



Projet éolien citoyen de Plessé (44)

PLESSEOLE
Octobre 2023

Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

Sous-dossier 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers

Préambule à la lecture du résumé non technique de l'étude de dangers

PLESSEOLE a initié un projet éolien sur la commune de Plessé dans le département de Loire-Atlantique (44).

L'étude de dangers précise les risques auxquels un ouvrage peut exposer la population, directement ou indirectement en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'ouvrage. Elle repose sur une démarche d'analyse des risques qui doit s'appuyer sur une description suffisante de l'ouvrage, de son environnement immédiat et éloigné, concerné par les causes ou les conséquences des accidents potentiels.

Citation recommandée	Biotope, 2023, Projet éolien citoyen de Plessé (44), Sous-dossier 5-2 : Résumé non technique de l'étude de dangers. PLESSEOLE. 27 p.	
Version/Indice	V5	
Date	20/09/2023	
Nom de fichier	44_PLESSEOLE_EOL_PLESSE_5_2_RNT_EDD_V5.docx	
Maître d'ouvrage	SAS Plesseole Chez TERRITOIRE ENERGIE 44 Bâtiment F - Rue Roland Garros 44700 Orvault	
Interlocuteur	M. Anaël CHRETIEN	Mail : anael.chretien@eo-coop.fr Téléphone : 06.95.70.50.78
Mandataire	BIOTOPE Agence Pays de la Loire	18 rue Paul Ramadier – 44200 NANTES paysdelaloire@biotope.fr
Biotope, Responsable du projet	Guillaume LEFRERE	Mail : gfrere@biotope.fr Téléphone : 02 40 05 32 30
Biotope, Rédacteur	Marie GUINTARD	Mail : mquintard@biotope.fr Téléphone : 02 40 05 32 39
Biotope, Responsable de qualité	Delphine GONCALVES	Mail : dgoncalves@biotope.fr Téléphone : 04.67.18.67.78
Date du contrôle qualité	13/06/2022	

Sommaire

1 Pourquoi une étude de dangers ?	4
1 Objet de l'étude de danger	5
2 Contexte législatif et réglementaire	5
3 Nomenclature ICPE	5
2 Environnement de l'installation	6
1 Localisation du projet	7
2 Aire d'étude	7
3 Environnement de l'installation	8
3.1 Environnement humain	8
3.2 Environnement naturel	8
3.3 Environnement matériel	8
3 Description de l'installation	10
1 Caractéristiques générales du parc éolien	11
2 Fonctionnement de l'installation	14
3 Fonctionnement des réseaux de l'installation	15
4 Potentiels de danger de l'installation et réduction des risques à la source et interventions	16
1 Potentiels de danger	17
2 Réduction des risques à la source, moyens d'intervention et limitation des conséquences	17
3 Analyse préliminaire des risques (APR)	17
5 Etude détaillée des risques	19
1 Rappel méthodologique	20
1.1 La cinétique	20
1.2 L'intensité	20
1.3 Gravité	20
1.4 Probabilité	21
1.5 Niveau de risques et acceptabilité	22
2 Synthèse de l'étude détaillée des risques	22
3 Conclusion	23

Liste des tableaux

Tableau 1 : Rubrique de la nomenclature ICPE – Projet de Plessé	5
Tableau 2: Liste des parcelles cadastrales et localisation des aérogénérateurs et du poste de livraison	7
Tableau 3: Synthèse des risques naturels au droit de l'aire d'étude.	8
Tableau 4 : Caractéristiques des éoliennes équipant le parc	11
Tableau 5 : Coordonnées géographiques des différents éléments du parc	11
Tableau 6 : Description des différents éléments constitutifs de l'installation	14
Tableau 7: Scénarios exclus	17
Tableau 8 : Degré d'exposition	20
Tableau 9: Echelle de gravité des conséquences sur l'Homme.	21
Tableau 10 : Echelle de gravité des conséquences sur l'Environnement	21
Tableau 11 : Matrice d'acceptabilité du risque.	22
Tableau 12 : Synthèse des scénarios étudiés.	22
Tableau 13 : Matrice d'acceptabilité du risque.	22

Tables des cartes

Carte 1 : Aires d'étude	7
Carte 2 : Plan de situation du projet	7
Carte 3 : Carte de synthèse des enjeux	9
Carte 4 : Plan de masse du projet	12
Carte 5 : Plan masse du projet - Focus sur les éoliennes	13
Carte 6 : Synthèse des zones d'effet des différents dangers	24
Carte 7 : Synthèse de l'étude détaillée des risques - E1	25
Carte 8 : Synthèse de l'étude détaillée des risques - E2	25
Carte 9 : Synthèse de l'étude détaillée des risques - E3	26

1

Pourquoi une étude de dangers ?



1 Pourquoi une étude de dangers ?

1 Objet de l'étude de danger

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

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc éolien citoyen de Plessé. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien citoyen de Plessé, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

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

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

La présente étude est élaborée en suivant les préconisations du guide technique pour l'élaboration de l'étude de danger dans le cadre des parcs éoliens (INERIS, mai 2012).

2 Contexte législatif et réglementaire

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'environnement relative aux installations classées. Selon l'article L. 181-25, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article R. 181-15-2 III° du Code de l'environnement :

- La description et la caractérisation de l'Environnement et du voisinage
- La description des installations et de leur fonctionnement
- L'identification et la caractérisation des potentiels de danger

- L'estimation des conséquences de la concrétisation des dangers
- La réduction des potentiels de danger
- Les enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs)
- L'analyse préliminaire des risques
- L'étude détaillée de réduction des risques
- La quantification et hiérarchisation des différents scénarios en termes de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection
- La représentation cartographique
- Le résumé non-technique

3 Nomenclature ICPE

Conformément à l'annexe de l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n° 2019-1096 du 28/10/19, les parcs éoliens sont soumis à la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées :

Tableau 1 : Rubrique de la nomenclature ICPE – Projet de Plessé

Rubrique	Désignation de l'activité	Régime	Rayon d'affichage	Caractéristiques de l'installation
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs 1. Comportant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.	A	6 km	3 éoliennes d'une hauteur maximum de 180 m (mât d'une hauteur maximum de 120 m)

Le parc éolien citoyen de Plessé comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

2

Environnement de l'installation



2 Environnement de l'installation

1 Localisation du projet

Le projet du parc éolien citoyen de Plessé est localisé sur la commune de Plessé, à environ 19 km au sud-est de Redon dans le département de Loire-Atlantique (44) en région Pays de la Loire. Le site du projet est situé à environ 5 km au nord-ouest du centre du bourg, et s'insère dans une matrice agricole parsemée de haies et d'espaces boisés. Le parc de Plessé comportera 3 aérogénérateurs. Les éoliennes seront implantées sur les parcelles cadastrales suivantes, aux coordonnées géographiques des aérogénérateurs suivantes :

Tableau 2: Liste des parcelles cadastrales et localisation des aérogénérateurs et du poste de livraison

Eolienne	Coordonnées Lambert 93		Section	Parcelle d'implantation/survolée
	X	Y		
E1	330840	6732322	AE	47/44
E2	331392	6732828	ZD	2
E3	331473	6732088	ZD	32
Poste de livraison	330912	6732127	AE	44

