

# DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

## PARC EOLIEN DU SUROUËT

Communes de Boudeville, Lindebeuf, Ouville-l'Abbaye et Vibeuf  
Département de Seine-Maritime (76)



## ETUDE DE DANGERS & RESUME NON TECHNIQUE

Avril 2024

Développeur éolien :



Bureau d'études :





# DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

## PARC EOLIEN DU SUROUËT

Communes de Boudeville, Lindebeuf, Ouville-l'Abbaye et Vibeuf  
Département de Seine-Maritime (76)

### ETUDE DE DANGERS & RESUME NON TECHNIQUE

Avril 2024

Développeurs éoliens



SEIDER

84 Rue Louis Blériot  
76230 Bois-Guillaume

Site : [www.seider-energies.com](http://www.seider-energies.com)



Groupe Lhotellier

Zone Industrielle Rue du Manoir CS 80078  
76340 BLANGY-SUR-BRESLE

[www.lhotellier.fr](http://www.lhotellier.fr)

Bureau d'études :



ALISE environnement

102 rue du Bois Tison  
76160 ST JACQUES-SUR-DARNETAL  
Tél. : 02 35 61 30 19

Fax : 02 35 66 30 47

Site : [www.alise-environnement.fr](http://www.alise-environnement.fr)





*L'étude de dangers a été coordonnée et réalisée par :*

*ALISE Environnement*

*102 rue du Bois Tison*

*76160 SAINT-JACQUES-SUR-DARNETAL*

*Intervenantes : Margaux LANDRIN et Julie MARCILLE*

*SEIDER*

*84 Rue Louis Blériot*

*76230 Bois-Guillaume*

## SOMMAIRE

<b>CHAPITRE 1 – RESUME NON TECHNIQUE (RNT)</b> .....	<b>12</b>
1 - INTRODUCTION.....	13
2 - RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS .....	14
3 - ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION ET SYNTHESE DES AGRESSIONS EXTERNES.....	14
3.1 - Localisation du projet .....	14
3.2 - Contexte climatique et potentiel éolien.....	17
3.3 - Risques naturels autour du site d'implantation .....	17
3.4 - Environnement humain du site d'implantation .....	17
3.5 - Environnement matériel autour du site d'implantation .....	19
4 - DESCRIPTION DE L'INSTALLATION .....	20
5 - POTENTIELS DE DANGER DES INSTALLATIONS ET REDUCTION DES RISQUES A LA SOURCE .....	22
5.1 - Potentiel de danger .....	22
5.2 - Réduction des risques à la source.....	22
5.3 - Analyse préliminaire des risques (APR) .....	22
6 - METHODOLOGIE DE L'ANALYSE DES RISQUES .....	24
7 - RESULTATS DE L'ANALYSE DES RISQUES .....	27
8 - MOYENS D'INTERVENTION ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES .....	34
9 - CONCLUSION.....	34
<b>CHAPITRE 2 - INTRODUCTION .....</b>	<b>36</b>
1 - OBJET DE L'ETUDE DE DANGERS.....	37
2 - CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE .....	38
3 - REFERENCE NOMENCLATURE ICPE.....	39
4 - RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS .....	40
<b>CHAPITRE 3 – LOCALISATION DU SITE .....</b>	<b>42</b>
1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	43
2 - SITUATION ADMINISTRATIVE .....	46
3 - COORDONNEES DES EOLIENNES ET DES POSTES DE LIVRAISON.....	47
4 - DEFINITION DES AIRES D'ETUDE.....	49
<b>CHAPITRE 4 - ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION .....</b>	<b>51</b>
1 - ENVIRONNEMENT NATUREL.....	52
1.1 - Contexte climatique.....	52
1.2 - Contexte physique .....	55
1.3 - Risques majeurs .....	57
2 - ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE.....	65
2.1 - Zones urbanisées et urbanisables.....	65
2.2 - Documents d'urbanisme.....	67
2.3 - Les établissements sensibles et les établissements recevant du public au niveau de l'aire d'étude rapprochée.....	68

2.4 - Activités Economiques .....	69	2 - RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES.....	107
2.5 - Réseaux de transports.....	69	3 - RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES.....	108
2.6 - Réseaux et servitudes .....	71	3.1 - Agressions externes liées aux activités humaines .....	108
2.7 - Risques technologiques.....	74	3.2 - Agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	112
3 - CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE .....	76	4 - SCENARII ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....	113
3.1 - Nombre d'équivalent personnes permanentes.....	76	5 - EFFETS DOMINOS .....	116
3.2 - Cartographie.....	77	6 - MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE .....	117
<b>CHAPITRE 5 – DESCRIPTION DE L'INSTALLATION .....</b>	<b>79</b>	7 - CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	121
1 - CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION .....	80	<b>CHAPITRE 9 – ETUDE DETAILLEE DES RISQUES (EDR) .....</b>	<b>123</b>
1.1 - Caractéristiques générales.....	80	1 - RAPPEL DES DEFINITIONS .....	124
1.2 - Eléments constitutifs d'un aérogénérateur .....	80	1.1 - Cinétique.....	124
1.3 - Activité de l'installation.....	81	1.2 - Intensité .....	124
1.4 - Composition de l'installation .....	81	1.3 - Gravité.....	124
2 - FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION .....	84	1.4 - Probabilité.....	125
2.1 - Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur.....	84	2 - CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS .....	126
2.2 - Sécurité de l'installation.....	85	2.1 - Effondrement de l'éolienne.....	126
2.3 - Opérations de maintenance de l'installation.....	87	2.2 - Chute de glace .....	129
2.4 - Stockage et flux de produits dangereux .....	87	2.3 - Chute d'éléments de l'éolienne.....	131
3 - FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION .....	88	2.4 - Projection de pales ou de fragments de pales .....	133
3.1 - Réseaux électriques .....	88	2.5 - Projection de glace .....	136
3.2 - Autres réseaux .....	89	3 - SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES .....	139
<b>CHAPITRE 6 – IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGER DE L'INSTALLATION.....</b>	<b>90</b>	3.1 - Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	139
1 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS .....	91	3.2 - Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	139
2 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	92	<b>CHAPITRE 10 - MOYENS D'INTERVENTIONS ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES DES</b>	<b>147</b>
3 - REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGER A LA SOURCE .....	93	<b>DANGERS .....</b>	<b>147</b>
3.1 - Principales actions préventives.....	93	1 - MOYENS INTERNES .....	148
3.2 - Utilisation des meilleures techniques disponibles.....	93	1.1 - Organisation en cas de dysfonctionnement.....	148
3.3 - Utilisation des meilleures techniques disponibles.....	95	1.2 - Moyens matériels .....	148
<b>CHAPITRE 7 – ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE .....</b>	<b>96</b>	1.3 - Moyens humains.....	148
1 - INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE .....	97	2 - MOYENS EXTERNES.....	149
1.1 - Inventaires des accidents en France .....	97	<b>CHAPITRE 11 - CONCLUSION .....</b>	<b>150</b>
2 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL.....	99	<b>CHAPITRE 12 – ANNEXES A L'ETUDE DE DANGERS.....</b>	<b>153</b>
3 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DES EXPLOITANTS.....	101	ANNEXE 1 – ETUDE VIBRATOIRE « RENVERSEMENT EOLIENNE & PROJECTION PALE », CATM .....	155
4 - SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE .....	102	ANNEXE 2 – COURRIER DE GRT GAZ DU 25 AOUT 2023.....	160
4.1 - Analyse de l'évolution des accidents en France .....	102	ANNEXE 3 – METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE	
4.2 - Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents .....	102	POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE .....	161
5 - LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE .....	103	Terrains non bâtis .....	161
<b>CHAPITRE 8 – ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR).....</b>	<b>105</b>	Voies de circulation.....	161
1 - OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	106	Logements.....	161
		Etablissements recevant du public (ERP).....	162



