

7.1 RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

PROJET ÉOLIEN DES POMMERAIES (44)
COMMUNE DE SAINT-JULIEN-DE-VOUVANTES

VERSION OCTOBRE 2025 – SUITE AUX ECHANGES/DEMANDES DES SERVICES DE L'ETAT



PE DES POMMERAIES

188 RUE MAURICE BEJART – CS 57392 - 34184 MONTPELLIER CEDEX 4 – FRANCE
TEL. 04 67 40 74 00 - www.groupevaleco.com
SAS AU CAPITAL DE 500€- RCS MONTPELLIER 977 942 218 - SIRET N° 977 942 218 00016

Identité du Maître d’Ouvrage :

Parc Eolien des Pommeraies

SAS – Société de Valeco / EnBW et Commune de Saint-Julien-de-Vouvantes

SIREN 977942218

SIRET : 977 942 218 00016

188 rue Maurice Béjart

34184 MONTPELLIER

PE DES POMMERAIES

188 RUE MAURICE BEJART – CS 57392 - 34184 MONTPELLIER CEDEX 4 – FRANCE

TEL. 04 67 40 74 00 - www.groupevaleco.com

SAS AU CAPITAL DE 500€- RCS MONTPELLIER 977 942 218 - SIRET N° 977 942 218 00016

Table des matières

1 Une étude de danger : Qu'est-ce que c'est ?	4
1.1 Objectif de l'étude de dangers	4
1.2 Contexte législatif et réglementaire	4
1.3 Nomenclature des installations classées	4
2 Informations générales concernant l'installation	4
2.1 Renseignements administratifs	4
2.2 Localisation du site	4
2.3 Définition de l'aire d'étude	5
3 Description de l'environnement de l'installation	6
4 Caractéristiques de l'instalaltion	8
5 Fonctionnement de l'installtion	9
6 Fonctionnement des réseaux de l'installtion	10
7 Identification des potentiels dangers de l'installtion	11
7.1 Potentiels de dangers liés aux produits	11
7.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installtion	11
7.3 Reduction des potentiels de dangers à la source	11
8 Analyse préliminaire des risques	12
8.1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques	12
8.2 Recensement des évènements initiateurs exclus de l'analyse de risques	12
8.3 Recensement des agressions externes potentielles	12
8.4 Agressions externes liées aux phénomènes naturels	12
8.5 Scenarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	13
8.6 Effets dominos	13
8.7 Mise en place des mesures de sécurité	13
8.8 Conclusion sur l'analyse préliminaire des risques	15
9 Etude détaillée des risques	16
9.1 Rappel des définitions	16
9.2 Synthèse détaillée des risques	17
9.3 Synthèse de l'acceptabilité des risques	17
9.4 Cartographie des risques	17
10 Conclusion	19

Illustration 24 : Localisation de l'aire d'étude	5
Illustration 2 : Synthèse des enjeux identifiés dans le périmètre d'étude de l'éolienne E1 et E2	7
Illustration 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur	8
Illustration 4 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne	8
Illustration 5 : Raccordement électrique des installations	10
Illustration 6 : Synthèse des risques identifiés dans le périmètre de l'étude de l'éolienne E1	18
Illustration 7 : Synthèse des risques identifiés dans le périmètre de l'étude de l'éolienne E2	18
Illustration 32 : Synthèse des risques identifiés dans le périmètre d'étude de l'éolienne E2	18

Table des tableaux

Tableau 1 : Identité du demandeur	4
Tableau 2 : Description de l'environnement de l'installtion	6
Tableau 3 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison	8
Tableau 4 : Détails des réseaux du projet	10
Tableau 5 : Agressions externes liées aux activités humaines	12
Tableau 6 : Agressions externes liées aux phénomènes naturels	12
Tableau 7 : Mesures de sécurité	15
Tableau 8 : Degré d'exposition	16
Tableau 9 : Seuils de gravité	16
Tableau 10 : Classe de probabilité	16
Tableau 11 : Synthèse des risques	17
Tableau 12 : Matrice de criticité des risques	17
Tableau 13 : Légende de la matrice	17
Tableau 14 : Synthèse des mesures mise en place pour limiter les risques	19

Table des illustrations

1 UNE ETUDE DE DANGER : QU'EST-CE QUE C'EST ?

1.1 Objectif de l'étude de dangers

La présente étude expose les dangers que peuvent présenter les installations du parc éolien des Pommeraies. Elle a pour objet de caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques encourus par les personnes ou l'environnement.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par cette installation. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptées à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