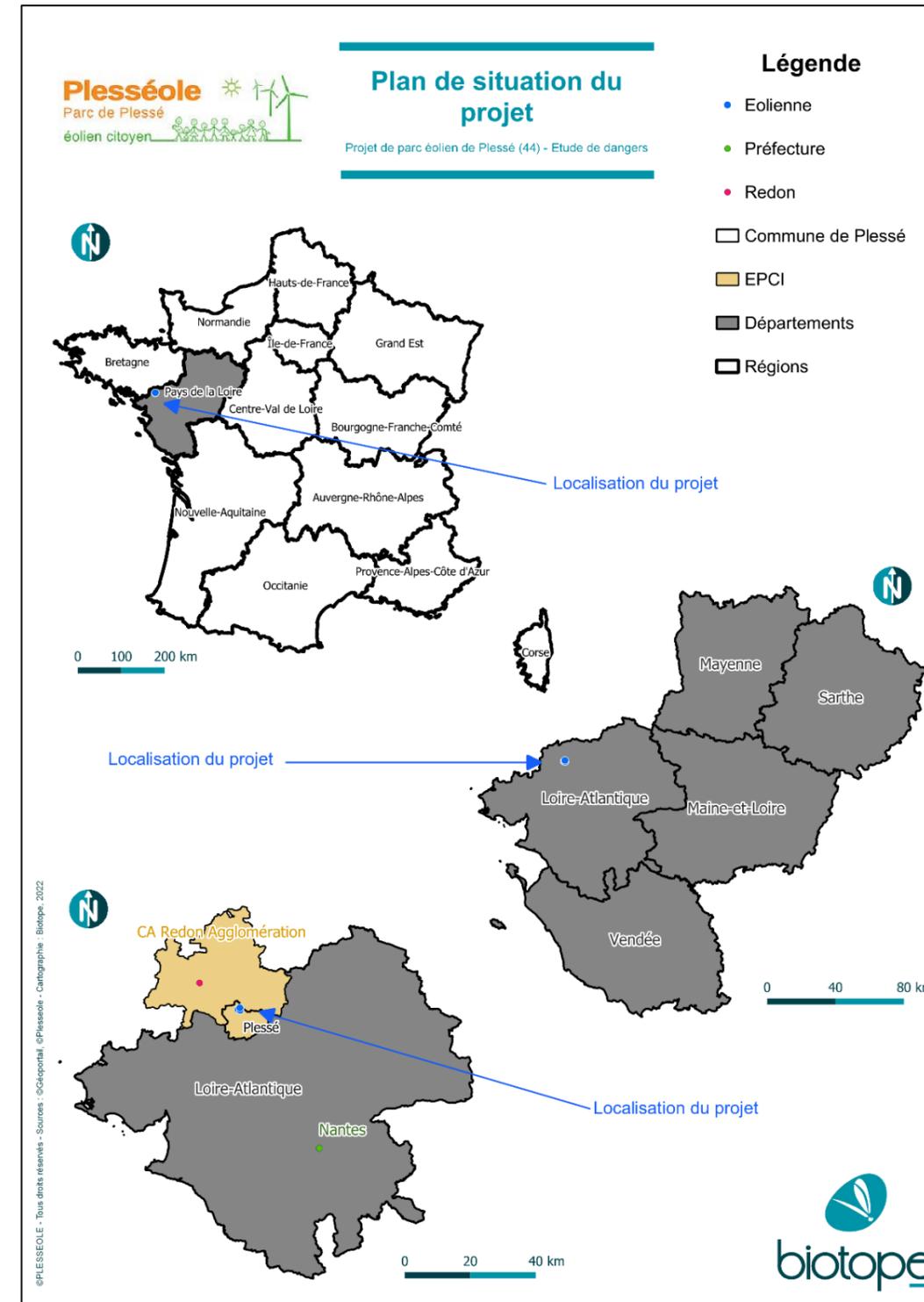
2 Aire d'étude

Compte-tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection.

La zone d'étude se situe majoritairement sur la commune de Plessé et partiellement sur la commune de Guémené-Penfao pour l'éolienne la plus au nord. Cette zone d'étude concerne les éoliennes mais aussi le poste de livraison.

Carte 1 : Aires d'étude



Carte 2 : Plan de situation du projet

2 Environnement de l'installation

3 Environnement de l'installation

3.1 Environnement humain

L'habitat sur ces deux communes est essentiellement regroupé au niveau des bourgs de Plessé (à 5 km au sud-est de l'éolienne E3 la plus proche) et de Guémené-Penfao (à 7 km au nord-est de l'éolienne E2 la plus proche). La présence de quelques rares habitations isolées et de nombreux hameaux est également à noter. Les habitations isolées les plus proches se trouvent à plus de 500 mètres des trois éoliennes.

Aucune installation classée ne situe directement dans la zone de projet, ni aucun équipements de loisirs ou de tourisme. Sur l'aire d'étude, il n'existe pas d'activité nécessitant la présence permanente d'un ou plusieurs usagers, tout au long de l'année. L'aire d'étude est toutefois ponctuellement fréquentée par les promeneurs, les agriculteurs et les chasseurs.

3.2 Environnement naturel

Avec sa façade océanique orientée vers l'Ouest et un relief peu accentué, le climat de la Loire-Atlantique est de type tempéré océanique, humide, doux et peu changeant d'une localité à l'autre du département. Le nombre de jours de gel est faiblement important et la neige est rare. Le risque de foudre est faible.

Le modèle météorologique AROME utilisé par ETD, le bureau d'études en charge de l'étude vent sur le projet éolien de Plessé, confirme que les vents sud-ouest sont dominants sur Plessé. Ces vents dominants sont également confirmés par l'historique de la station Météo France de la Noé Blanche en Ile-et-Vilaine. Les données récoltées sur la station Météo France de la Noé Blanche entre 2000 et 2008 montrent que la vitesse moyenne du vent est de 4,14 mètres par seconde. Le nombre de jours avec vents forts est relativement peu important entre 2000 et 2008 sur la station de la Noé Blanche en Ile et Vilaine avec des vents ne dépassant pas 18 m/s à une fréquence très peu élevée (2 jours durant lesquels le vent a été enregistré à 18 m/s).

L'aire d'étude est soumise à six risques naturels majeurs : inondation, radon, séisme, feu de forêt, tempête et mouvement de terrain.

Tableau 3: Synthèse des risques naturels au droit de l'aire d'étude.

Type de risque	Risque	Commune concernée	Situation	Plan Particulier ou de Prévention s'appliquant	Niveau de risque au sein de l'aire d'étude
Risques naturels	Inondation	Plessé	Lié à la présence de la Vilaine, du Don et de l'Isac à plus de 5 km de l'aire d'étude	Atlas des Zones Inondables (AZI) du bassin versant des affluents de la Vilaine, la Chère, le Don et l'Isac, diffusé en novembre 2006 Plan de Prévention des Risques d'Inondations (PPRI) du bassin aval de la Vilaine, approuvé le 3 juillet 2002	Non concernée (hors zones inondables et réglementées) Risque de remontée de nappes avec inondations de caves
	Radon		Commune concernée par un potentiel de radon	/	Concernée dans sa totalité
	Séisme		Commune concernée par un risque sismique faible.	Zonage national	Concernée dans sa totalité

	Feu de forêt		Le risque feux de forêt est faible sur l'aire d'étude	/	Petits boisements isolés au sein de l'aire d'étude
	Tempête		Commune soumise à un risque faible de tempête	/	Concernée dans sa totalité
	Mouvement de terrain		Absence de cavités souterraines. Aucun autre évènement recensé.	/	Aléa de retrait/gonflement des argiles faible

L'aire d'étude immédiate est concernée par la masse d'eau souterraine FRGG015 nommée « Vilaine », d'une superficie de 11 029 km². Le projet n'est pas localisé dans un périmètre de protection d'AEP.

L'inventaire communal des zones humides met en évidence des zones humides au sein de l'aire d'étude. De plus, l'étude des végétations et la réalisation de 45 sondages pédologiques dans le cadre de l'étude d'impact du projet ont permis d'identifier d'autres zones humides complémentaires au sein du site du projet. Toutefois, aucune des trois éoliennes ne sera située au sein d'une zone humide.

L'aire d'étude est concernée par la masse d'eau souterraine FRGG015 nommée « Vilaine », nappe de socle libre dans sa totalité. Cela signifie que des mouvements d'eau peuvent s'opérer directement entre cette masse d'eau et le sol (infiltration d'eau, remontée de nappe). L'aire d'étude est traversée par la masse d'eau superficielle FRGR1061 nommée « Le basse marée et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec l'Isac ». La masse d'eau FRGR1082 nommée « Les Forges et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec le Don », est située à moins d'un kilomètre au nord. Enfin, l'inventaire du SAGE Vilaine répertorie un affluent du Basse marée au sein de l'aire d'étude.

Plusieurs haies identifiées comme patrimoine paysager à protéger par le PLU de Plessé et un Espace Boisé Classé (EBC) sont présents au sein de l'aire d'étude.

3.3 Environnement matériel

L'autoroute la plus proche est l'A11, à plus de 41 km au sud de l'aire d'étude immédiate. La route nationale 137, reliant Rennes et Nantes, est située à environ 17 km à l'est de l'AEI. Cette dernière n'est pas traversée par des routes départementales. Les deux entités de l'aire d'étude immédiate sont toutefois localisées à proximité de la route départementale 131 qui relie Avessac à Plessé et la route départementale 35 qui relie Châteaubriant à Fégréac. Plusieurs voies communales et/ou chemins ruraux raccordés à la RD131 traverse l'aire d'étude.

