parc on peut retenir les données suivantes (pour une éolienne) :

Tableau 7 : Caractéristiques techniques des éléments constituant du parc éolien

Description	Données techniques
Fondations	Environ 380 m ²
Plateforme type	E1 : 1 260 m ² et E2 : 1 800 m ²
Poste de livraison	Longueur : 9,26 m ; largeur : 2,48 m ; hauteur : 2,64 m
Chemin d'accès permanent	Largeur exempte d'obstacle : 5 m
Poids par essieu des convois	13 tonnes



Caractéristiques d'une éolienne



LEGENDE

- Piste d'accès à créer
- Route existante à renforcer
- Plateforme de montage
- Zone de stockage des pales
- Bâtiment agricole
- Habitation
- Raccordement inter-éoliennes
- Fondation de l'éolienne
- Mât de l'éolienne
- Poste de livraison
- Survol

ECHELLE

0 50 m 250 m

Plan détaillé de l'installation

4 - POTENTIELS DE DANGER DE L'INSTALLATION ET REDUCTION DES RISQUES A LA SOURCE

4.1 - POTENTIEL DE DANGER

Les principaux dangers des **équipements** constituant le parc éolien sont d'une part des ruptures d'équipements avec des chutes d'objets associées et l'incendie lié à la présence d'équipements électriques de puissance et à certains matériaux combustibles.

Les quantités de **substances ou produits chimiques** mises en œuvre dans l'installation sont limitées. Il s'agit de l'huile hydraulique, de l'huile de lubrification et des graisses. A cela s'ajoute les produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyants...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...).

Ces produits ne présentent pas de réel danger, si ce n'est lorsqu'ils sont soumis à un incendie, où ils vont entretenir cet incendie, ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un risque de pollution des sols ou des eaux.

Aucun de ces produits n'est stocké dans les aérogénérateurs ou le poste de livraison, conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation.

En **phase de construction**, les dangers potentiels sont liés aux opérations de manutention avec des risques de chutes de charges ou de basculement d'engins de manutention, des risques d'écrasement ou de choc liés aux masses manipulées et des risques de chute de personnel liés au travail en hauteur.

La **maintenance** est réalisée éolienne à l'arrêt. Lors des phases de maintenance, les principaux potentiels de dangers sont :

- ⇒ chute d'objet (outils),
- ⇒ chute de l'intervenant,
- ⇒ pincement, écrasement, coupure.

Pour certaines opérations de maintenance, l'électricité est nécessaire. Par conséquent, l'intervenant est potentiellement exposé au risque électrique.

4.2 - REDUCTION DES RISQUES A LA SOURCE

4.2.1 - DISPOSITIONS ORGANISATIONNELLES

Des dispositions d'ordre général sont mises en place pour prévenir les accidents. Il s'agit avant tout de dispositions organisationnelles.

Le personnel intervenant sur les installations (monteurs, personnel affecté à la maintenance) est formé et encadré.

Les opérations réalisées tant dans le cadre du montage, de la mise en service que des opérations de maintenance périodique sont effectuées suivant des procédures qui définissent les tâches à réaliser, les équipements d'intervention à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accident. Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.

L'inspection et l'entretien du matériel sont effectués par des opérateurs du constructeur des éoliennes, formés pour ces interventions. Tout au long des années de son fonctionnement, des opérations de maintenance programmées vérifient l'état et le fonctionnement des sous-systèmes de l'éolienne.

Conformément à la réglementation, un **contrôle de l'ensemble des installations électriques** sera réalisé tous les ans par un organisme agréé. En cas de besoin, des **contrôles complémentaires** seront opérés tels que :

- ⇒ la vérification de l'absence de dommage visible pouvant affecter la sécurité,
- ⇒ la résistance d'isolement de l'installation électrique,
- ⇒ la séparation électrique des circuits,
- ⇒ les conditions de protection par coupure automatique de l'alimentation.

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés.

4.2.2 - PRINCIPAUX SYSTEMES DE SECURITE DU MODELE D'EOLIEUNE RETENUE

Toutes les éoliennes du gabarit de la Senvion 3.4M114 sont équipées des dernières technologies en matière de sécurité.