1.2 Contexte législatif et réglementaire

Cette étude de dangers est élaborée conformément aux textes suivants notamment :

- L'article R 512-6 du code de l'environnement prévoit la réalisation d'une étude de dangers telle que prévue par l'article L512-1, préalablement à la délivrance de l'autorisation d'exploiter ;
- Arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.
- L'article R. 512-9 du Code de l'environnement précise le contenu de l'étude de dangers, qui, selon le principe de proportionnalité, doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.
- La circulaire du 10 mai 2010 précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

1.3 Nomenclature des installations classées

Le parc éolien des Pommeraies comprend 2 aérogénérateurs d'une hauteur de mât maximale de 114 m. Conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2011-984 du 23 août 2011, cette installation est donc soumise à autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1 Renseignements administratifs

Dénomination	PARC EOLIEN DES POMMERAIES
N° SIREN	977942218
Registre de commerce	RCS Montpellier
Forme juridique	SAS au capital de 500 €
Actionnariat	Filiale à 90% de Valeco et 10% commune de Saint-Julien-de-Vouvantes
Représentant	Valeco (président François Daumard)
Adresse	188 Rue Maurice Béjart 34080 Montpellier
Téléphone	04 67 40 74 00
Télécopie	04 67 40 74 05
Site internet	www.groupevaleco.com

Tableau 1 : Identité du demandeur

Le Parc Eolien des Pommeraies est une société spécialement créée et détenue à 90% par Valeco et à 10% par la commune de Saint-Julien-de-Vouvantes.

Pour plus de renseignement, le lecteur pourra se référer à :

Julie GRIMA
juliegrima@groupevaleco.com
 07 69 08 49 61

2.2 Localisation du site

Le parc éolien des Pommeraies, composé de 2 aérogénérateurs, est localisé sur la commune de Saint-Julien-de-Vouvantes, au sein du département de la Loire Atlantique (44), dans la région Pays de la Loire.

2.3 Définition de l'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 n'intègre pas les environs des postes de livraison, qui seront néanmoins représentés sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter. L'aire d'étude est représentée sur la carte ci-après.