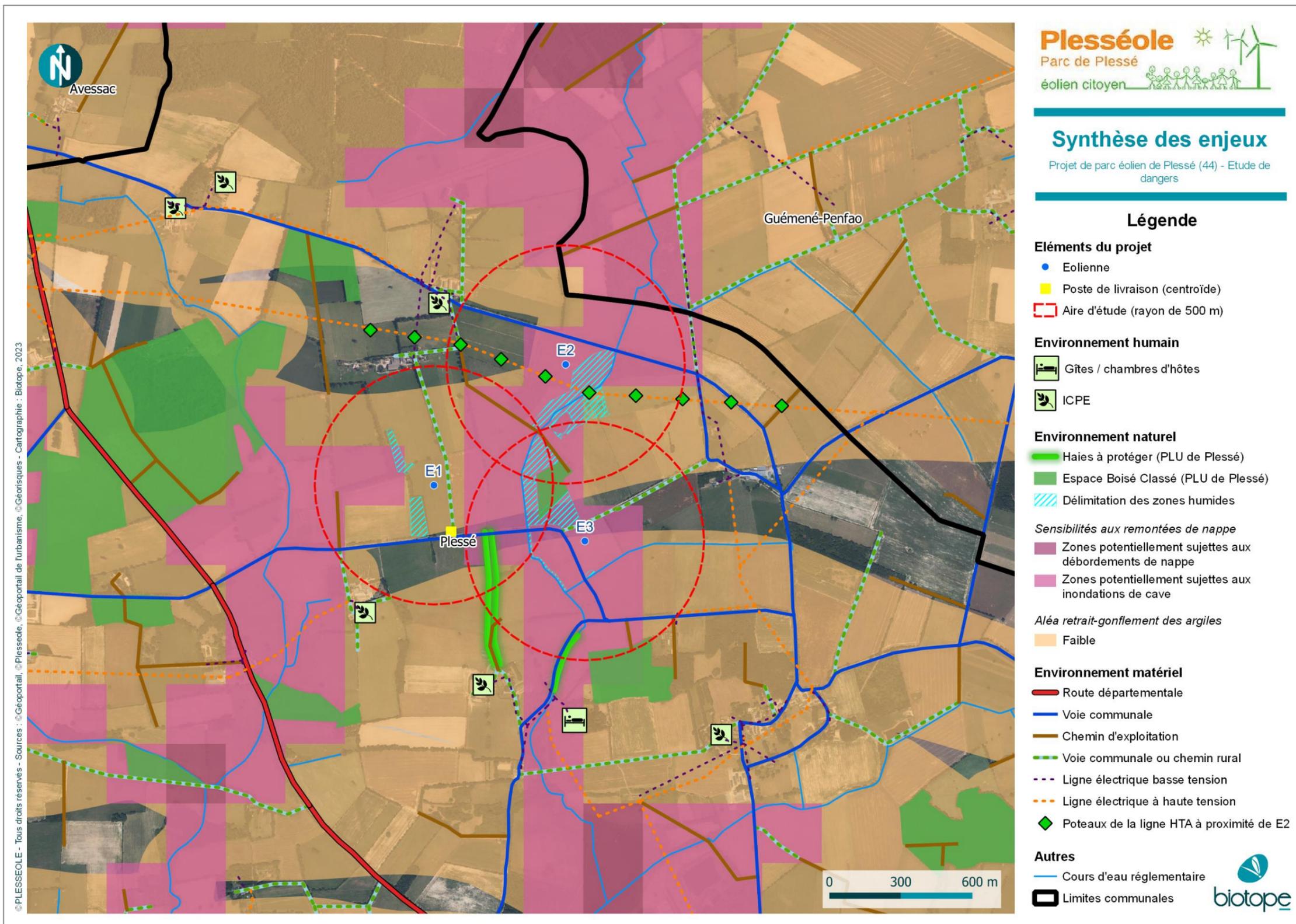
Aucun faisceau hertzien des différents opérateurs (téléphonie, internet, télévision), ni aucune servitude radioélectrique (PT1, PT2, PT2LH) ne traverse ni ne longe l'aire d'étude.

Elle se situe au-delà de la distance minimale d'éloignement (20 km) du radar de Treillières (radar de bande de fréquence C). Suite aux préconsultations auprès de l'armée, la zone de projet ne fait l'objet d'aucune prescription particulière. Toutefois, le projet doit faire l'objet d'une demande d'autorisation auprès du Ministère des Armées.

L'aire d'étude n'est concernée par aucune canalisation souterraine pour le transport de gaz haute pression (GRTgaz), ni par aucune canalisation d'eau (assainissement, eau potable), ni par aucune ligne électrique aérienne ou souterraine haute ou très haute tension (RTE). A noter toutefois que l'aire d'étude est localisée à proximité immédiate de lignes aériennes moyenne tension (HTA) ne faisant pas l'objet de servitude.

Par respect de la réglementation, l'aire d'étude ne comporte pas d'habitat indiquant une présence permanente de population humaine effective. L'aire d'étude a une fonction essentiellement agricole. Compte-tenu des enjeux en présence, l'estimation de personnes présentes en permanence est comprise entre 0,93 et 0,95 personnes.

2 Environnement de l'installation



Carte 3 : Carte de synthèse des enjeux

3

Description de l'installation



3 Description de l'installation

1 Caractéristiques générales du parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes. Dans le cadre de ce projet, il est constitué de :

- Trois éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage ». Les aérogénérateurs se composent ainsi de trois principaux éléments :
 - Le rotor : composé de trois pales construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
 - Le mât : composé généralement de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
 - La nacelle : elle abrite plusieurs éléments fonctionnels : le générateur qui transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique, le multiplicateur, le système de freinage mécanique, le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie, les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette), le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le poste de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien »)
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au poste de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe »). Le tracé de raccordement externe du parc éolien au réseau public d'électricité n'est pas acté à ce jour. Il ne pourra être connu qu'à l'issue de l'obtention de l'ensemble des autorisations administratives du projet. Cette partie des aménagements est gérée par Enedis.
- Un réseau de chemins d'accès.
- Éventuellement des éléments annexes type aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

De manière générale, plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens :

- La surface de chantier est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes. La fondation de l'éolienne est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.
- La zone de surplomb ou de survol correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport au centre de l'éolienne.
- La plateforme correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.

Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien. Les chemins sont soit créés, soit reprennent les cheminements existants. Une partie des accès sont temporairement aménagés pour la phase chantier.

Durant la phase de construction et de démantèlement, les engins empruntent ces chemins pour acheminer les éléments constitutifs des éoliennes et de leurs annexes. Durant la phase d'exploitation, les chemins sont utilisés par des véhicules légers (maintenance régulière) ou par des engins permettant d'importantes opérations de maintenance (ex : changement de pale).

L'activité principale du parc éolien citoyen de Plessé est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) supérieur à 50 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

Le parc éolien citoyen de Plessé est composé de 3 aérogénérateurs et d'un poste de livraison.

Le tableau ci-après indique les caractéristiques des différents éléments des éoliennes pouvant équiper le parc. Dans le cadre de la procédure de demande d'autorisation environnementale, afin de ne pas risquer de sous-évaluer les impacts, dangers et inconvénients de l'installation, les caractéristiques de l'éolienne choisie maximisent ces évaluations.

Tableau 4 : Caractéristiques des éoliennes équipant le parc

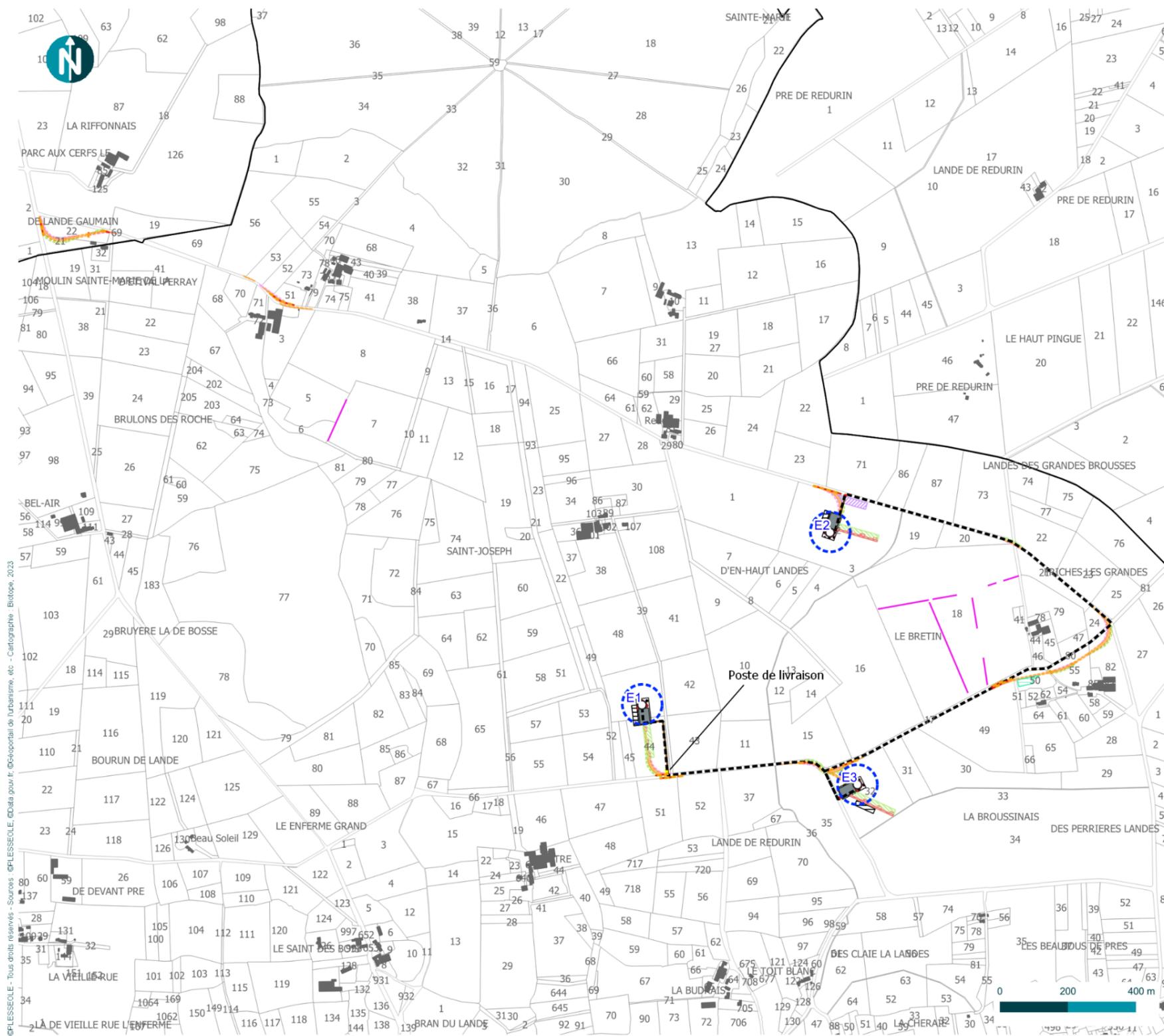
Hauteur totale	180 m
Diamètre rotor	116,8 m
Longueur de pale	57,3 m
Garde au sol minimale	61,6 m
Diamètre maximal de la base du mât	4,4 m
Diamètre maximal de la base de pale	2 m
Hauteur du moyeu	120 m
Hauteur du mât au sens ICPE	120 m
Puissance unitaire maximale	3,6 MW