Tableau 8 : Principaux systèmes de sécurité du modèle d'éolienne retenue

Système de sécurité	Caractéristiques du système de sécurité
Système de balisage	Conformément aux exigences de l'Aviation civile (DGAC) et de l'Armée de l'Air, notifiées dans l'arrêté ministériel du 23 avril 2018, les éoliennes seront équipées de feux de signalisation diurne et nocturne : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Balisage diurne : feux d'obstacle de moyenne intensité de type A, 20 000 Cd blanc ➤ Balisage nocturne : feux d'obstacle de moyenne intensité de type B, 2000 Cd rouge La hauteur totale de l'éolienne E2 étant supérieure à 150 m, le balisage est complété par des feux d'obstacles basse intensité de type B installés sur la tour (installés à 45 m de hauteur). L'arrêté du 23 avril 2018 entrera en vigueur le 1 ^{er} février 2019. A partir de cette date, toutes les nouvelles installations doivent s'y conformer. Conformément à l'arrêté du 23 avril 2018, les éclats des feux des éoliennes de la Ferme éolienne de Gurunhuel seront synchronisés entre elles et avec tous les parcs éoliens mis en service à partir du 1 ^{er} février 2019.
Système de sécurité en cas de tempête	L'éolienne est équipée d'un système redondant permettant une mise en drapeau des pales si les vitesses du vent dépassent la vitesse maximale admissible.
Système de sécurité contre la foudre	L'éolienne retenue sera équipée d'une installation de protection anti-foudre conforme à la norme internationale IEC 61024-1 II.
Système de sécurité contre le gel	L'éolienne retenue sera équipée d'un dispositif permettant de détecter ou déduire la présence de givre sur les pales et d'arrêter la machine ou d'éviter sa mise en fonctionnement après une période d'arrêt. Des panneaux type « Attention, chute de glace » seront mis en place sur le chemin d'accès de chaque éolienne pour prévenir du danger.
Système de sécurité contre les incendies	L'éolienne retenue sera équipée de détecteurs permettant de mettre la machine à l'arrêt en cas d'incendie ainsi que d'extincteurs à CO ₂ pour faire face à tout début d'incendie lors des visites de contrôle ou de maintenance par les techniciens.
Système de freinage	La mise en position drapeau permet le freinage des éoliennes.
Système d'arrêt d'urgence	Les éoliennes seront équipées d'un système d'arrêt d'urgence par freinage mécanique qui peut être déclenché 24h/24 et 7j/7.

Les éoliennes répondront aux normes européennes de sécurité et un document de conformité sera remis au bureau de contrôle avant l'installation du modèle choisi. La conformité avec le réseau électrique fera aussi l'objet d'une attestation remise au bureau de contrôle lors de la réalisation.

Le projet fera l'objet d'une vérification de stabilité par un bureau d'étude agréé. Un coordonnateur de sécurité produira un Plan général de coordination. Les plans particuliers de sécurité, prévention, santé (PPSPS) seront à produire par les entreprises participant à la construction.

La porte d'accès à l'intérieur de l'éolienne sera fermée à clé en permanence afin d'en interdire l'accès au public. Seules les personnes habilitées auront la clé et pourront intervenir pour effectuer les vérifications et la maintenance.

4.2.3 - STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc éolien de Gurunhuel.

4.3 - ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)

L'objectif principal de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets.

Les parcs éoliens sont découpés en système, par blocs fonctionnels caractérisé par les éléments suivants :

- ⇒ équipements principaux (mât, nacelle, rotor,...),
- ⇒ conditions de service.

L'échelle utilisée pour l'évaluation de l'intensité des événements a été adaptée au cas des éoliennes :

- ⇒ « 1 » correspond à un phénomène limité ou se cantonnant au surplomb de l'éolienne ;
- ⇒ « 2 » correspond à une intensité plus importante et impactant potentiellement des personnes autour de l'éolienne.

Les différents scénarios listés dans le tableau de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

Quatre catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

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.

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques sont les suivantes :

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

❖ Effets dominos

Lors d'un accident majeur sur une éolienne, une possibilité est que les effets de cet accident endommagent d'autres installations. Ces dommages peuvent conduire à un autre accident.

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise : « [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...]. Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».

C'est la raison pour laquelle, il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

5 - ANALYSE DÉTAILLÉE DE RÉDUCTION DES RISQUES

L'Analyse Détaillée des Risques (ADR) 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.

Le type d'éolienne étudiée est la Senvion 3.4M114.

5.1 - DEFINITIONS / METHODOLOGIE

❖ 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.

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.

❖ 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.