Zones d'activité .....	162
ANNEXE 4 : TABLEAU DES ACCIDENTS SURVENUS EN FRANCE .....	163
ANNEXE 5 – SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....	181
Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02) .....	181
Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07) .....	181
Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02) .....	181
Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03) .....	182
Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06).....	182
Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10) .....	182
ANNEXE 6 – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL .....	183
ANNEXE 7 –GLOSSAIRE .....	184
ANNEXE 8 – BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES .....	186

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Renseignements administratifs du demandeur.....	14	Tableau 31 : Etablissements Recevant du Public (ERP) sur les communes concernées par la Z.I.P.....	68
Tableau 2 : Tableau de synthèse des risques .....	17	Tableau 32 : Comptages routiers sur les routes départementales, à proximité de la Z.I.P.....	69
Tableau 3: Distance la plus courte entre les éoliennes et les habitations .....	17	Tableau 33 : Nombre d'équivalent-personnes permanentes dans l'aire d'étude de 500m.....	76
Tableau 4 : Caractéristiques des modèles d'éolienne maximisant .....	20	Tableau 34 : Caractéristiques du gabarit d'éolienne maximisant .....	81
Tableau 5 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison.....	20	Tableau 35 : Caractéristiques des modèles d'éolienne maximisant.....	81
Tableau 6 : Scénarios exclus de l'étude détaillée.....	22	Tableau 36 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison .....	82
Tableau 7 : Nombre d'équivalent-personnes permanentes dans l'aire d'étude de 500m .....	24	Tableau 37 : Caractéristiques de fonctionnement .....	84
Tableau 8 : Degré d'exposition.....	24	Tableau 38 : Caractéristiques techniques des éléments constituant du parc éolien .....	84
Tableau 9 : Echelle de gravité des conséquences sur l'homme .....	25	Tableau 39: Produits sortants de l'installation .....	91
Tableau 10 : Echelle de gravité des conséquences sur l'environnement.....	25	Tableau 40: Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation .....	92
Tableau 11 : Acceptabilité des conséquences selon la classe de probabilité .....	25	Tableau 41: Agressions externes liées aux activités humaines .....	108
Tableau 12 : Synthèse des scénarios étudiés .....	27	Tableau 42 : Comptages routiers sur les routes départementales, à proximité de la Z.I.P.....	109
Tableau 13 : Hiérarchisation des phénomènes dangereux.....	27	Tableau 43 : Distance entre les éoliennes et les routes du secteur .....	109
Tableau 14 : Rubriques de la nomenclature des I.C.P.E. ....	39	Tableau 44 : Distances entre les éoliennes et les lignes électriques RTE .....	109
Tableau 15 : Communes de la zone d'implantation potentielle .....	39	Tableau 45 : Distance entre les éoliennes et la canalisation de gaz.....	110
Tableau 16 : Communes concernées par l'enquête publique du projet éolien du Surouët .....	39	Tableau 46 : Distance entre les éoliennes et la canalisation d'hydrocarbures .....	111
Tableau 17 : Renseignements administratifs du demandeur.....	40	Tableau 47: Agressions externes liées aux phénomènes naturels .....	112
Tableau 18 : Situation géographique du projet.....	43	Tableau 48 : Analyse préliminaire des risques.....	114
Tableau 19 : Liste des sections cadastrales .....	46	Tableau 49: Mesures de sécurité.....	117
Tableau 20 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison.....	47	Tableau 50 : Scénarii exclus de l'étude détaillée.....	121
Tableau 21 : Températures moyennes à la station de Rouen-Boos (en °C - période : 1991–2020) .....	52	Tableau 51 : Degré d'exposition .....	124
Tableau 22 : Températures minimales et maximales, nombre moyen de jours de gel et nombre moyen de jours avec T° ≤ - 5°C à la station de Rouen-Boos (en °C – période : 1991–2020) .....	53	Tableau 52 : Echelle de gravité des conséquences sur l'homme.....	124
Tableau 23 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Rouen-Boos (en mm – période : 1991–2020).....	53	Tableau 53 : Echelle de gravité des conséquences sur l'environnement .....	125
Tableau 24 : Arrêtés de catastrophes naturelles « Mouvements de terrain » sur les communes de la Z.I.P.....	57	Tableau 54 : Acceptabilité des conséquences selon la classe de probabilité.....	125
Tableau 25 : Arrêtés de catastrophes naturelles « Inondations et/ou Coulées de Boue » sur les communes de la Z.I.P. ....	60	Tableau 55 : Valeurs des caractéristiques selon les gabarits d'éoliennes maximisant .....	126
Tableau 26 : Arrêté de catastrophe naturelle « Inondations Remontée Nappe » sur les communes de la Z.I.P. ....	60	Tableau 56 : Intensité du phénomène « Effondrement de l'éolienne » - Gabarit d'éolienne maximisant.....	126
Tableau 27 : Synthèse des risques naturels .....	64	Tableau 57 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Effondrement de l'éolienne » .....	127
Tableau 28 : Population et densité de population des communes de la zone d'implantation potentielle .....	65	Tableau 58 : Gravité du phénomène « Effondrement de l'éolienne » .....	127
Tableau 29: Distance la plus courte entre les éoliennes et les habitations .....	65	Tableau 59 : Probabilité du phénomène « Effondrement de l'éolienne » .....	127
Tableau 30 : Etablissements sensibles situés sur les communes de la Z.I.P. et les communes limitrophes.....	68	Tableau 60 : Acceptabilité du phénomène « Effondrement de l'éolienne ».....	128
		Tableau 61 : Intensité du phénomène « Chute de glace » - Gabarit d'éolienne maximisant .....	129
		Tableau 62 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Chute de glace ».....	130
		Tableau 63 : Gravité du phénomène « Chute de glace ».....	130
		Tableau 64 : Acceptabilité du phénomène « Chute de glace » .....	130