Les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de livraison sont rappelées ci-après :

Tableau 5 : Coordonnées géographiques des différents éléments du parc

Élément du parc	Coordonnée X (Lambert 93)	Coordonnée Y (Lambert 93)	Coordonnée Z (m NGF)
E1	330840	6732322	40,2
E2	331392	6732828	39,8
E3	331473	6732088	36,8
Poste de livraison	330912	6732127	40,0

3 Description de l'installation



Plan masse du projet éolien citoyen de Plessé

Projet éolien citoyen sur la commune de Plessé (44)

Emprises permanentes

- Eolienne
- Survol du rotor
- Poste de livraison
- Plateforme
- Fondation
- Protection des fondations
- Accès permanent
- Câbles électriques inter-éoliennes

Emprises temporaires

- Virage - Balayage extérieur
- Balayage intérieur
- Virage et chemin d'accès temporaire (bande de roulement)
- Base-vie
- Espace dégagé pour la plateforme temporaire
- Espace dégagé pour l'assemblage de la flèche
- Parking temporaire (gravillonné)
- Plateforme de la grue auxiliaire et voie de circulation (gravillonné)
- Zone de stockage temporaire (gravillonné)

Haies

- Haies défrichées
- Haies replantées (in-situ)
- Haies compensées (ex-situ)

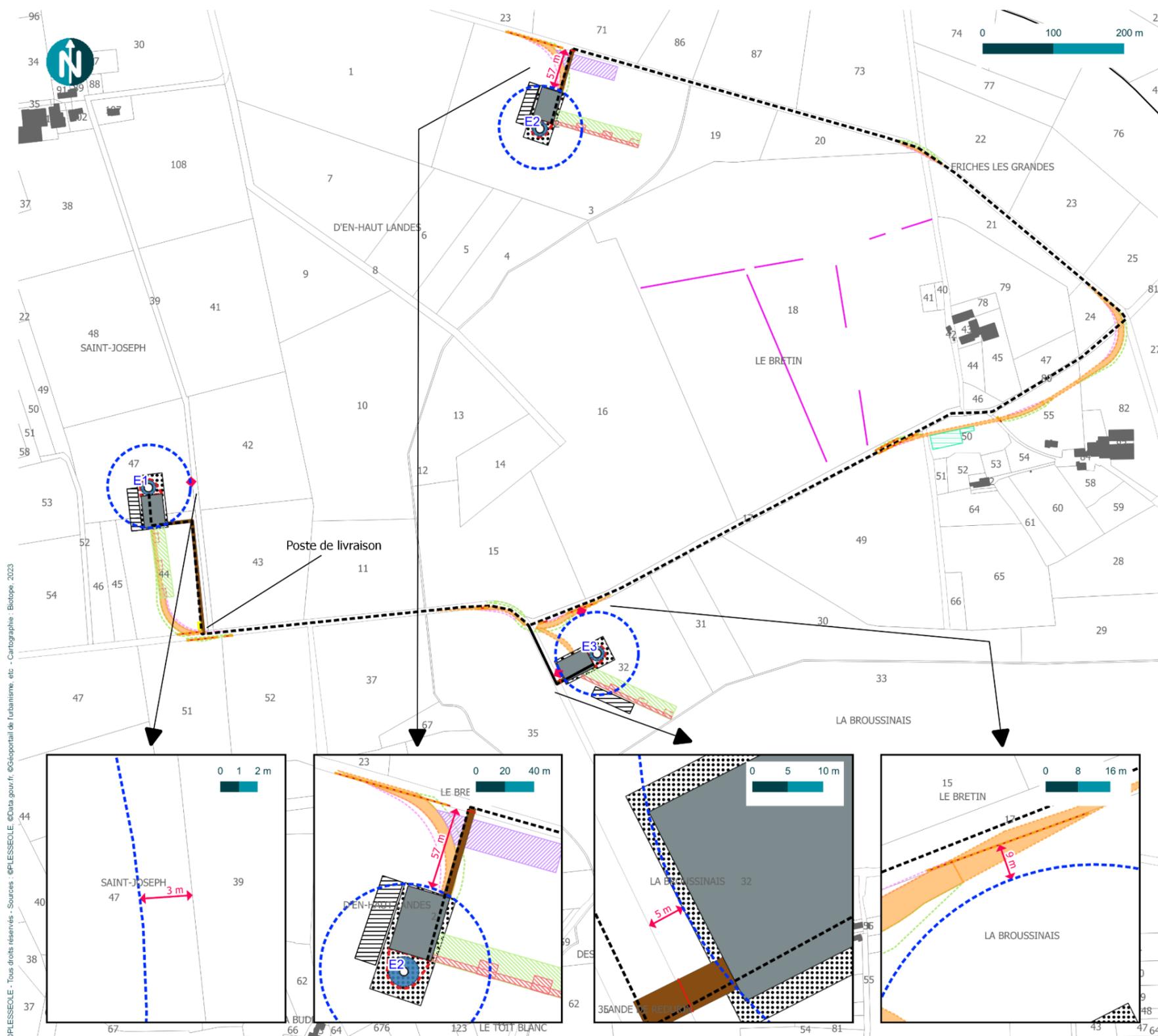
Cadastre et limites administratives

- Bâtiments
- Parcelles
- Limites communales



Carte 4 : Plan de masse du projet

3 Description de l'installation



Plan masse du projet éolien citoyen de Plessé - Focus sur les éoliennes

Projet éolien citoyen sur la commune de Plessé (44)

Emprises permanentes

- Eolienne
- Survol du rotor
- Poste de livraison
- Plateforme
- Fondation
- Protection des fondations
- Accès permanent
- Câbles électriques inter-éoliennes

Emprises temporaires

- Virage - Balayage extérieur
- Virage - Balayage intérieur
- Virage et chemin d'accès temporaire (bande de roulement)
- Base-vie
- Espace dégagé pour la plateforme temporaire
- Espace dégagé pour l'assemblage de la flèche
- Parking temporaire (gravillonné)
- Plateforme de la grue auxiliaire et voie de circulation (gravillonné)
- Zone de stockage temporaire (gravillonné)

Haies

- Haies défrichées
- Haies replantées (in-situ)
- Haies compensées (ex-situ)

Cadastre et limites administratives

- Bâtiments
- Parcelles
- Limites communales
- ↔ Distance aux voiries



Carte 5 : Plan masse du projet - Focus sur les éoliennes

3 Description de l'installation

2 Fonctionnement de l'installation

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 ». L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 660 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique inter-éolienne. Ce réseau est relié au réseau électrique public au niveau du poste de livraison.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), 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 et n'offrent plus de portance ;
- Le second par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