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 %

Degré d'exposition

Les zones d'effets sont définies pour chaque événement accidentel comme la surface exposée à cet événement. L'intensité des phénomènes dangereux a été calculée pour chaque type de turbines mais les valeurs les plus importantes des zones d'impact et des zones d'effets ont été retenues pour calculer l'intensité de ces phénomènes dangereux.

❖ 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.

L'échelle de gravité des conséquences sur l'homme est classée par niveaux de « modéré » à « désastreux » en fonction du nombre de personnes exposées au danger. Elle est définie dans l'arrêté PCIG du 29 septembre 2005.

❖ Probabilité

L'annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur. Il existe 5 classes de probabilité, allant de A (d'une probabilité courante) à E (d'une probabilité extrêmement rare).

❖ Analyse des risques

Chaque phénomène dangereux présenté par le projet de parc éolien a été analysé en croisant son niveau de gravité avec sa probabilité. Il en résulte une représentation graphique qui présente trois parties (cf. figure ci-contre) :

- ⇒ **Zone en rouge** : zone de risque important ⇔ accidents « **inacceptables** » susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site.
- ⇒ **Zone en jaune** : zone de risque faible. Les accidents situés dans cette zone doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation ⇔ zone ALARP (As Low As Reasonably Practicable).
- ⇒ **Zone en vert** : zone de risque très faible ⇔ accidents qui ne nécessitent pas de mesures de réduction du risque supplémentaires.

5.2 - SYNTHÈSE DE L'ADR

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

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Niveau de risque	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	E1 : exposition forte	D (pour des éoliennes récentes)	E1 : sérieux	Très faible	Acceptable
			E2 : exposition modérée		E2 : modéré		
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modéré pour toutes les éoliennes	Faible	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Exposition forte	C	Sérieux pour toutes les éoliennes	Faible	Acceptable
Projection de pales ou fragments de pales	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Important pour toutes les éoliennes	Faible	Acceptable
Projection de glace	1,5 x (hauteur de moyeu + diamètre de rotor) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Sérieux pour toutes les éoliennes	Faible	Acceptable

Pour déterminer l'acceptabilité du projet en matière de risque, la matrice de criticité présentée ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus est utilisée :

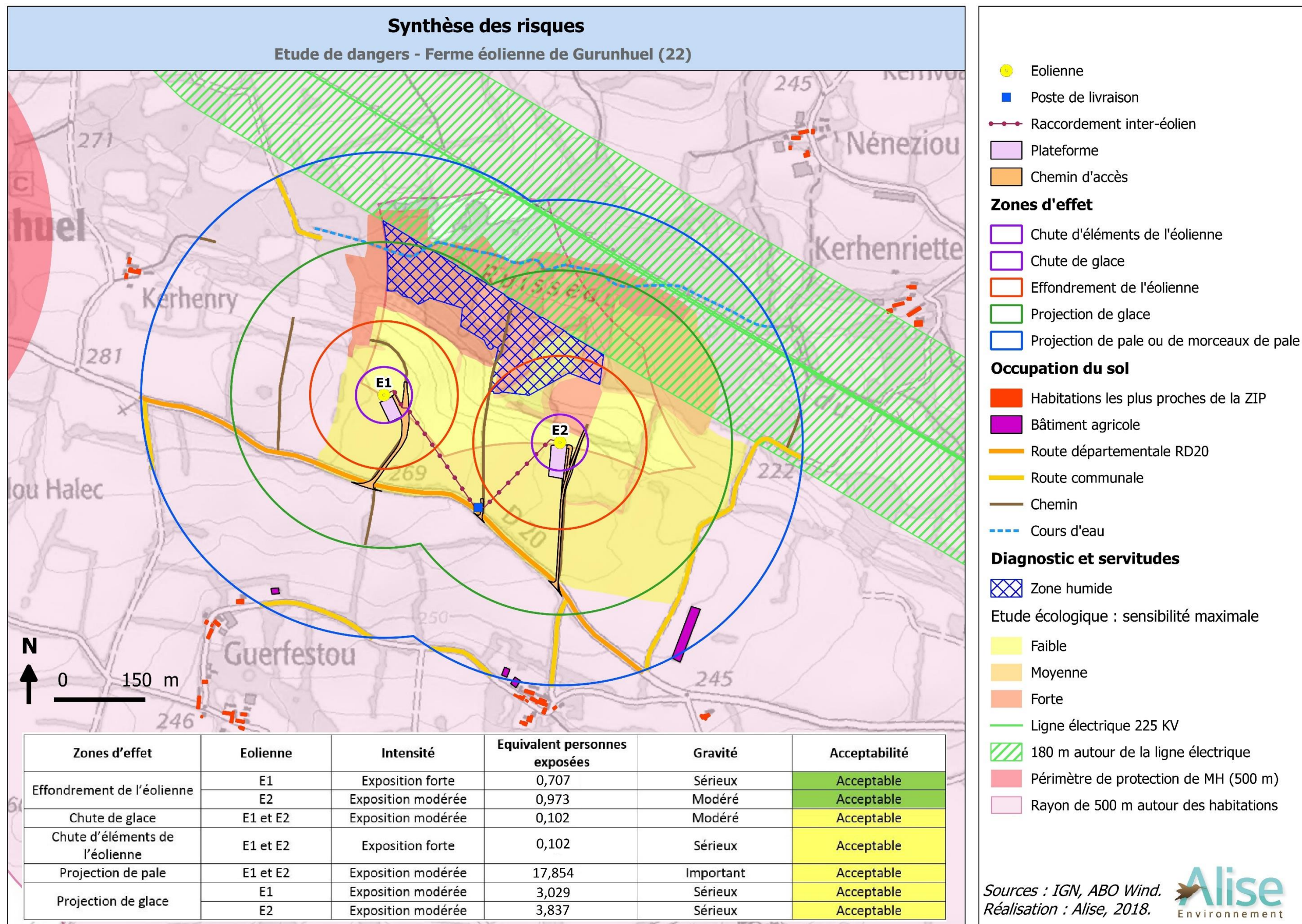
GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		PrP (E1 et E2)			
Sérieux		Eff (E1)	ChE (E1 et E2)	PrG (E1 et E2)	
Modéré		Eff (E2)			ChG (E1 et E2)