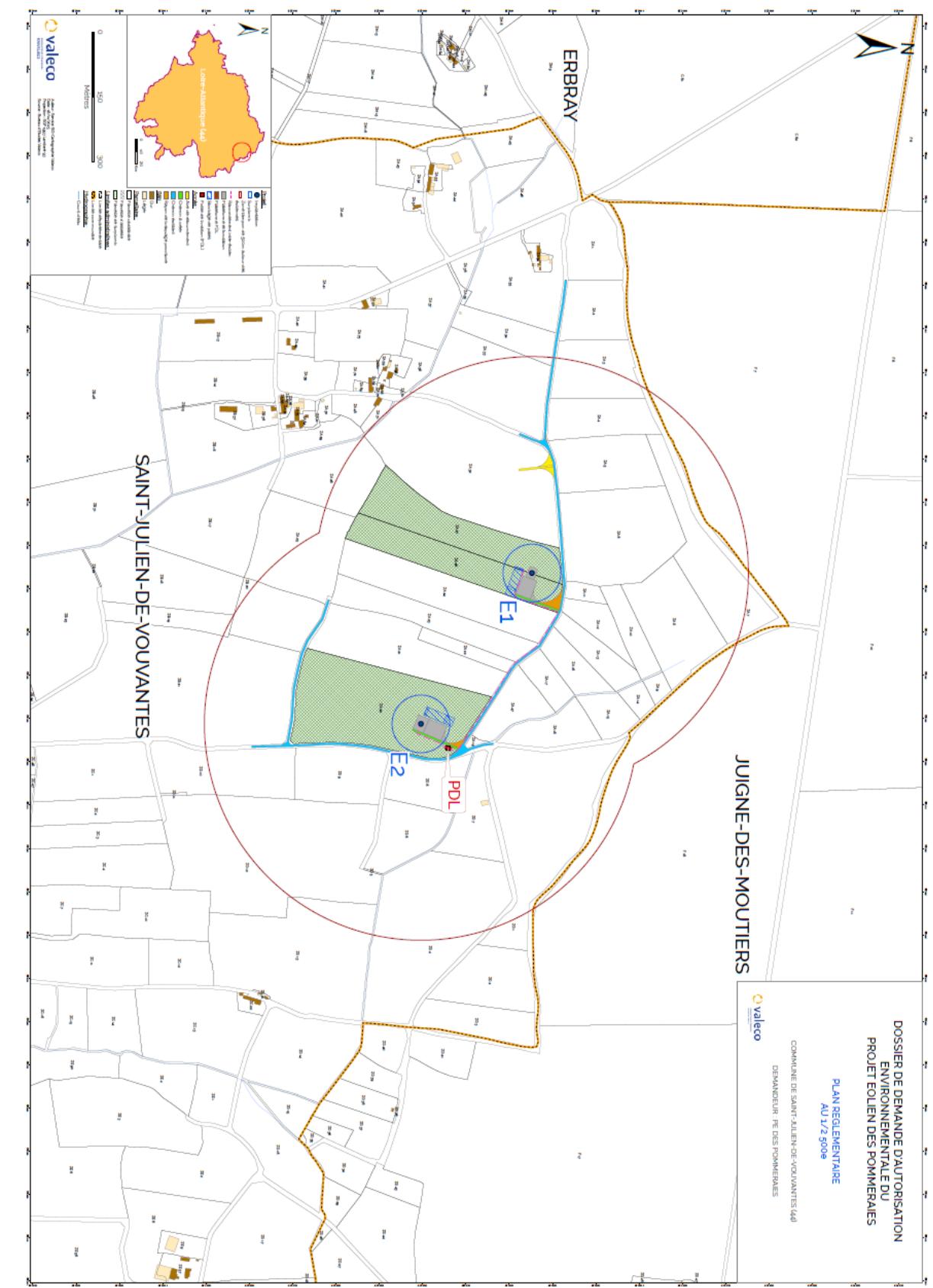


Illustration 1 : Localisation de l'aire d'étude

4 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

La description de l'environnement de l'installation est récapitulée dans le tableau ci-dessous :

	Thème	Commentaires
Environnement Humain	Zones urbanisées	Aucune zone urbanisée dans la zone d'étude. Aucune zone à urbaniser dans la zone d'étude.
	ERP	Aucun ERP (Etablissement Recevant du Public) dans la zone d'étude.
	ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement)	Aucun établissement SEVESO dans les limites de la zone d'étude. Aucune installation ICPE dans la zone d'étude
	Autres activités	La zone d'étude comprend de nombreuses parcelles cultivées exploitées par les agriculteurs locaux.
Environnement Naturel	Contexte climatique	L'aire d'étude du projet éolien des Pommeraies se caractérise par un climat tempéré océanique: - Les précipitations moyennes annuelles sont d'environ de 760,4mm. - L'ensoleillement moyen est de 2214 heures par an.
	Risques Naturels	Sismicité La commune de Saint-Julien-de-Vouc-vantes se trouve en zone de sismicité 02, faible.
		Mouvements de terrain Aucun mouvement de terrain recensé sur la commune d'implantation
		Aléa retrait-gonflement Le risque d'aléa est faible.
		Activité Orageuse Dans la Loire Atlantique, l'exposition foudre est « faible » avec une densité de foudroiement inférieure à 2,5 nsg. - La zone d'implantation du projet n'est pas classé à risque concernant les feux de forêt - Les plateformes seront entretenue et débroussaillées. - Les aérogénérateurs seront dotés de système de détection permettant d'alerter en cas de survitesse - Des moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques à défendre et en nombre suffisant seront installés.
		Incendies Inondations Le DDRM (dossier départemental sur les risques majeurs) de Loire Atlantique classe la commune d'implantation du projet, Saint-Julien-De-Vouvantes comme concernée par le risque d'inondation superficielle.
Environnement matériel	Voies de communication	La zone d'étude est traversée par des chemins ruraux et voies communales. Ces routes sont qualifiées de non structurantes.
	Réseaux publics et privés	D'après l'Agence Régional de Santé de Loire Atlantique, la zone concernée par le projet éolien n'empiète sur aucun périmètre de protection de captage d'eau potable.
	Autres ouvrages publics	Aucun ouvrage public n'est situé au sein de la zone d'étude.

Tableau 2 : Description de l'environnement de l'installation

Les cartes ci-après positionnent l'ensemble de ces enjeux vis-à-vis de l'aire d'étude des éoliennes.