Tableau 65 : Intensité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne » - Gabarit d'éolienne maximisant .....	131
Tableau 66 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Chute d'éléments de l'éolienne » .....	132
Tableau 67 : Gravité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne ».....	132
Tableau 68 : Acceptabilité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne » .....	132
Tableau 69 : Intensité du phénomène « Projection de pale ou de fragments de pale » - Gabarit d'éolienne maximisant .....	133
Tableau 70 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Projections de pales ou de fragments de pale».....	134
Tableau 71 : Gravité du phénomène « Projections de pales ou de fragments de pales ».....	134
Tableau 72 : Probabilité du phénomène « Projection de pales ou de fragments de pales » .....	134
Tableau 73 : Acceptabilité du phénomène « Projection de pale ou de fragment de pale ».....	135
Tableau 74 : Valeurs des caractéristiques selon les gabarits d'éoliennes maximisant .....	136
Tableau 75 : Intensité du phénomène « Projection de morceaux de glace » - Gabarit d'éolienne maximisant .....	136
Tableau 76 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Projection de morceaux de glace ».....	137
Tableau 77 : Gravité du phénomène « Projections de morceaux de glace ».....	137
Tableau 78 : Acceptabilité du phénomène « Projection de morceaux de glace » avec application du système d'arrêt en cas de présence de givre .....	138
Tableau 79 : Synthèse des scénarios étudiés .....	139
Tableau 80 : Coordonnées des services de sécurités et de secours publics ou privés.....	149
Tableau 81 : Hiérarchisation des phénomènes dangereux .....	151
Tableau 82 : Niveau d'acceptabilité des risques .....	151

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la Z.I.P. ....	15	Figure 33 : Distance des éoliennes aux habitations les plus proches .....	66
Figure 2 : Carte des aires d'étude.....	16	Figure 34 : Extrait du PLU de la commune de Vibeuf et localisation de la Z.I.P. ....	67
Figure 3 : Distance aux habitations les plus proches.....	18	Figure 35 : Réseau routier à proximité de la Z.I.P.....	70
Figure 4 : Plan détaillé d'implantation .....	21	Figure 36 : Synthèse des réseaux et canalisations à proximité de la Z.I.P.....	73
Figure 5 : Carte des enjeux dans un rayon de 500 m autour des éoliennes .....	26	Figure 37 : Synthèse de l'état initial à proximité de la Z.I.P. (hors préconisations acoustiques, paysagères et écologiques).....	75
Figure 6 : Carte de synthèse des enjeux et des zones d'effet du projet éolien du Surouët.....	28	Figure 38 : Carte des enjeux dans un rayon de 500 m autour des éoliennes.....	77
Figure 7 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E1 du projet éolien du Surouët .....	29	Figure 39 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur.....	80
Figure 8 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E2 du projet éolien du Surouët .....	30	Figure 40 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne .....	81
Figure 9 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E3 du projet éolien du Surouët .....	31	Figure 41 : Plan détaillé de l'installation.....	83
Figure 10 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E4 du projet éolien du Surouët .....	32	Figure 42 : Composants du parc éolien .....	88
Figure 11 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E5 du projet éolien du Surouët .....	33	Figure 43 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011 .....	97
Figure 12 : Localisation départementale du projet .....	44	Figure 44 : Répartition en pourcentage des événements accidentels sur le parc d'aérogénérateurs français entre janvier 2012 et juillet 2023 .....	98
Figure 13 : Localisation de la Z.I.P. ....	45	Figure 45 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et fin septembre 2023.....	99
Figure 14 : Localisation des éoliennes et des postes de livraison .....	48	Figure 46 : Répartition causes premières d'effondrement .....	99
Figure 15 : Carte des aires d'étude.....	50	Figure 47 : Répartition des causes premières de rupture de pale.....	99
Figure 16 : Climats de la France.....	52	Figure 48 : Répartition des causes premières d'incendies .....	100
Figure 17 : Températures moyennes mensuelles à la station de Rouen-Boos (en °C - période : 1991–2020).....	52	Figure 49 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et de la puissance éolienne installée d'après la base de données de l'ARIA et IRIS, et du SDES.....	102
Figure 18 : Nombre de jours de neige par an.....	53	Figure 50 : Localisation de la canalisation d'hydrocarbures par rapport aux éoliennes en projet .....	110
Figure 19 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Rouen-Boos (en mm – période : 1991–2020).....	53	Figure 51 : Localisation de la canalisation d'hydrocarbures par rapport aux éoliennes en projet .....	110
Figure 20 : Potentiel éolien de la France .....	54	Figure 52 : Localisation de la canalisation d'hydrocarbures par rapport aux éoliennes en projet .....	111
Figure 21 : Vitesse moyenne des vents à 40 m de hauteur en Seine-Maritime.....	54	Figure 53 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Effondrement de l'éolienne ».....	126
Figure 22 : Roses des vents sur la période de mesures acoustiques.....	55	Figure 54 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Chute de glace » .....	129
Figure 23 : Rose des vents long terme du site.....	55	Figure 55 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Chute d'éléments des éoliennes » .....	131
Figure 24 : Extrait de la carte géologique.....	56	Figure 56 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Projection de pales ou de fragments de pales » ..	133
Figure 25 : Captage d'Alimentation en Eau Potable à proximité de la Z.I.P.....	56	Figure 57 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Projection de glace » .....	136
Figure 26 : Aléa retrait/gonflement des argiles.....	58	Figure 58 : Carte de synthèse des enjeux et des zones d'effet du projet éolien du Surouët.....	140
Figure 27 : Cavités souterraines répertoriées par le BRGM et Géorisques.....	58	Figure 59 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E1 du projet éolien du Surouët.....	141
Figure 28 : Périmètre de sécurité des indices de cavités souterraines recensés sur la Z.I.P. ....	59	Figure 60 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E2 du projet éolien du Surouët.....	142
Figure 29 : Risque d'inondation par remontée de nappe .....	60	Figure 61 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E3 du projet éolien du Surouët.....	143
Figure 30 : Sensibilités du territoire aux ruissellements .....	61	Figure 62 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E4 du projet éolien du Surouët.....	144
Figure 31 : Carte des zones sismiques en France .....	62	Figure 63 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E5 du projet éolien du Surouët.....	145
Figure 32 : Extrait de la carte interactive de foudroiement en France et localisation de la zone d'implantation potentielle (période 2012-2021) .....	63		





## Chapitre 1 – RESUME NON TECHNIQUE (RNT)



## 1 - INTRODUCTION

L'étude de dangers est réalisée dans le cadre du projet de parc éolien du Surouët sur les communes de Boudeville, Ouville-l'Abbaye et Vibeuf dans le département de la Seine-Maritime (76).