Légende de la matrice :

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

Eff : Effondrement de l'éolienne
 ChG : Chute de glace
 ChE : Chute d'éléments de l'éolienne
 PrP : Projection de pale ou fragments de pale
 PrG : Projection de glace

Au regard de la matrice ainsi complétée, aucun accident n'apparaît dans les cases rouges. Tous les accidents figurent en case verte ou jaune, c'est-à-dire que le risque d'accidents présente un niveau acceptable.



Carte de synthèse

6 - MOYENS D'INTERVENTION ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES

La surveillance du bon fonctionnement de l'installation est assurée par l'intermédiaire du système de contrôle avec transmission à distance des informations. Les informations issues des capteurs peuvent conduire à une alarme sur les écrans de surveillance mais également, dans certains cas, à la mise à l'arrêt de la turbine. Les unités de surveillance sont opérationnelles 24h/24.

Les personnels de maintenance sont informés par téléphone des anomalies de la machine et peuvent ainsi intervenir afin d'assurer les réparations et remettre celle-ci en service.

Dès que le dysfonctionnement détecté est susceptible d'avoir des conséquences sur la sécurité (mise en arrêt, déclenchement de la détection incendie,...), l'information est immédiate afin que l'intervention se fasse le plus rapidement possible (les équipes sont réparties sur le territoire de telle sorte que le délai d'intervention ne dépasse pas deux heures).

Les moyens humains en cas d'accident sont constitués des personnels d'intervention (agents de maintenance) renforcés le cas échéant de personnels techniques chargés d'assister les secours externes lors de l'intervention et d'analyser les causes de la défaillance.

En cas d'accident majeur, le délai d'intervention des secours sera de 15 minutes maximum.

7 - CONCLUSION

La présente étude de danger a été réalisée dans le cadre du projet de la Ferme éolienne de Gurunhuel situé sur la Commune de Gurunhuel dans le département des Côtes d'Armor.

Elle a permis de mettre en évidence les dangers que peut présenter l'installation en cas d'accident d'origine externe (risques liés à l'environnement du site du projet) ou interne (dysfonctionnement des machines, problème technique,...).

Même s'ils ne peuvent être totalement écartés, les risques d'origine externe sont minimes car le site du projet ne présente pas de dangers particuliers. Il est en dehors des zones concernées par des risques naturels ou anthropiques majeurs.

Après avoir analysé les risques d'accidents susceptibles de survenir et leurs causes, l'étude de danger a permis d'évaluer :

- ⇒ l'intensité de ces accidents exprimée en fonction d'une distance par rapport à l'éolienne et les conséquences possibles dans l'environnement du site ;
- ⇒ les niveaux de probabilité selon une échelle graduée de E (extrêmement rare) à A (courant).