Illustration 2 : Synthèse des enjeux identifiés dans le périmètre d'étude de l'éolienne E1 et E2

5 CARACTÉRISTIQUES DE L'INSTALLATION

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 (cf. paragraphe dédié au raccordement électrique) :

- Plusieurs éoliennes
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer
- l'électricité produite par chaque éolienne vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local
- Un réseau de chemins d'accès

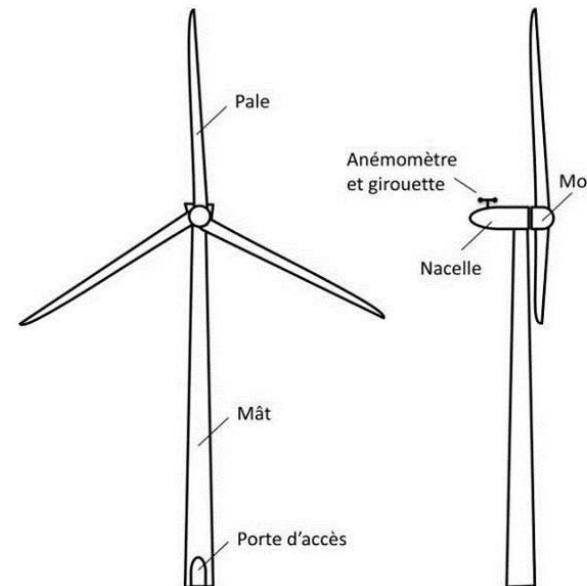


Illustration 3 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

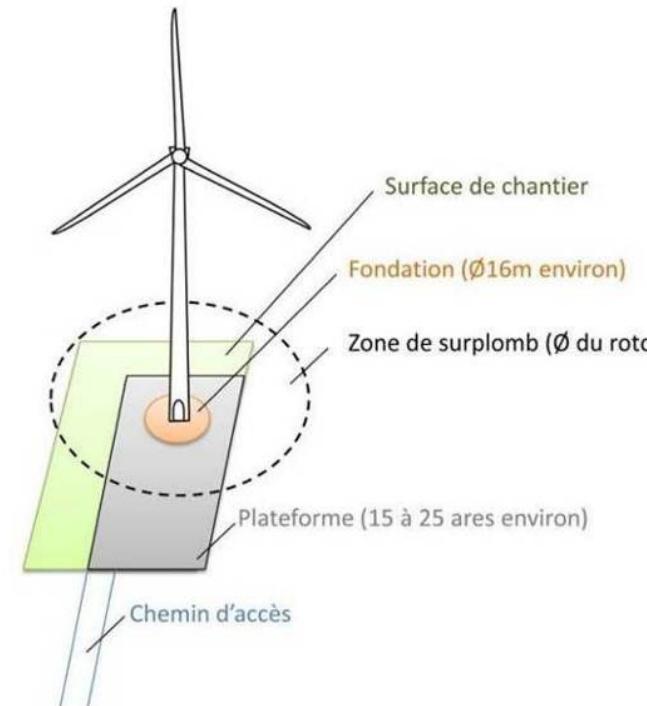


Illustration 4 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont composés des principaux éléments suivants :

- Le rotor qui est composé de trois pales
- Le mât est composé de plusieurs tronçons en acier. Il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- La nacelle abrite plusieurs éléments fonctionnels tels que générateur, système de freinage, système d'orientation de la nacelle, outils de mesure du vent (anémomètre, girouette), balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique (conforme à l'arrêté du 23 avril 2018).

Le parc éolien des Pommeraies est composé de 2 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Les aérogénérateurs auront une hauteur maximale de mât de 114 m et un diamètre de rotor maximal de 131 m soit une hauteur maximale en bout de pales de 179.5 m.

L'activité de cette installation est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

Les coordonnées des éoliennes et du poste de livraison sont fournies dans le tableau suivant en systèmes de coordonnées Lambert 93, WGS 84 et Lambert II étendu :

	Lambert 93		WGS 84		Lambert II étendu		Altitude	Côte sommitale éolienne et PDL NGF (m)	Nom commune
	E_L93	N_L93	Latitude	Longitude	X_L3E	Y_L2E			
E1	381 563.83	6 739 252.31	47,6765878	-1,2458992	331086,76	2303583,56	95	274,5	Saint-Julien-de-Vouvantes
E2	381 912.37	6 738 995.98	47,6744525	-1,2410775	331437,64	2303329,91	87,25m	266,75	Saint-Julien-de-Vouvantes
PDL1	381 968.43	6 739 058.96	47,6750457	-1,2403765	331493,23	2303393,39	85,36	87,36	Saint-Julien-de-Vouvantes

Tableau 3 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison

6 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.