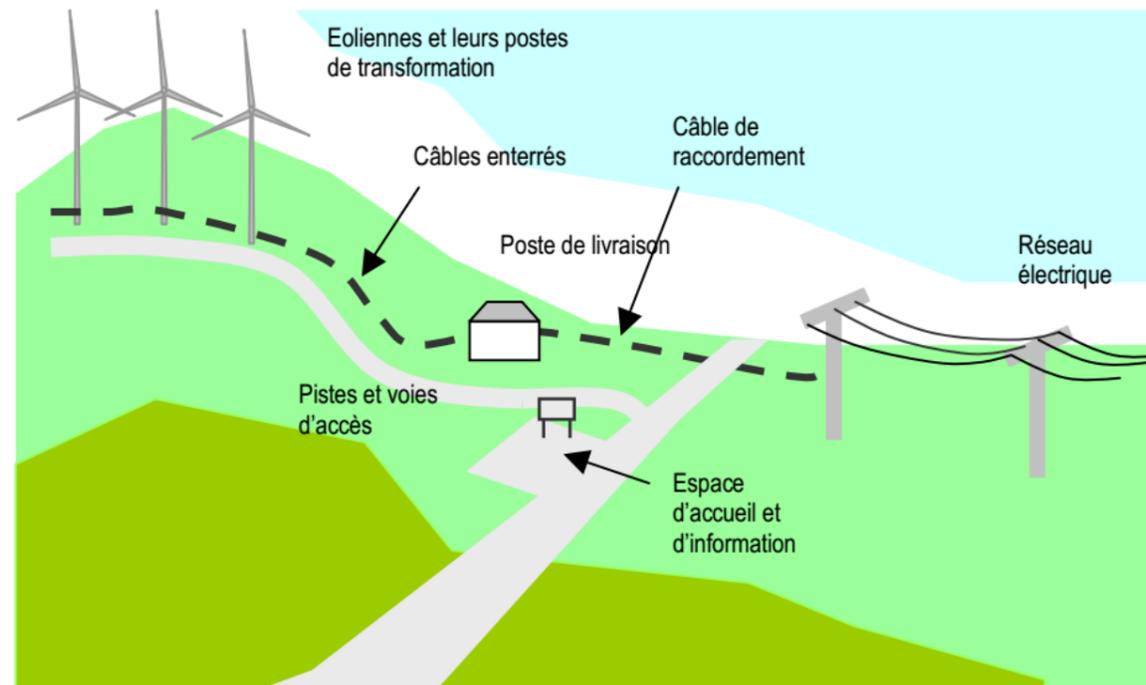


Figure 1. Schéma descriptif d'un parc éolien terrestre (rapports d'échelle non représentatifs) (Source : Ministère de l'environnement et du développement durable, Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens – Actualisation 2010)

Tableau 6 : Description des différents éléments constitutifs de l'installation

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	En béton armé (environ 500 à 700 m ³ de béton par fondation) Surface unitaire : environ 350 m ² (environ 21 m de diamètre)
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Hauteur du mât : 120 m (au sens ICPE) Diamètre max de la base du mât : 4,4 m Tubulaire en acier Nombre de sections : 5
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	Intégrée dans un carénage Abrite une unité de commande Puissance nominale max : 3,6 MW
Rotor/pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Constitué de 3 pales Longueur des pales : 57,3 m Vitesse de démarrage : 3 m/s (soit 10 km/h environ) Vent de coupure : 25 m/s (soit 90 km/h environ)
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Un par éolienne situé dans le mât des éoliennes Tension de 20 kV à la sortie
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Nombre : 1 Emplacement : environ 23 m ²

Concernant la réglementation européenne relative à la sécurité, les exigences essentielles sont fixées par la directive « Machines » n°2006/42/CE du 17 mai 2006. Selon la réglementation européenne, une éolienne mise sur le marché est soumise à une quadruple obligation :

- Satisfaire aux exigences essentielles de sécurité énoncées par la directive ;
- Disposer du marquage CE ;
- Disposer d'une « auto-certification » (procédure par laquelle le fabricant ou l'importateur déclare, sous sa responsabilité, que la machine soumise à ladite procédure est conforme aux règles techniques qui lui sont applicables) ;
- Enfin, le fabricant ou l'opérateur qui met une éolienne sur le marché doit tenir à la disposition des services de contrôle des États membres une documentation prouvant la conformité de la machine aux exigences essentielles de la directive.

Plus particulièrement, les exigences essentielles de sécurité de la réglementation européenne couvrent les risques d'effondrement et d'éjections d'objets susceptibles d'affecter le public et les biens des tiers. De plus, une éolienne doit également satisfaire aux exigences en matière de sécurité de la directive 73/23/CEE du 19 février 1973 relative aux équipements électriques ainsi que de la directive 89/336/CEE du 3 mai 1989 relative à la compatibilité électromagnétique.

En ce qui concerne la normalisation internationale, une norme relative aux aérogénérateurs a été établie par la CEI (Commission Electrotechnique Internationale – IEC en anglais). Ainsi, la solidité intrinsèque des éoliennes et leur adéquation aux conditions du site du projet sont assurées par la mise en place d'un référentiel de conception défini par la norme IEC 61400-1. Le porteur de projet s'assure que le constructeur fournisse des éoliennes dont toutes les parties sont conformes à cette norme et qu'il délivre un certificat de conformité à la norme IEC 61400-1 adapté aux conditions

3 Description de l'installation

de vent du site et réalisé suivant les règles et procédures de l'IEC WT 01. La fourniture des certificats est une condition de la réception définitive de l'installation. De la même façon, au niveau européen, une norme a été établie en tant que norme « harmonisée » afin de satisfaire aux exigences essentielles de sécurité de la réglementation « Machines ». Il s'agit de la norme EN 50308 (homologuée également en France sous la référence NFEN 50308), qui doit être prise en compte pour la conception, le fonctionnement et la maintenance des éoliennes.

La construction des fondations se base sur des études de sol précises réalisées par un bureau d'études géotechniques selon la norme NFP 94-500. D'autre part, le dimensionnement des fondations est effectué par un autre bureau spécialisé suivant les règles du fascicule 62 du cahier des clauses techniques générales (CCTG) « Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages en béton armé suivant la méthode des états limites ». Enfin, les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle est supérieure ou égale à 12 mètres sont soumises obligatoirement à un contrôle technique (article R 111-38 du Code de la construction et de l'habitation). Ce contrôle technique obligatoire porte sur la solidité des ouvrages de fondation et des éléments d'équipement qui font indissociablement corps avec ces ouvrages. Il est réalisé par des bureaux de contrôle agréés tels que Veritas, Apave, Dekra, Socotec, etc.

Il est important de noter que l'exploitation et la maintenance des éoliennes sont confiées à du personnel qualifié et formé régulièrement suivant les consignes préalablement définies dans les manuels rédigés par le constructeur lui-même.

Le porteur du projet s'engage à installer des éoliennes strictement conformes aux exigences énoncées plus haut. Dans le cas des éoliennes de 3,6 MW maximum, l'ensemble des certifications fournies par le constructeur garantit que chacun des composants de l'éolienne est conçu de manière à résister à des conditions bien plus extrêmes que celles qui sont observées sur le site d'implantation concerné par le présent projet.

Toutes les éoliennes N117/3600 sont équipées des dernières technologies en matière de sécurité :

- Système de balisage ;
- Système de sécurité en cas de tempête ;
- Système de sécurité contre la foudre ;
- Système de sécurité contre le gel ;
- Système de sécurité contre les incendies ;
- Système de freinage ;
- Système d'arrêt d'urgence ;
- Certification de conformité aux normes européennes ;
- Vérification de stabilité des ouvrages.

La localisation exacte des emplacements du poste de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée. Pour les 3 machines du parc éolien, 1 poste de livraison sera installé et comprendra :

- Un compteur électrique
- Des cellules de protection
- Des sectionneurs
- Des filtres électriques.

Le réseau électrique externe relie le poste de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement Enedis, ou RTE – Réseau de transport d'électricité). Il est lui aussi entièrement enterré.

Les conditions de raccordement depuis le poste de livraison vers le réseau électrique existant seront conformes au décret n°2008-386 du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'installations de production aux réseaux publics d'électricité, complété par deux arrêtés d'application de même date (publiés au Journal Officiel du 25 avril 2008). Sauf dispositions électrotechniques spécifiques, les conditions de raccordement vers le réseau électrique existant seront conformes à l'arrêté du 3 juin 1998 relatif aux conditions de raccordement au réseau public HTA des installations de production autonome d'énergie électrique de puissance installée supérieure à 1 MW. Cet arrêté a pour objectif d'éviter toute perturbation sensible sur le réseau Enedis local de type harmonique, flickers (pouvant entraîner des variations rapides de tension chez les clients voisins) ou encore perturbation du signal 175 Hz (par exemple).

Le parc éolien ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

La production des éoliennes est fournie en 660 Volts, tension relevée en 20KVA par un transformateur intégré ou non dans le mât tubulaire ou la nacelle. Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm. Une ligne enterrée relie chaque éolienne au poste électrique général de livraison. Les raccordements sont en totalité réalisés au moyen de câbles normalisés enfouis.

Des câbles de télécommunication sont également nécessaires pour l'exploitation et la télésurveillance du parc éolien.

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

4

Potentiels de danger de l'installation et réduction des risques à la source et interventions



4 Potentiels de danger de l'installation et réduction des risques à la source et interventions

1 Potentiels de danger

En phase exploitation, les principaux dangers des équipements constituant le parc éolien sont :

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

Les quantités de substances ou produits chimiques nécessaires au fonctionnement de 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.