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

## 2 - RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Tableau 1 : Renseignements administratifs du demandeur

Identité du demandeur																			
Raison sociale de la Société	SOCIÉTÉ DU PARC ÉOLIEN DU SUROUËT																		
Forme juridique	Société par actions simplifiée																		
Adresse du siège social	84 Rue Louis Blériot, 76230 Bois-Guillaume																		
NOM, Prénom et qualité du signataire de la demande	SOCIETE EUROPEENNE D'INGENIERIE ET DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES, Président VERBECKE Quentin, Pierre, Directeur général																		
N°SIRET	913 594 834 00016																		
N° APE	3511Z / Production d'électricité																		
Emplacement de l'installation																			
Département	Seine-Maritime (76)																		
Communes	Boudeville, Outils-Abbaye et Vibeuf																		
Lieu de l'établissement actif	Parcelle cadastrale PDL 1 : ZA 2 (Outils-Abbaye) Parcelle cadastrale PDL 2 : ZA 11 (Vibeuf)																		
Nature, volume et classement des installations																			
Nature des activités	Installations terrestres de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent																		
Volume des activités	Nombre d'aérogénérateurs : 5																		
	<b>GABARITS MAXIMISANTS</b>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Eoliennes concernées</th> <th>E1,E2,E3</th> <th>E4, E5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diamètre du rotor (m)</td> <td>116,8</td> <td>116,8</td> </tr> <tr> <td>Hauteur au moyeu (m)</td> <td>91</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>Hauteur totale en bout de pale (m)</td> <td>149,5</td> <td>143,5</td> </tr> <tr> <td>Puissance unitaire max (MW)</td> <td>4,8</td> <td>4,8</td> </tr> <tr> <td>Puissance totale installée (MW)</td> <td>24</td> <td>24</td> </tr> </tbody> </table>	Eoliennes concernées	E1,E2,E3	E4, E5	Diamètre du rotor (m)	116,8	116,8	Hauteur au moyeu (m)	91	85	Hauteur totale en bout de pale (m)	149,5	143,5	Puissance unitaire max (MW)	4,8	4,8	Puissance totale installée (MW)	24	24
	Eoliennes concernées	E1,E2,E3	E4, E5																
	Diamètre du rotor (m)	116,8	116,8																
	Hauteur au moyeu (m)	91	85																
	Hauteur totale en bout de pale (m)	149,5	143,5																
Puissance unitaire max (MW)	4,8	4,8																	
Puissance totale installée (MW)	24	24																	
Deux postes de livraison d'une surface de 34 m <sup>2</sup> chacun seront nécessaires pour raccorder le projet au poste source.																			
Rubriques de classement ICPE	2980-1 (Autorisation, rayon d'affichage : 6 km)																		

## 3 - ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION ET SYNTHÈSE DES AGRESSIONS EXTERNES

### 3.1 - LOCALISATION DU PROJET

La zone d'implantation potentielle retenue est située sur les communes de Boudeville, Outils-Abbaye, Lindebeuf et Vibeuf dans le département de la Seine-Maritime. Les éoliennes seront implantées sur les communes de Boudeville, Outils-Abbaye et Vibeuf.

Les figures des pages suivantes, présentent la zone d'implantation et la localisation du projet éolien du Surouët.

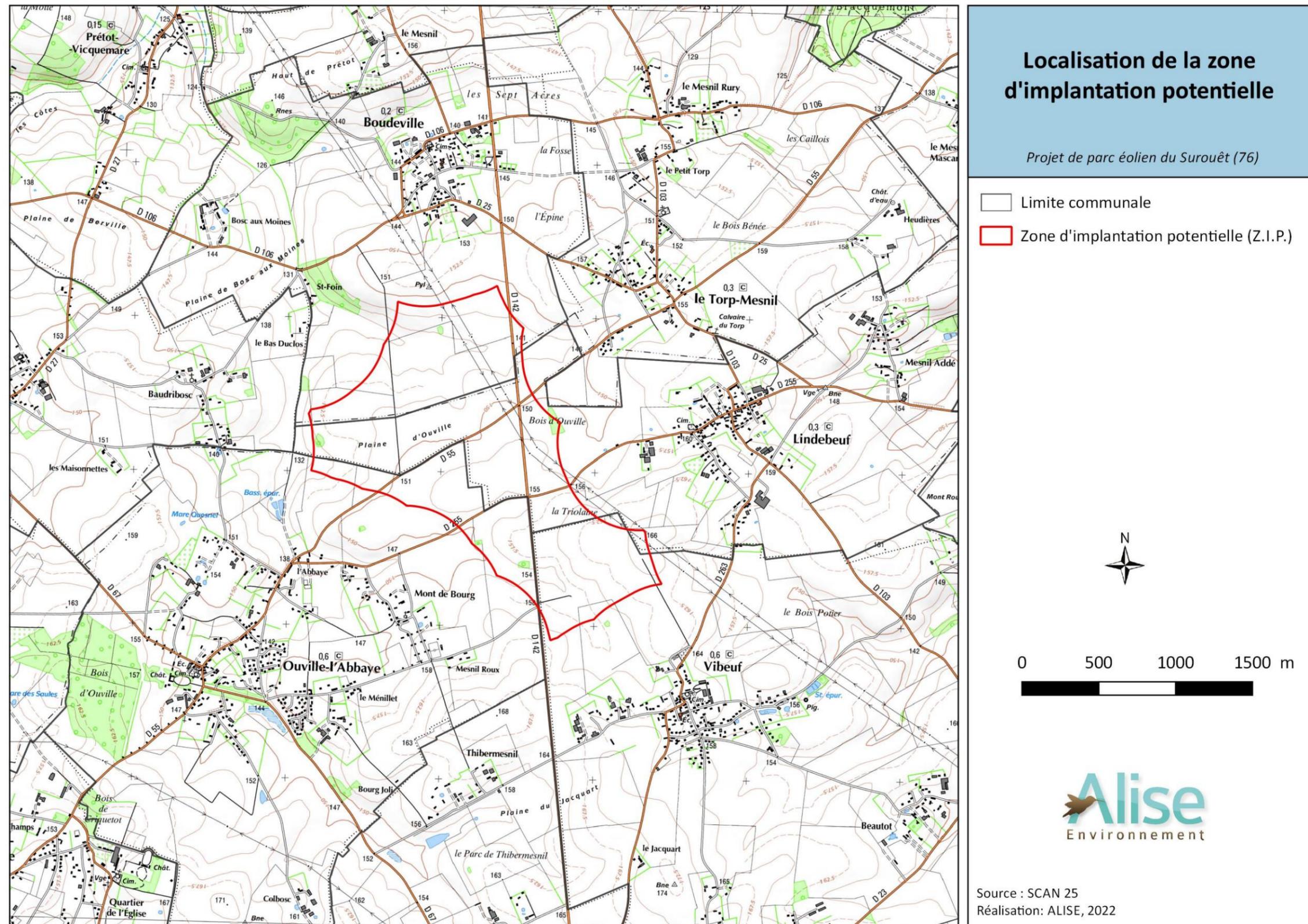


Figure 1 : Localisation de la Z.I.P.