Les machines retenues pour ce projet, sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est donc entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. C'est elle qui 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'installation respectera la réglementation en vigueur en matière de sécurité. Conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation, les aérogénérateurs et les installations électriques extérieures seront notamment conformes :

- Aux dispositions de la norme IEC 61 400-1
- Les aérogénérateurs subiront un contrôle technique.
- L'installation sera mise à la terre et respectera les dispositions de la norme IEC 61 400-24. Les opérations de maintenance incluront un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.
- Aux dispositions de la directive 2006/42/CE du parlement européen et du conseil du 17 mai 2006
- Aux normes NFC 15-100
- Le balisage de l'installation sera conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.

Par ailleurs, l'installation sera conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation, les aérogénérateurs et les installations électriques extérieures :

- Toutes les fonctions pertinentes pour la sécurité sont surveillées par un système électronique et, en plus, par l'intervention à un niveau hiérarchique supérieur de capteurs mécaniques. L'éolienne est immédiatement arrêtée si l'un des capteurs détecte une anomalie sérieuse.
- Avant la mise en service industrielle du parc éolien des Pommeraies, puis suivant une périodicité annuelle, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement normal de l'ensemble des équipements. Ces contrôles feront l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspecteur des installations classées.
- Les installations électriques extérieure et intérieure à l'aérogénérateur seront entretenues en bon état et seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation

Enfin, conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc des Pommeraies.

7 FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

Sur le site, le tracé des lignes électriques et téléphoniques qui relie chaque éolienne est le même que celui des pistes d'accès aux éoliennes.

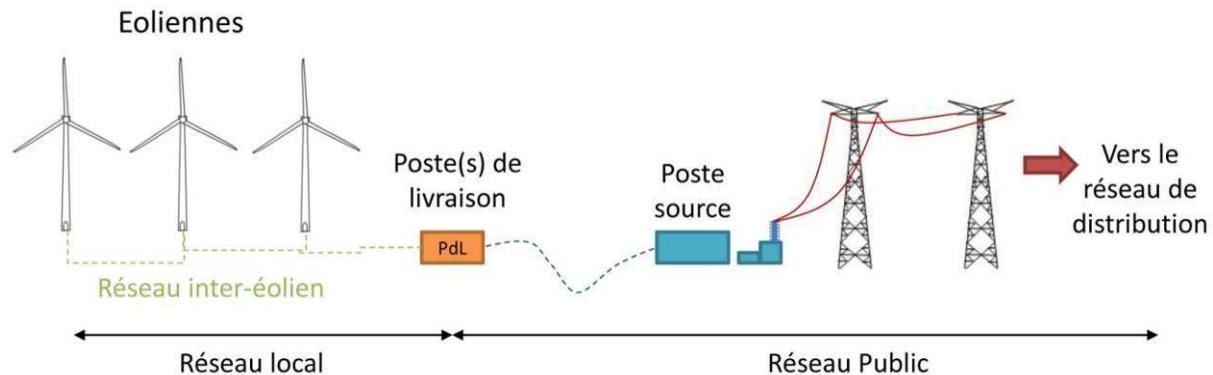


Illustration 5 : Raccordement électrique des installations

Réseaux	Fonction	Caractéristiques propres au projet éolien des Pommeraies
Réseau inter-éolien	Relie le transformateur au point de raccordement avec le réseau public.	<ul style="list-style-type: none"> - Câbles électriques en aluminium de section 240mm² - Câbles enfouis à une profondeur allant de 80 cm à 1,1 m - Le courant électrique entre la nacelle et le transformateur à la base de la machine est de 690 volts. A sa sortie, il est converti en 20 000 volts.
Réseau électrique externe	Relie les éoliennes au poste source	<ul style="list-style-type: none"> - Production électrique injectée au poste source - Raccordement par voie souterraine, à 80cm à 1m10 de profondeur.
Autres	Eau, assainissement, gaz	L'installation ne nécessite pas d'autre réseau.

Tableau 4 : Détails des réseaux du projet

8 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DANGERS DE L'INSTALLATION

8.1 Potentiels de dangers liés aux produits

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation. De même, cette activité ne génère pas de déchet, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent potentiellement dangereux pour l'environnement.

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, aucun produit inflammable ou combustible ne sera stocké dans les aérogénérateurs.

8.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du Parc éolien des Pommeraies sont de cinq types :

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

8.3 Reduction des potentiels de dangers à la source

- En ce qui concerne les potentiels de dangers internes aux équipements associés au projet :

Les équipements et installations présentes ont été optimisés de façon à réduire au mieux les potentiels de danger dans des conditions technico économiquement acceptables.