2 Réduction des risques à la source, moyens d'intervention et limitation des conséquences

Suite à une première analyse, le site a été retenu car il offre de nombreux avantages pour l'implantation d'éoliennes (cf. chapitre « Raison du choix » de l'étude d'impact) et notamment :

- Absence de zonages réglementaires de protection des milieux naturels ou des paysages ;
- Faible densité habitat et éloignement des routes départementales ;
- Pas de concurrence avec les usages : l'exploitation agricole peut se poursuivre ;
- Evitement des milieux présentant un enjeu comme les zones humides, cours d'eau, boisements ;
- Adaptation de la conception des machines pour les risques et réglementations en vigueur ;
- Prise en compte de l'aspect paysager dans les choix d'implantation et de hauteur notamment par rapport à la co-visibilité.

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 au travail en hauteur ;
- 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 de son exploitation, 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. A l'occasion des maintenances bi-annuelles, des contrôles complémentaires seront réalisés tels que :

- La vérification de l'absence de dommage visible pouvant affecter la sécurité,
- Le contrôle des principaux éléments mécaniques et électriques,
- Le contrôle des organes de sécurité (capteur vent, balisage, freinage...).

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 et 7j/7.

Les personnels de maintenance sont informés 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, etc), l'information est immédiate afin que l'intervention se fasse le plus rapidement possible.

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.

3 Analyse préliminaire des risques (APR)

L'analyse préliminaire des risques a été réalisée conformément au guide de l'étude de danger de l'INERIS. Elle est basée sur les retours d'expérience de près de 30 ans concernant l'activité éolienne. L'analyse des retours d'expérience vise ainsi 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.

L'analyse du retour d'expérience permet de dégager de grandes tendances et les principaux événements redoutés (effondrements, ruptures de pales, chutes de pales et d'éléments de l'éolienne, Incendie engendrant la chutes d'éléments) mais à une échelle détaillée, elle comporte de nombreuses incertitudes.

Elle a mis également en évidence trois catégories de scénarios qui sont, a priori, exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Tableau 7: Scénarios exclus

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'arrêt 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.

4 Potentiels de danger de l'installation et réduction des risques à la source et interventions

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)
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.

Elle fait également ressortir cinq catégories de scénarios étudiées qui doivent faire l'objet d'une évaluation détaillée des risques :

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

Concernant les 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 ». De plus, le guide de l'étude de dangers des parcs éoliens propose de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres. Aucune installation ICPE n'est présente dans ce rayon, c'est pourquoi, il serait normalement proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

Or, dans le cadre du projet éolien citoyen de Plessé, l'éolienne E2 est localisée à 75 m d'une ligne HTA. Bien qu'aucune servitude ne lui soit grevée et que l'implantation de cette éolienne respecte les préconisations de RTE en termes de distance au réseau électrique, cette dernière est inférieure à la hauteur totale de l'éolienne. Cela signifie qu'en cas d'accident, la ligne électrique pourrait être impactée. En cas de section ou de chute de la ligne, les principaux risques sont l'électrisation voire l'électrocution des personnes présentes sur site (habitants, agriculteurs, professionnelles en intervention sur la ligne, etc), ainsi qu'une coupure d'électricité dans les environs. Ainsi, ces effets dominos sont abordés pour chacun de ces scénarios dans l'étude détaillée des risques. Toutefois, au regard de la très faible probabilité d'apparition de l'effet domino et de l'absence d'accidents similaires répertoriés en France dans l'analyse des retours d'expérience, l'analyse de ces effets sera uniquement qualitative.

5

Etude détaillée des risques



5 Etude 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.

L'étude de dangers présente les résultats pour un type de turbines ayant les caractéristiques suivantes :

- Hauteur du mât : 120 m,
- Longueur des pales : 57,3 m,
- Largeur moyenne du mât : 4,3 m,
- Largeur de la pale à la base : 2,4 m.

1 Rappel méthodologique

Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux sont précisées dans l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005. Cet arrêté ne prévoit de détermination de l'intensité et de la gravité que pour les effets de surpression, de rayonnement thermique et de toxique.

Cet arrêté est complété par la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003. Cette circulaire précise en son point 1.2.2 qu'à l'exception de certains explosifs pour lesquels les effets de projection présentent un comportement caractéristique à faible distance, les projections et chutes liées à des ruptures ou fragmentations ne sont pas modélisées en intensité et en gravité dans les études de dangers.

Force est néanmoins de constater que ce sont les seuls phénomènes dangereux susceptibles de se produire sur des éoliennes. Afin de pouvoir présenter des éléments au sein de cette étude de dangers, il est proposé de recourir à la méthode ad hoc préconisée par le guide technique nationale relatif à l'étude de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

Cette première partie de l'étude détaillée des risques consiste donc à rappeler les définitions de chacun de ces paramètres, en lien avec les références réglementaires correspondantes.

1.1 La 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.

1.2 L'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).

Or, 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. 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.

Tableau 8 : Degré d'exposition

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.

1.3 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.

5 Etude détaillée des risques

L'échelle de gravité des conséquences sur l'homme définie dans l'arrêté PCIG du 29 septembre 2005 est la suivante :

Tableau 9: Echelle de gravité des conséquences sur l'Homme.

Niveau de gravité	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
H5. Désastreux	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
H4. Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
H3. Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
H2. Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
H1. Modéré	Pas de zone de létalité hors établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

1.4 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 :

Tableau 10 : Echelle de gravité des conséquences sur l'Environnement

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.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
C	Improbable : Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
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, il est à noter 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 :

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

PERC = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

P_{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)

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_{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 (*PERC*) a été retenue.

5 Etude détaillée des risques

1.5 Niveau de risques et acceptabilité

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

Tableau 11 : Matrice d'acceptabilité du risque.

Gravité des conséquences	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Orange	Orange	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Orange	Orange	Orange	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Vert	Orange	Orange	Rouge
Modéré	Vert	Vert	Vert	Vert	Orange

Légende de la matrice :

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

2 Synthèse de l'étude détaillée des risques

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

Tableau 12 : Synthèse des scénarios étudiés.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Scénario 1 : Effondrement de l'éolienne	180 m	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée	Acceptable
Scénario 2 : Chute de glace	57,3 m	Rapide	Exposition modérée	A sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modérée	Acceptable
Scénario 3 : Chute d'élément de l'éolienne	57,3 m	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée	Acceptable
Scénario 4 : Projection de pales ou fragments de pales	500 m	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée	Acceptable
Scénario 5 : Projection de glace	355,2 m	Rapide	Exposition modérée	B sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modérée	Acceptable

Pour conclure à l'acceptabilité, les différents scénarios sont placés sur la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 :

Tableau 13 : Matrice d'acceptabilité du risque.

Gravité des conséquences	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Orange	Orange	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Orange	Orange	Orange	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Vert	Orange	Orange	Rouge
Modéré	Vert	1 et 4	3	5	2

5 Etude détaillée des risques

Légende de la matrice :

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

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 qu'ils présentent un niveau acceptable.

Enfin, au regard de la faible distance séparant l'éolienne E2 et une ligne HTA (75 m environ), plusieurs scénarios d'effets dominos ont été étudiés : section de la ligne électrique et chute des poteaux qui la maintiennent, à cause de l'effondrement de l'éolienne, de projection de pales ou fragments de pales, ou de projection de glace. Le niveau de risque potentiels sont jugés acceptables au regard de la faible probabilité d'apparition de ces accidents potentiels.

La carte de synthèse ci-après présente les zones d'effets les plus importants pour les cinq phénomènes étudiés :

- Effondrement de l'éolienne (scénario 1)
- Chute de glace (scénario 2)
- Chute d'élément de l'éolienne (scénario 3)
- Projection de pales ou fragments de pales (scénario 4)
- Projection de glace (scénario 5)