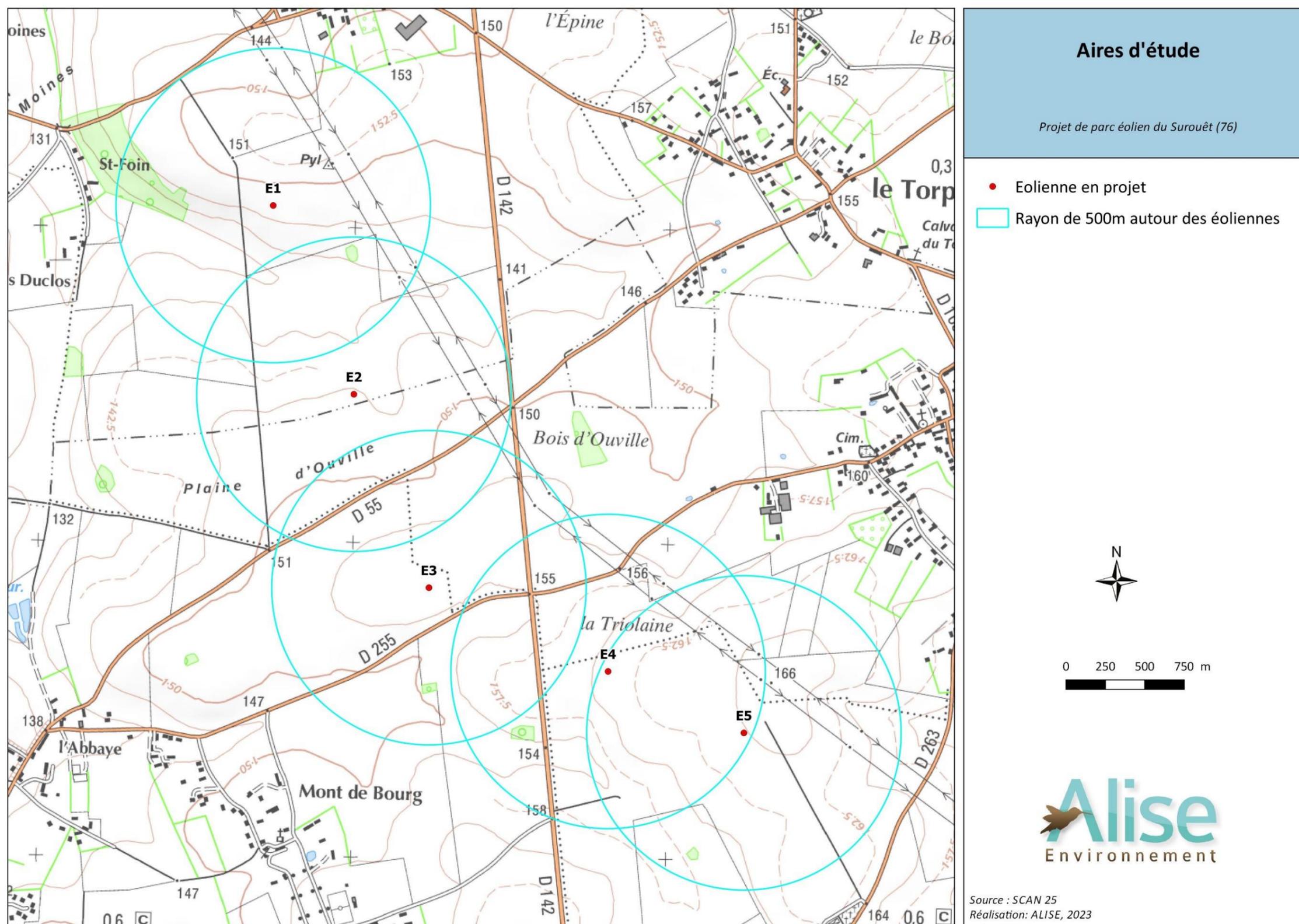


Figure 2 : Carte des aires d'étude

### 3.2 - CONTEXTE CLIMATIQUE ET POTENTIEL EOLIEN

La région dans laquelle se situent les communes d'implantation bénéficie d'un climat de type océanique qui se caractérise par des températures douces, à l'amplitude annuelle faible et des précipitations moyennement abondantes.

La zone d'implantation potentielle est située dans un secteur qui présente une vitesse des vents entre 5,5 et 6,5 m/s à 40 mètres du sol.

La production annuelle du parc éolien du Surouët est estimée à **52 800 MWh/an** (pour 2 200h équivalent pleine puissance), soit la consommation électrique de plus de 10 560 foyers au tout électrique. Cela permettra d'éviter l'émission d'environ **3 669 tonnes de CO<sub>2</sub>/an** par rapport au mix électrique français dans l'atmosphère.

### 3.3 - RISQUES NATURELS AUTOUR DU SITE D'IMPLANTATION

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

**Tableau 2 : Tableau de synthèse des risques**

Risque	Sensibilité
Mouvement de terrain	Non exclu
Retrait-gonflement des argiles	Faible
Indice de cavités souterraines	Présence
Inondation par ruissellement et coulée de boue	Modérée à forte
Inondation par remontée de nappe	Existant
Inondation par rupture de barrage	Nul
« Engins de Guerre »	Absence
Séisme	Très faible (zone 1)
Incendie de forêt	Très faible
Foudre	Infime à faible
Phénomène de tempête et grains	Non exclu

Les éoliennes ainsi que les fondations qui les supportent seront conçues pour résister aux fortes tempêtes. Le choix des machines intègre donc les caractéristiques locales du vent. La compatibilité avec le type d'éoliennes retenu sera certifiée par un organisme indépendant.

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

### 3.4 - ENVIRONNEMENT HUMAIN DU SITE D'IMPLANTATION

L'environnement proche du site d'étude se compose de zones agricoles, de quelques boisements et d'axes routiers.

#### 3.4.1 - Habitations et zones destinées aux habitations

Les communes de Boudeville et Ouille-l'Abbaye sont soumises au RNU. Il n'y a donc pas d'incompatibilité avec l'implantation d'éolienne. La commune de Lindebeuf dispose d'une carte communale approuvée en 2010. La commune de Vibeuf dispose d'un Plan Local d'Urbanisme approuvé en 2008. La zone d'implantation potentielle se trouve en zone agricole (A) du Plan local d'urbanisme de Vibeuf.