- Pour l'équipement en lui-même : les éoliennes de dernière technologie.
- Pour les pales : uniquement des éoliennes tripales limitant vibrations et fatigue du rotor.
- Pour l'emplacement des éoliennes : éloignement de plus de 150m des routes départementales
- Substitution des produits utilisés : les huiles et lubrifiants utilisés sont des produits de base des installations de réparation et de maintenance qui ne peuvent être remplacés.
- Pour les zones de manipulation de produits dangereux : afin de limiter la pollution des sols et du sous-sol lors d'un déversement accidentel, la zone de fondation est bétonnée. Une aire étanche d'alimentation en carburant est prévue lors du chantier. Cette aire sera utilisée aussi pour les éventuelles opérations de maintenance du matériel de construction et levage.

De plus, les personnes en charge de la maintenance et de l'entretien possèdent une instruction technique relative aux opérations réalisées.

- Autres : une attention particulière est portée sur la prévention des sources d'inflammation possibles (cigarette, portable...) et les travaux à point chaud font l'objet de mesures spécifiques, « le permis feux », qui est associé à un ensemble de mesure permettant de prévenir le risque d'inflammation (surveillance permanente et extincteur à proximité).

- En ce qui concerne les potentiels de dangers extérieurs au site :
- Pour la foudre : éoliennes répondant à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400.
- Pour le transport de matières dangereuses : aucune matière dangereuse n'est utilisée pour le fonctionnement d'une éolienne.

Par ailleurs, Les installations éoliennes, ne consommant pas de matières premières et ne rejetant aucune émission dans l'atmosphère, ne sont pas soumises à la directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution.

9 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

9.1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Les scénarios d'accident sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident majeurs.

9.2 Recensement des évènements initiateurs exclus de l'analyse de risques

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

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

D'autre part, le risque de suraccident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

- Inondations ;
- Séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- Incendies de cultures ou de forêts ;
- Pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses ;
- Explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

9.3 Recensement des agressions externes potentielles

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines :

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétiques des véhicules et flux thermiques	200 m	Hors périmètre
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef et flux thermique	200 m	Hors périmètre
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique et surtensions	200 m	Hors périmètre
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Hors périmètre

Tableau 5 : Agressions externes liées aux activités humaines

9.4 Agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

Agressions externes	Intensité
Vents et tempête	Le régime de vent dominant est composé de vents du sud-ouest. Le département n'est pas classé comme étant à fort risque de tempêtes. La zone d'implantation n'est pas concernée par les phénomènes météorologiques des zones tropicales.
Foudre	Eoliennes équipées d'un système de mise à la terre et respect de la norme IEC 61 400-24
Glissement de sols / affaissement miniers	Les communes de Erbray, Soudan, Juigné-des-Moutiers, Saint-Julien-de-Vouvantes ne sont pas concernées par le risque « Mouvements de terrain » et ne sont pas soumises à un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN). Le risque lié aux glissements de sols est faible.

Tableau 6 : Agressions externes liées aux phénomènes naturels

9.5 Scenarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

Le tableau ci-dessous présente par thématique les typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail précédemment cité. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes :

Thématique	Évènement redouté central
Glace	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées
	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement
Incendie	Court-circuit
	Incendie de tout ou partie de l'éolienne
	Fuites d'huile isolante
Fuites	Infiltration d'huile dans le sol
Chute	Chute d'élément de l'éolienne
Projection	Projection de tout ou partie pale
Effondrement	Effondrement éolienne

9.6 Effets dominos

Dans le cadre des études de dangers des éoliennes, l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE est uniquement prise en compte lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 300 mètres.

Aucune éolienne n'est concernée, ce qui implique des effets nuls et c'est ce qui explique que ces effets sont négligés dans le cadre de la présente étude.

9.7 Mise en place des mesures de sécurité

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du projet des Pommeraies:

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine.		
	Eloignement des zones habitées et fréquentées.		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020).		
Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques.		
	Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes.		
Description	Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement.		
	/		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4	Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.			Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre la mise à l'arrêt de la machine.		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédefinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.			Description	Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Intervention des services de secours. Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance.		
Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5		L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention.		
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.			Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Description	Les organes électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.			Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles. Procédure d'urgence. Kit antipollution.		
Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6	Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés.		
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.						
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010). Dispositif de capture + mise à la terre. Parasurtenseurs sur les circuits électriques.						