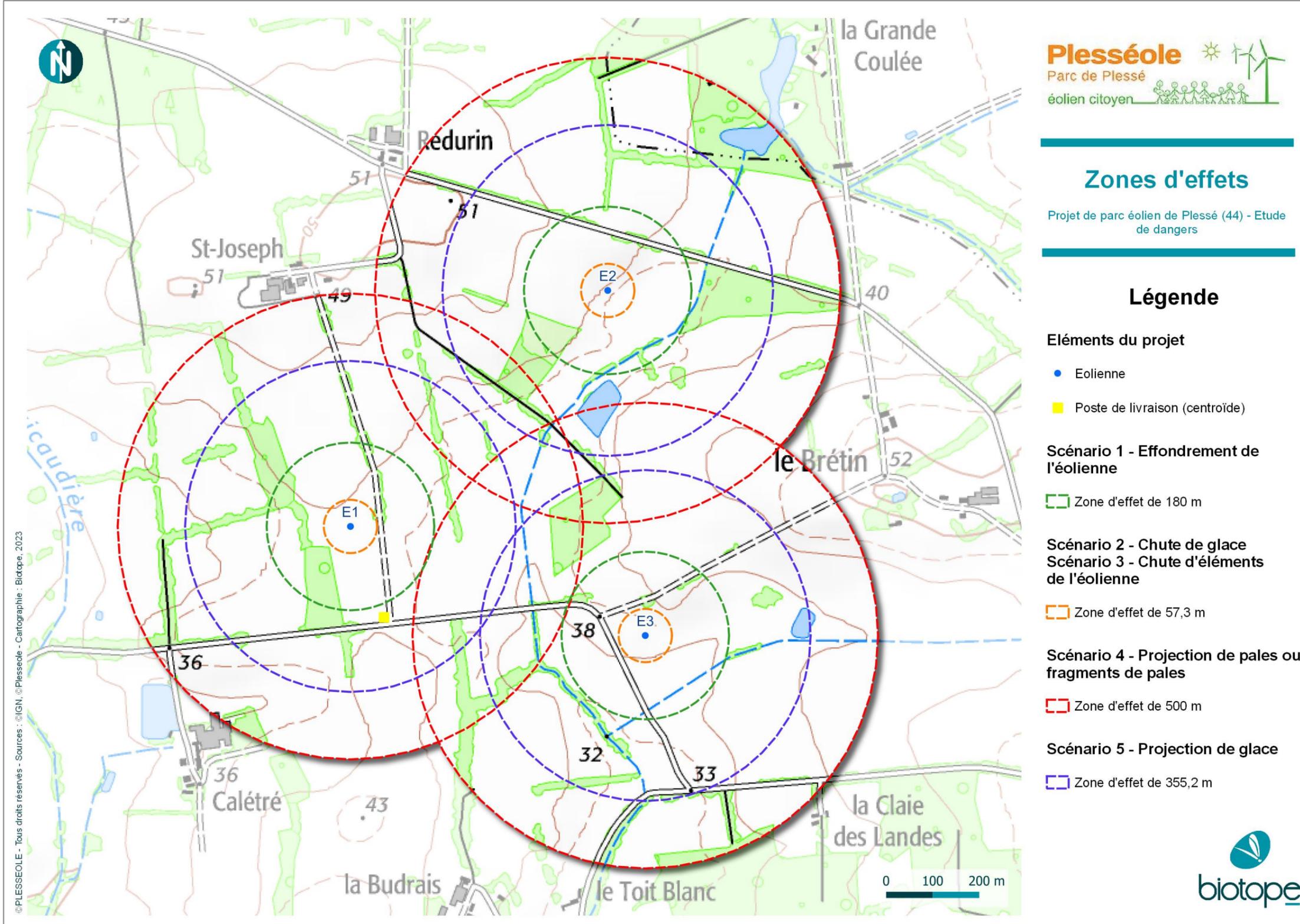
3 Conclusion

L'étude de dangers a permis de mettre en évidence les dangers que peuvent 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, etc). 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.

L'analyse préliminaire des risques et l'analyse détaillée des risques a mis en évidence que le projet de parc éolien citoyen de Plessé présentait un risque très faible à faible selon les dangers. Conformément à la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010, le niveau de risque est acceptable sur l'ensemble du parc.

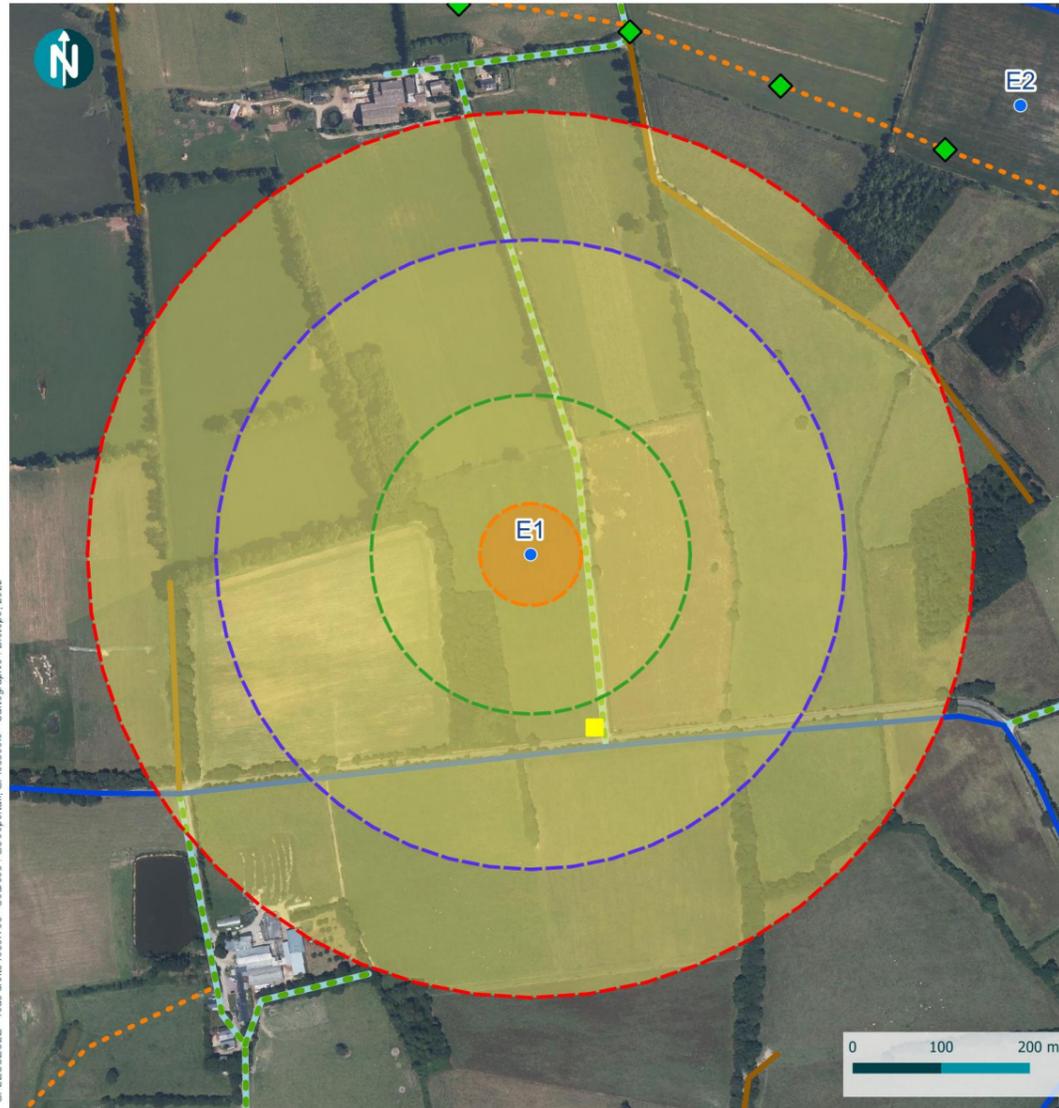
A noter que l'industrie éolienne a connu ces dernières années un fort développement qui a permis d'améliorer les technologies mises en œuvre pour tirer le meilleur parti de la puissance du vent. En parallèle, les constructeurs ont également travaillé sur les dispositifs permettant de limiter les dysfonctionnements 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'accident ou d'incident. 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.