Les secteurs d'habitation sont présents sous forme de petits bourgs denses, hameaux/lieux-dits. Aucune de ces habitations et des zones destinées à l'habitation par les documents d'urbanisme opposable en vigueur n'est à moins de 500 m des éoliennes en projet.

Les éoliennes seront situées à plus de 500 m des habitations (cf. Figure 3).

Le tableau suivant présente les distances minimales des éoliennes du projet aux habitations.

**Tableau 3: Distance la plus courte entre les éoliennes et les habitations**

Habitations les plus proches du projet	Commune	Distance par rapport à la Z.I.P.
Hameau « St-Foin »	Boudeville	557 m
Sud Centre-bourg	Lindebeuf	664 m
Nord Centre-bourg	Vibeuf	675 m
Ouest Centre-bourg	Lindebeuf	743 m
Mont de Bourg	Ouille-l'Abbaye	813 m
Hameau « Mesnil-Roux »	Ouille-l'Abbaye	992 m
Hameau «le Bas Duclos »	Berville-en-Caux	1006 m
Sud-ouest Centre-bourg	Le Torp-Mesnil	1080 m

#### 3.4.2 - Etablissements sensibles et les établissements recevant du public

Les données relatives aux Etablissements Recevant du Public ont été recherchées auprès des sites internet des communes de la Z.I.P. et sur les Pages jaunes.

Il n'y a pas d'ERP sur la Z.I.P. L'ERP le plus proche est l'église de Vibeuf située à 725 m au sud de la Z.I.P.

#### 3.4.3 - Bâtiment agricole

Il n'y a pas de bâtiment agricole sur la Z.I.P.

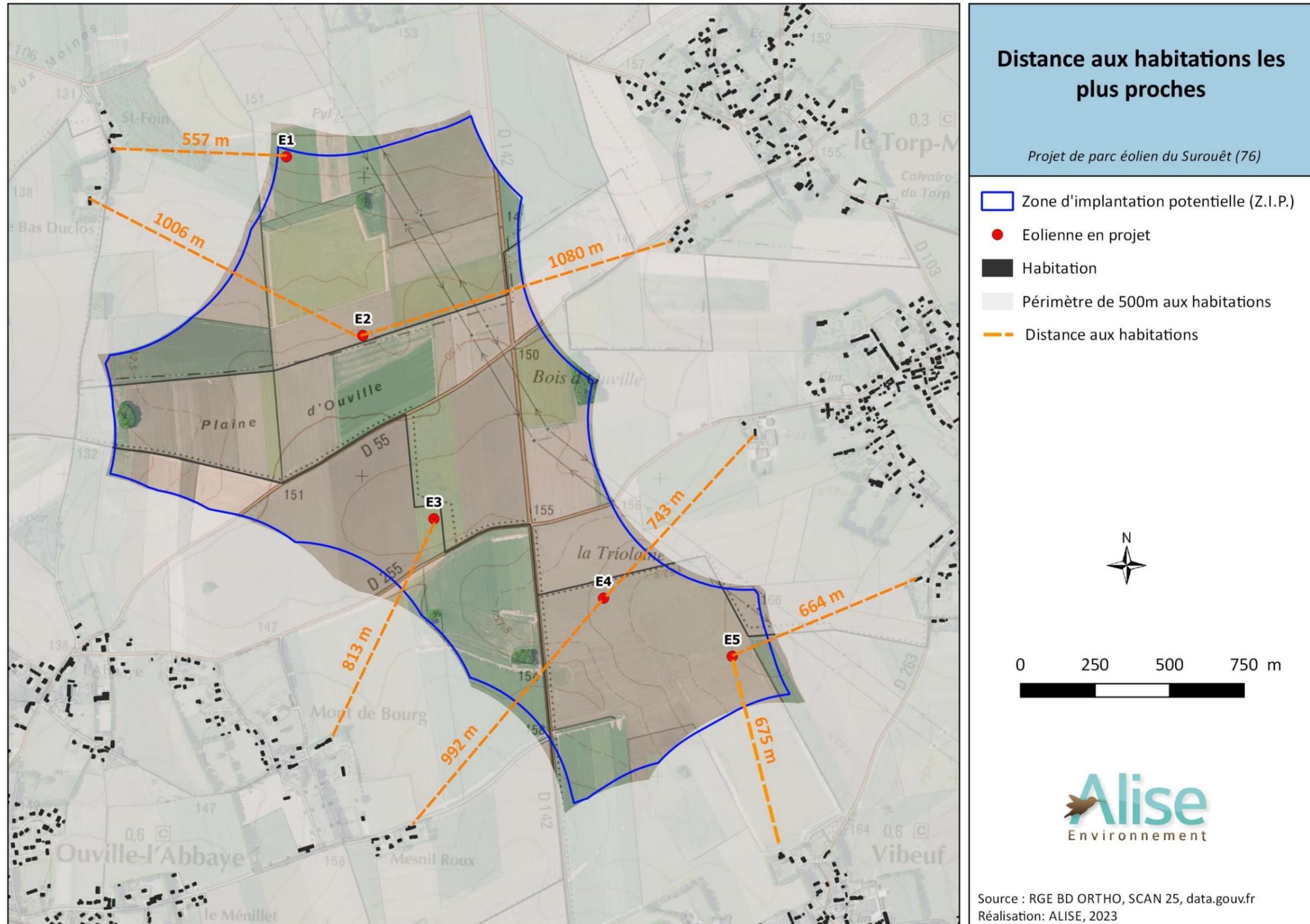


Figure 3 : Distance aux habitations les plus proches

Source : RGE BD Ortho, SCAN 25, data.gouv.fr

### 3.5 - ENVIRONNEMENT MATERIEL AUTOUR DU SITE D'IMPLANTATION

#### 3.5.1 - Infrastructures et servitudes

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

- **Canalisation de gaz**

D'après les renseignements disponibles sur le site internet [www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr) et GRT gaz, une canalisation de gaz traverse la zone d'implantation potentielle, le long de la RD 142. Une étude a été réalisée par GRT gaz afin de démontrer la comptabilité du projet (cf. Annexe 2 de l'étude de dangers).

- **Canalisation d'hydrocarbures**

D'après les renseignements disponibles sur le site internet [www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr) et TRAPIL, une canalisation d'hydrocarbures est située à 270 m au nord de la Z.I.P. Dans le cadre du projet éolien du Surouët, une étude vibratoire a été réalisée par la société Conseil Assistance Terrassement Minage (CATM). Cette étude est présente en Annexe 1 de l'étude de dangers. D'après les conclusions de l'étude, les vibrations générées par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche seraient inférieures à 3mm/s au niveau de la conduite TRAPIL, soit très inférieures au seuil de 40 mm/s admissible. La création du parc éolien ne présente donc pas de risques vis-à-vis de la conduite TRAPIL.