Au regard de la matrice présentée ci-dessus, aucun accident n'apparaît dans les cases rouges. Autrement-dit, tous les accidents figurent en case verte ou jaune et présentent donc un niveau acceptable.

L'industrie éolienne a connu ces dernières années un fort développement qui a permis d'améliorer les technologies mises en œuvre pour tirer le meilleur parti de la puissance du vent. En parallèle, les constructeurs ont également travaillé sur les dispositifs permettant de limiter les dysfonctionnements des machines et donc les périodes d'arrêt. Ces évolutions ont également concerné le renforcement de la sécurité des machines.

Les éoliennes qui seront installées sur le site du projet bénéficieront des dernières technologies permettant de prévenir les dysfonctionnements et de limiter les risques d'incident ou d'accident.

De plus, les fabricants d'éoliennes ont mis en place une procédure de suivi des incidents et accidents survenant sur leurs machines avec analyse des causes, ce qui permet une amélioration constante de la sécurité des parcs éoliens. L'analyse du retour d'expérience par les fabricants est à l'origine de la généralisation de procédure de sécurité et de nombreuses innovations permettant de réduire la probabilité d'accident ou de prévenir les dangers.

Tableau 9 : Synthèse de l'acceptabilité et des mesures de maîtrise des risques envisagés

Scenario	Eolienne	Acceptabilité	Risque par rapport aux enjeux	Mesures de maîtrise des risques envisagés
Effondrement de l'éolienne	E1	Acceptable	Enjeux présents : Zone agricole + boisement + chemin d'exploitation	Respect intégral des dispositions de la norme IEC 61 400-1 ; Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages ;
	E2	Acceptable	Les enjeux humains présents dans l'environnement de l'installation présentent un risque très faible (0,707 équivalent personnes permanentes pour E1 et 0,973 pour E2).	Système de détection des survitesses et système redondant de freinage ; Système de détection des vents forts et système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique.
Chute de glace	E1 et E2	Acceptable	Enjeux présents : E1 : Zone agricole + chemin d'exploitation E2 : Zone agricole + boisement + chemin d'exploitation	Un panneau informant le public des risques de chute de glace et d'éléments de l'éolienne (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ces phénomènes. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site.
Chute d'éléments de l'éolienne	E1 et E2	Acceptable	Enjeux présents : E1 : Zone agricole + chemin d'exploitation E2 : Zone agricole + boisement + chemin d'exploitation	Les enjeux humains présents dans l'environnement de l'installation présentent un risque faible (0,102 équivalent personnes permanentes pour E1 et E2).

Projection de pale ou fragments de pale	E1 et E2	Acceptable	Enjeux présents : E1 : Zone agricole + boisement + chemin d'exploitation + route communale + route départementale D 20 + bâtiment agricole situé à 460 m E2 : Zone agricole + boisement + chemin d'exploitation + route communale + route départementale D 20 + 2 bâtiments agricoles (et une partie d'un autre bâtiment) dont le plus proche est situé à 430 m	Dispositions de la norme IEC 61 400-1 ; Dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre ; Système de détection des survitesses et système redondant de freinage ; Système de détection des vents forts et système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique ; Utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.).
Projection de glace	E1 et E2	Acceptable	Enjeux présents : E1 : Zone agricole + boisement + chemin d'exploitation + route départementale D 20 E2 : Zone agricole + boisement + chemin d'exploitation + route communale + route départementale D 20	Les enjeux humains présents dans l'environnement de l'installation présentent un risque faible (17,854 équivalent personnes permanentes pour E1 et E2). L'éolienne retenue sera équipée d'un dispositif permettant de détecter ou déduire la présence de givre sur les pales et d'arrêter la machine ou d'éviter sa mise en fonctionnement après une période d'arrêt. Des panneaux type "Attention, chute de glace" seront mis en place sur le chemin d'accès de chaque éolienne pour prévenir du danger.

8 - APPROBATION DU PROJET D'OUVRAGE DE LA LIGNE ELECTRIQUE SOUTERRAINE ET DU POSTE DE LIVRAISON

La demande d'approbation du projet d'ouvrage de la ligne électrique souterraine et du poste de livraison, conformément à l'article R.323-40 du Code de l'Energie, a été effectuée. Celle-ci est présente dans l'étude de dangers.