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation))	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.). Procédures qualités et attestation du contrôle technique.		
Description	La nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance.		
Description	Préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel.		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes. Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne.		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		

Tableau 7 : Mesures de sécurité

9.8 Conclusion sur l'analyse préliminaire des risques

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, quatre catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

- Incendie de l'éolienne (effets thermiques)
- Incendie du transformateur
- Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C
- Infiltration d'huile dans le sol.

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.

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sont conforme à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.

10 ETUDE DETAILLÉE DES RISQUES

10.1 Rappel des définitions

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.

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13]). Ces seuils n'étant pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs, deux valeurs de référence ont été retenues :

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

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

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

Tableau 8 : Degré d'exposition

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

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.

A noter que pour le cabanon, l'hypothèse maximisante de la présence de 6 personnes au niveau du cabanon situé à proximité du projet a été prise en compte dans cette étude.

Intensité Gravité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
« Désastreux »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« Important »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« Modéré »	Pas de zone de légalité en dehors de l'établissement	Pas de zone de légalité en dehors de l'établissement	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

Tableau 9 : Seuils de gravité

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode présentée en annexe 1.

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 :

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	$P > 10^{-2}$
B	Probable S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	Improbable 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.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 10 : Classe de probabilité

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

10.2 Synthèse 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.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne (E)	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieux pour les 2 éoliennes
Chute d'élément de l'éolienne (CE)	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré pour les 2 éoliennes
Chute de glace (CG)	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré pour les 2 éoliennes
Projection de pale ou de fragments (PP)	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Important pour les 2 éoliennes
Projection de glace (PG)	367.5 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieux pour les 2 éoliennes

Tableau 11 : Synthèse des risques

10.3 Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		PP			
Sérieux		E		PG	
Modéré			CE		CG

Tableau 12 : Matrice de criticité des risques

Tableau 13 : Légende de la matrice

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

Signification des abréviations

E = effondrement de l'éolienne

CE = chute d'élément

CG = chute de glace

PP = projection de pales ou de fragments

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- Trois accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 8.7 sont mises en place.

Par conséquent, les 2 éoliennes du projet des Pommeraies présentent des risques qui sont qualifiés d'acceptables.

10.4 Cartographie des risques

La cartographie de synthèse des risques ci-après permet de récapituler la zone d'effet pour chaque risque et chaque éolienne et le nombre de personnes permanentes exposées.



Illustration 6 : Synthèse des risques identifiés dans le périmètre de l'étude de l'éolienne E1