Les éoliennes seront implantées en dehors de toutes servitudes liées aux réseaux d'électricité, d'hydrocarbures, de gaz, d'assainissement, d'alimentation en eau potable, de télécommunication. Le projet se situe en dehors de toute servitude aéronautique ou radioélectrique associé à des installations de l'aviation civile ou militaire.

#### 3.5.2 - Réseau de transports

La zone d'implantation potentielle est accessible par les routes départementales RD 142, RD 55 et RD 255 traversant la Z.I.P.

D'après les renseignements du Dossier Départemental sur les Risques Majeurs de la Seine-Maritime et Géorisques, les communes de la Z.I.P. sont concernées par le risque lié au transport de matières dangereuses par voies routières. De plus, les communes de Boudeville, Lindebeuf et Ouville-l'Abbaye sont concernées par le risque lié au transport de matières dangereuses par canalisation.

#### 3.5.3 - Risques technologiques

Il n'y a pas, dans le secteur d'implantation, d'activités humaines pouvant avoir des conséquences graves sur le parc éolien en cas d'accident majeur. Le site du projet se trouve en dehors des zones identifiées à risques d'origine anthropique. Il est en dehors des zones de dangers retenues au titre de la maîtrise de l'urbanisme.

L'installation SEVESO II la plus proche se situe à 2,8 km au sud de la Z.I.P. Il s'agit de l'établissement LEPICARD.

L'ICPE la plus proche est le GAEC DE L'EPINE située à 598 m au nord de la Z.I.P.

Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021, les éoliennes seront implantées à plus de 300 m d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement. De

plus, compte tenu de l'absence de servitudes relatives à un PPRT, le risque industriel au niveau de la zone d'implantation potentielle est nul.

#### 4 - DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Le projet retenu consiste en l'implantation d'un parc éolien composé de 5 éoliennes d'une puissance nominale unitaire maximale de 4,2 MW sur les communes de Boudeville, Ouveille-l'Abbaye et Vibeuf.

Le projet de parc éolien du Surouët sera composé de 5 aérogénérateurs et de 2 postes de livraison. Les caractéristiques des deux gabarits maximisant sont décrites ci-dessous :

**Tableau 4 : Caractéristiques des modèles d'éolienne maximisant**

	Maximisant E1/E2/E3	Maximisant E4/E5
Diamètre du rotor (m)	116,8	116,8
Hauteur totale (m)	149,5	143,5
Hauteur au moyeu (m)	91	85
Hauteur mât au sens ICPE (m)	88,9	82,9
Largeur de la base de la pale (m)	2,4	2,4
Longueur de pôle (m)	57,3	57,3
Largeur du mât à la base (m)	4,3	4,3

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison :

**Tableau 5 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison**

Eoliennes /PDL*	Coordonnées						Altitude (en m NGF)	
	Lambert 93		Lambert II étendu		WGS 84		Pied de l'éolie nne	Bout de pale
	X	Y	X	Y	Est	Nord		
E1	546792,15	6959521,09	494599,96	2525353,43	0°52'35.9659" E	49°42'58.2152" N	147,47	296,97
E2	547048,68	6958920,77	494861,62	2524754,93	0°52'49.5628" E	49°42'39.0269" N	144,67	294,17
E3	547287,32	6958305,60	495105,49	2524141,41	0°53'2.2844" E	49°42'19.3417" N	155,06	304,56
E4	547856,96	6958039,25	495677,65	2523879,66	0°53'31.0405" E	49°42'11.2223" N	159,91	302,41
E5	548288,92	6957843,83	496111,46	2523687,72	0°53'52.8364" E	49°42'5.2754" N	163,47	305,97
PDL1	547248,64	6958157,98	495068,02	2523993,39	0°53'0.5532" E	49°42'14.5350" N	152,27	
PDL2	548108,02	6957693,91	495931,71	2523536,22	0°53'44.0167" E	49°42'0.2718" N	159,99	