5 Etude détaillée des risques



Carte 6 : Synthèse des zones d'effet des différents dangers

5 Etude détaillée des risques



Plesséole
Parc de Plessé
éolien citoyen

**Synthèse de l'étude
détaillée des risques
E1**

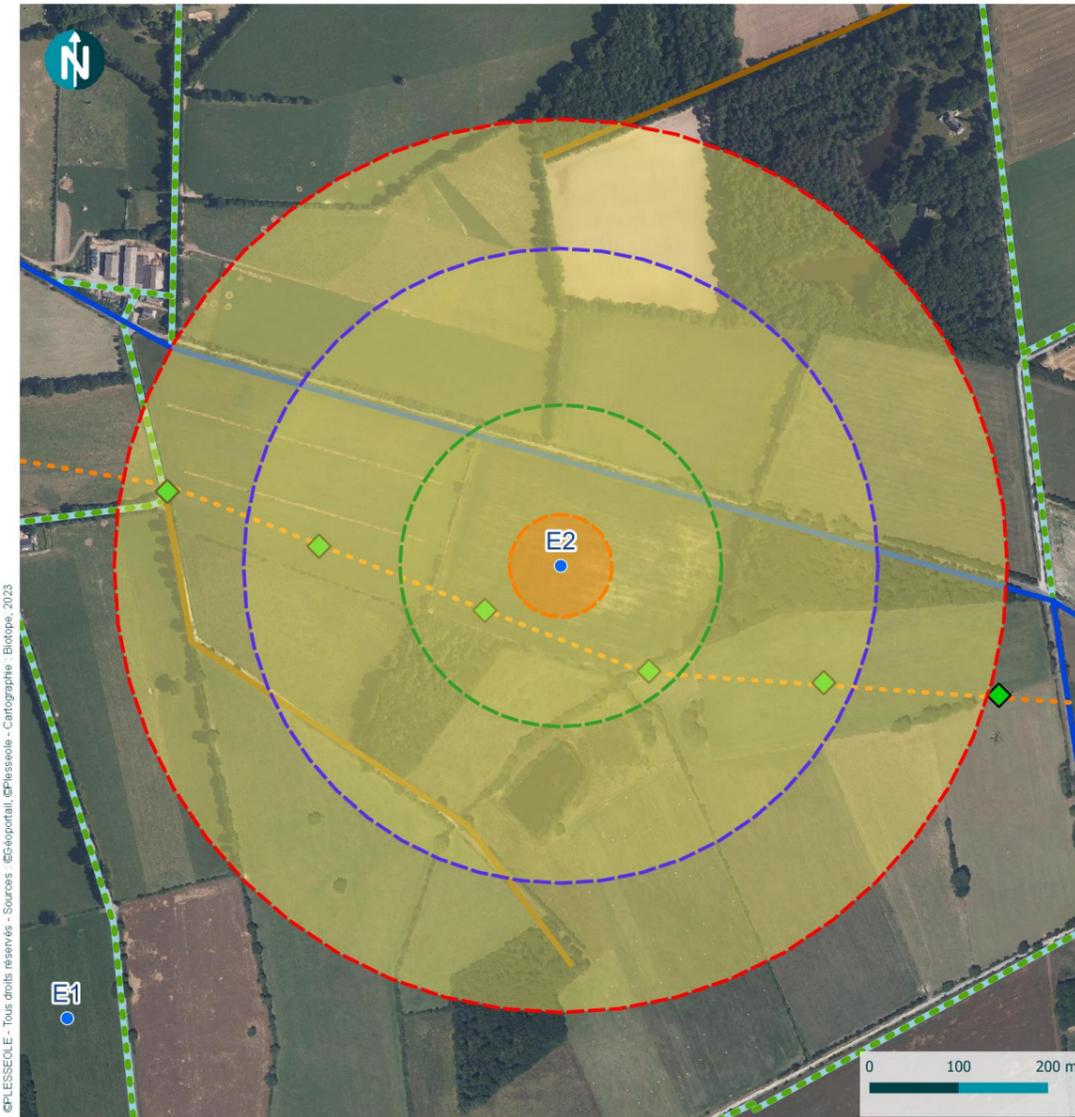
Projet de parc éolien de Plessé (44) - Etude de dangers



Légende

- Eolienne
- Poste de livraison (centroïde)
- Chemin d'exploitation
- Voie communale ou chemin rural
- Voie communale
- Ligne HTA (Enedis)
- ◆ Poteaux de la ligne HTA
- Chute de glace ou d'éléments (ZE=57,3 m) - < 1 personne exposée
- Chute de glace : Intensité modérée ; Risque faible -> Acceptable
- Chute d'éléments : Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable
- Effondrement de l'éolienne (ZE=180 m) - < 1 personne exposée
Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable
- Projection de glace (ZE=355,2 m) - < 1 personne exposée
Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable
- Projection de pale ou fragments de pale (ZE=500 m) - < 1 personne exposée
Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable

Carte 7 : Synthèse de l'étude détaillée des risques - E1



Plesséole
Parc de Plessé
éolien citoyen

**Synthèse de l'étude
détaillée des risques
E2**

Projet de parc éolien de Plessé (44) - Etude de dangers

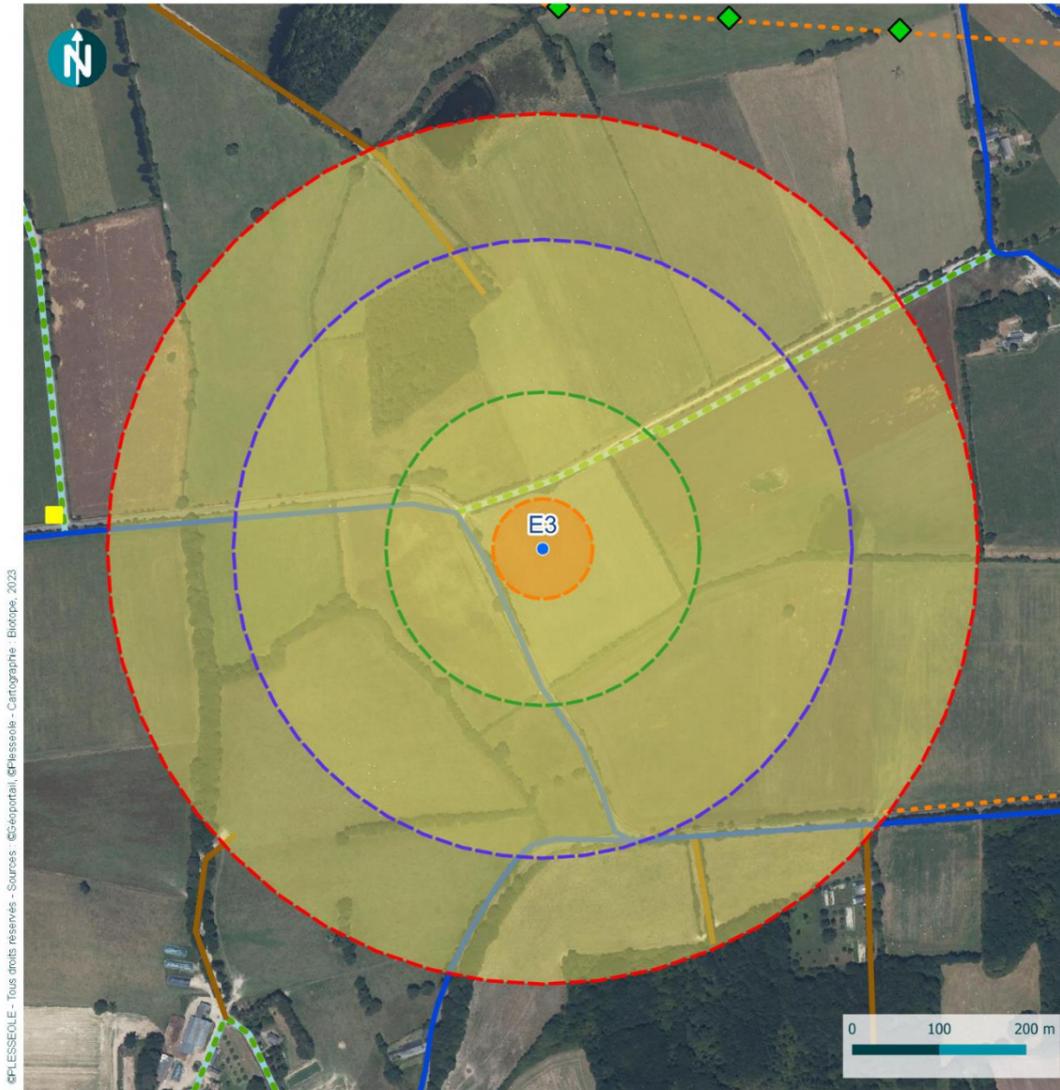


Légende

- Eolienne
- Chemin d'exploitation
- Voie communale ou chemin rural
- Voie communale
- Ligne HTA (Enedis)
- ◆ Poteaux de la ligne HTA
- Chute de glace ou d'éléments (ZE=57,3 m) - < 1 personne exposée
- Chute de glace : Intensité modérée ; Risque faible -> Acceptable
- Chute d'éléments : Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable
- Effondrement de l'éolienne (ZE=180 m) - < 1 personne exposée
Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable
- Projection de glace (ZE=355,2 m) - < 1 personne exposée
Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable
- Projection de pale ou fragments de pale (ZE=500 m) - < 1 personne exposée
Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable

Carte 8 : Synthèse de l'étude détaillée des risques - E2

5 Etude détaillée des risques



©PLESSEOLE - Tous droits réservés - Sources : ©Chéopontail, ©Plesséole - Cartographie - Biotope, 2023



**Synthèse de l'étude
détaillée des risques
E3**

Projet de parc éolien de Plessé (44) - Etude de dangers



Légende

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------|
| ● Eolienne | — Voie communale |
| ■ Poste de livraison (centroïde) | - - - Ligne HTA (Enedis) |
| — Chemin d'exploitation | ◆ Poteaux de la ligne HTA |
| - - - Voie communale ou chemin rural | |
-
- | |
|--|
| ■ Chute de glace ou d'éléments (ZE=57,3 m) - < 1 personne exposée
- Chute de glace : Intensité modérée ; Risque faible -> Acceptable
- Chute d'éléments : Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable |
| ■ Effondrement de l'éolienne (ZE=180 m) - < 1 personne exposée
Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable |
| ■ Projection de glace (ZE=355,2 m) - < 1 personne exposée
Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable |
| ■ Projection de pale ou fragments de pale (ZE=500 m) - < 1 personne exposée
Intensité modérée ; Risque très faible -> Acceptable |

Carte 9 : Synthèse de l'étude détaillée des risques - E3



Siège social :
22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze
Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - www.biotope.fr