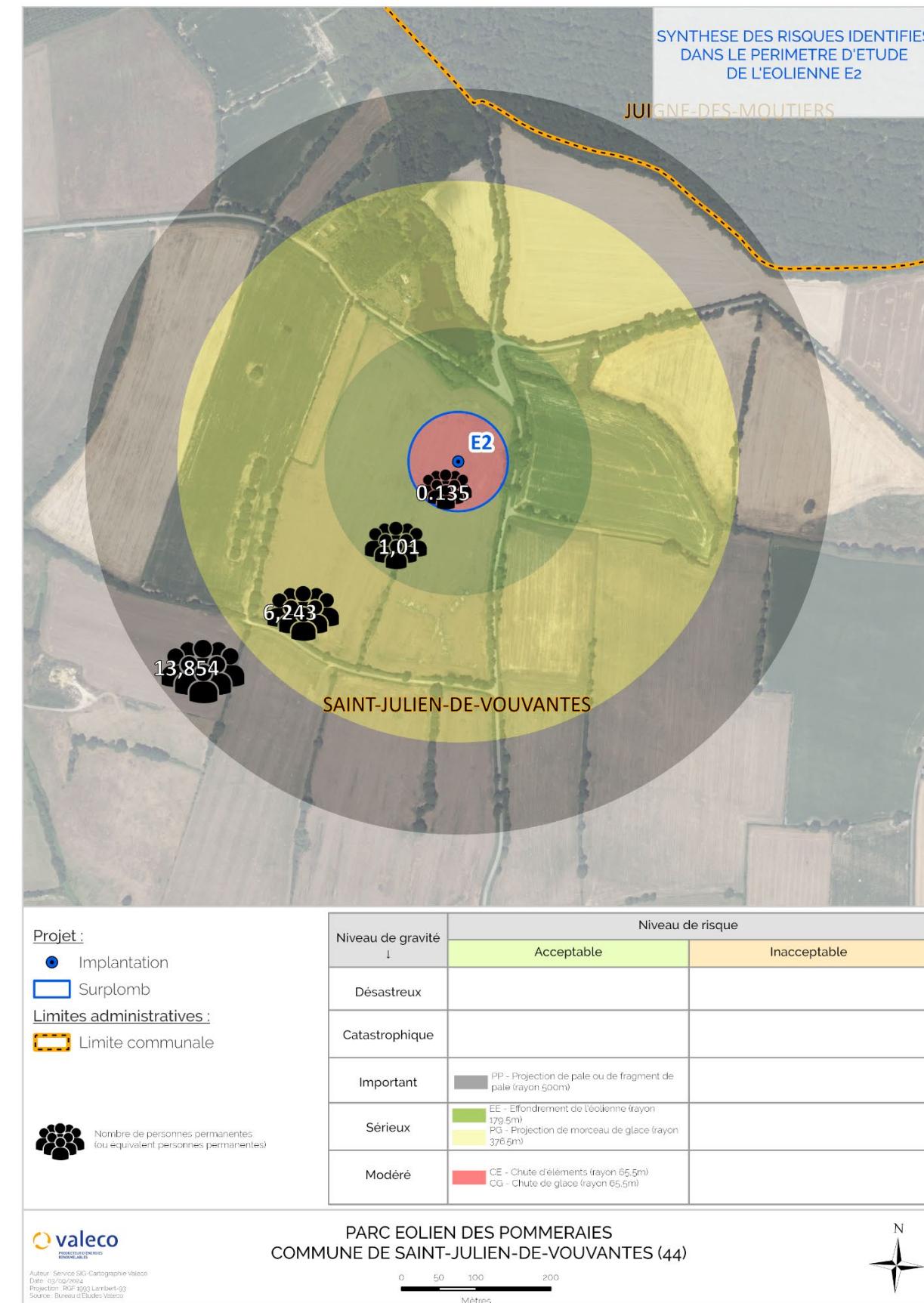


Illustration 7 : Synthèse des risques identifiés dans le périmètre de l'étude de l'éolienne E2

11 CONCLUSION

L'analyse des risques liés aux installations et équipements du site est basée sur un recensement des accidents possibles, sur de l'évaluation de leurs conséquences, de leur probabilité de se réaliser en prenant en compte les moyens de secours et de prévention adaptés notamment à la vitesse d'apparition de l'accident.

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

- ✓ *l'effondrement des éoliennes*
- ✓ *la chute d'élément*
- ✓ *la chute de glace*
- ✓ *la projection de tout ou partie de pale*
- ✓ *la projection de glace*

A l'issue de cette analyse, les niveaux de risque avec leur probabilité respective ont pu être définis selon la matrice de criticité.

Le niveau des risques potentiels précédemment cités sont tous acceptables. 2 ont un niveau très faible et 3 ont un niveau faible.

Le projet éolien des Pommeraies, composé de 2 éoliennes d'une hauteur maximale en bout de pale de 179,5 m, présente donc des risques faibles. Ainsi du fait de l'implantation du projet, la maîtrise des risques est suffisante pour garantir un risque acceptable pour chacun des phénomènes dangereux retenue dans l'étude détaillée.

Le tableau ci-après récapitule les principales mesures mises en place pour limiter les risques étudiés et fournit les dangers résiduels et leur acceptabilité.

Accidents	Mesures de prévention	Dangers résiduels			Acceptabilité
		Probabilité associée	Valeur et classe de probabilité	Gravité	
Effondrement de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite. - respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel 	Rare	D	Sérieux	Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. 	Improbable	C	Modéré	Acceptable

Accidents	Mesures de prévention	Dangers résiduels			Acceptabilité
		Probabilité associée	Valeur et classe de probabilité	Gravité	
	<ul style="list-style-type: none"> - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite. 				
Chute de glace	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - procédure adéquate de redémarrage après disparition du givre - réalisation d'un panneautage en pied de machine. 	Courant	A	Modéré	Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	<ul style="list-style-type: none"> - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - détection de survitesse et système de freinage. - mise à la terre des éoliennes et protection des éléments de l'aérogénérateur contre la foudre. - machines équipées de capteurs de température des pièces mécaniques et d'une mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement - machines équipées d'un système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. - contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. - détection des vents forts, des tempêtes avec arrêt automatique de la machine et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite. - respect des préconisations du manuel de maintenance et formation du personnel 	Rare	D	Important	Acceptable
Projection de glace	<ul style="list-style-type: none"> - procédure adéquate de redémarrage après disparition du givre - respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux habitations les plus proches. - réalisation d'un panneautage en pied de machine. 	Probable	B	Sérieux	Acceptable

Tableau 14 : Synthèse des mesures mise en place pour limiter les risques