\* E : Eolienne, PDL : Poste de livraison

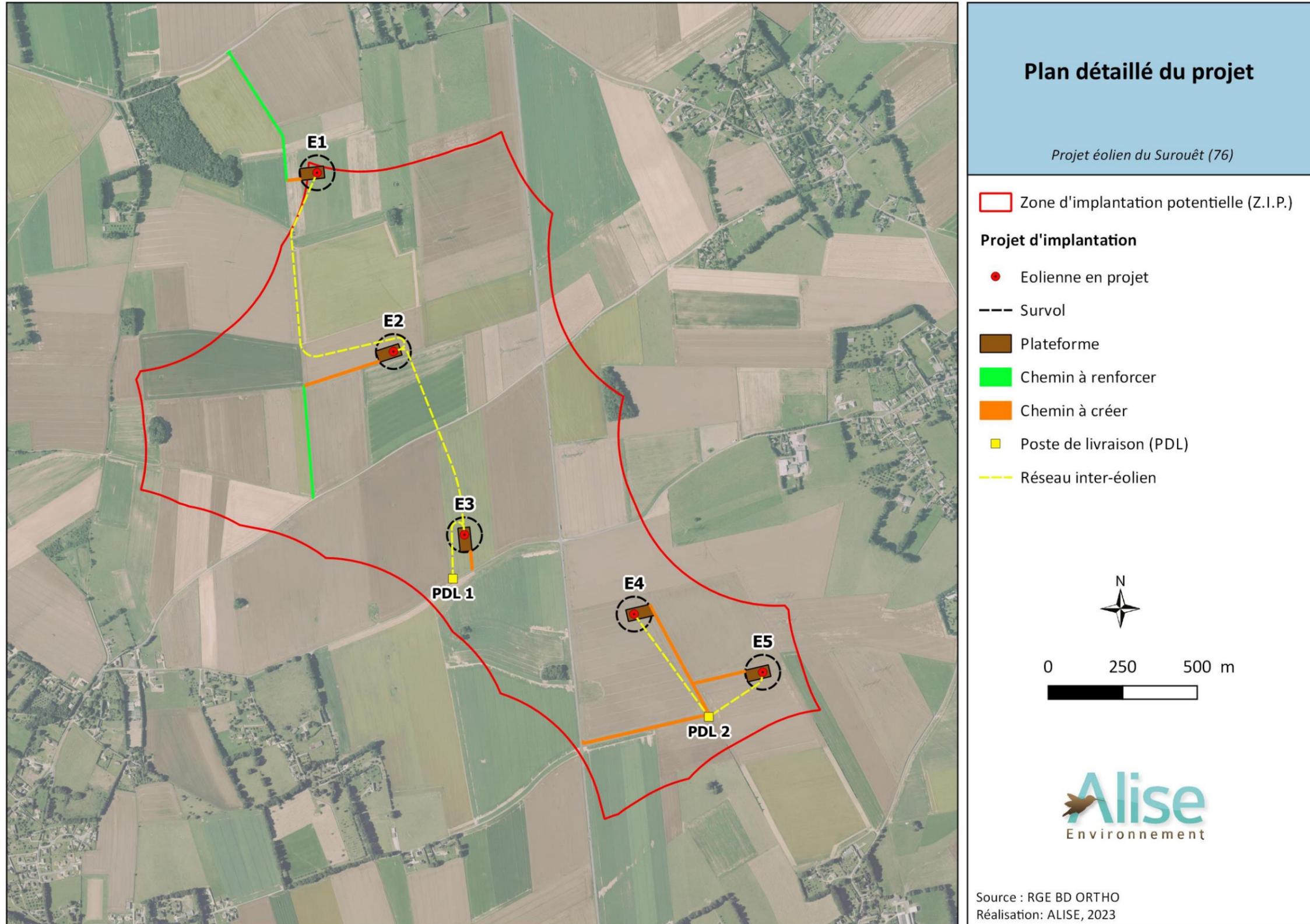


Figure 4 : Plan détaillé d'implantation

## 5 - POTENTIELS DE DANGER DES INSTALLATIONS ET REDUCTION DES RISQUES A LA SOURCE

### 5.1 - POTENTIEL DE DANGER

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

Les quantités de **substances ou produits chimiques** mises en œuvre dans l'installation sont limitées. Il s'agit de l'huile hydraulique, de l'huile de lubrification et des graisses. A cela s'ajoute les produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyeurs...) 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.

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

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

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

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

### 5.2 - REDUCTION DES RISQUES A LA SOURCE

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

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

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

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

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

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

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

### 5.3 - ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)

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

Les parcs éoliens sont découpés en systèmes, par blocs fonctionnels caractérisés par les éléments suivants :

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

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

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

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

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

**Tableau 6 : Scénarios exclus de l'étude détaillée**

Nom du scénario exclu	Justification
<b>Incendie de l'éolienne (effets thermiques)</b>	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 <sup>2</sup> n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 août 2011 modifié, 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.
<b>Incendie des postes de livraison ou du transformateur</b>	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur du bâtiment (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 modifié, impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200).
<b>Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C</b>	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. <b>Dans le cadre du projet éolien du Surouët, les températures peuvent être inférieures à 0°C, les scénarios seront donc étudiés.</b>
<b>Infiltration d'huile dans le sol</b>	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent mineurs. Ce scénario ne sera pas détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques car aucune implantation n'est présente dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

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

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

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

Concernant la présence de canalisation du TRAPIL, une étude vibratoire a été réalisée par la société Conseil Assistance Terrassement Minage (CATM). Cette étude est présente en Annexe 1 de l'étude de dangers. Cette étude conclut sur l'absence de risque de vibrations générés par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche sur la canalisation d'hydrocarbure.

Concernant la présence de la canalisation de GRT gaz, une étude a été réalisée par GRT gaz afin de démontrer la comptabilité du projet avec leurs préconisations. Cette étude est présente en Annexe 2 de l'étude de dangers

#### ❖ 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. Par exemple, la projection de pale impactant les canalisations d'une usine à proximité peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses. Ce phénomène est appelé « effet domino ».

Les effets dominos susceptibles d'impacter les éoliennes sont décrits dans le tableau d'analyse des risques génériques présenté ci-dessus.

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 ».

Concernant la présence de la canalisation du TRAPIL, une étude vibratoire a été réalisée par la société Conseil Assistance Terrassement Minage (CATM). Cette étude est présente en Annexe 1 de l'étude de dangers. Cette étude conclut sur l'absence de risque de vibrations générés par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche sur la canalisation d'hydrocarbure.

Concernant la présence de la canalisation de GRT gaz, une étude a été réalisée par GRT gaz afin de démontrer la comptabilité du projet avec leurs préconisations. Cette étude est présente en Annexe 2 de l'étude de dangers.

Ainsi, les conséquences des effets dominos seront négligées dans le cadre de la présente étude.

## 6 - METHODOLOGIE DE L'ANALYSE DES RISQUES

L'Analyse Détaillée des Risques (ADR) vise à caractériser les scénarios retenus à l'issue de l'analyse préliminaire des risques en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

### ❖ Cinétique

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.

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

### ❖ Zone d'effet

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

### ❖ Nombre d'équivalent personne

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) permet d'identifier les enjeux à protéger dans une zone d'étude.

Le Tableau 7 ci-après présente le nombre de personnes permanentes ou équivalent-personnes permanentes présentes dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes :

**Tableau 7 : Nombre d'équivalent-personnes permanentes dans l'aire d'étude de 500m**

Secteur ou infrastructure	Type	Nombre d'équivalent personnes permanentes	Eoliennes concernées (aire d'étude de 500 m)
RD 142	Voie de circulation automobile structurante : 3 649 véhicules/jour (source : Dép. 76, 2021)	0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.	E2, E3, E4
RD 55	Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) → Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	E2, E3
RD 255	Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) → Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	E3, E4
Itinéraire de randonnées	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2 personnes/1 km / 100 promeneurs par jour	E1, E2

Secteur ou infrastructure	Type	Nombre d'équivalent personnes permanentes	Eoliennes concernées (aire d'étude de 500 m)
Chemins d'exploitation ou chemins d'accès	Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) → Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	Toutes les éoliennes
Plateformes permanentes	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	Toutes les éoliennes
Champs, prairies, Boisements	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1 personne/100 hectares	Toutes les éoliennes

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur/infrastructure est présentée en Annexe 3. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologique applicables aux études de dangers.

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour la RD 142 et l'itinéraire de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

**Deux lignes électriques aériennes gérée par RTE passe à proximité de l'ensemble des éoliennes. Une servitude sera d'au minimum 150 m entre les éoliennes et les lignes électriques gérées par RTE.**

**Une canalisation d'hydrocarbures gérée par le TRAPIL passe à proximité des éoliennes. L'étude vibratoire, réalisée dans le cadre du projet par la société CATM, conclut à l'absence de risque de vibrations généré par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche sur la canalisation d'hydrocarbure.**

**Une canalisation de gaz à haute pression exploitée par GRT gaz passe à proximité des éoliennes. Une étude a été réalisée par GRT démontrant la compatibilité du projet avec leurs préconisations.**

### ❖ Intensité

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures.

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

**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 %

### ❖ 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 Tableau 7 et à la Figure 5.

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

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**

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
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	Pas de zone de létalité hors établissement	Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

#### ❖ Probabilité

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

**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.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
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.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

#### ❖ Acceptabilité des risques

Pour chacun des phénomènes dangereux étudiés, l'acceptabilité des accidents potentiels est déterminée en croisant la gravité des conséquences avec la classe de probabilité selon la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 :

**Tableau 11 : Acceptabilité des conséquences selon la classe de probabilité**

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

#### Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	Green	acceptable
Risque faible	Yellow	acceptable
Risque important	Red	non acceptable

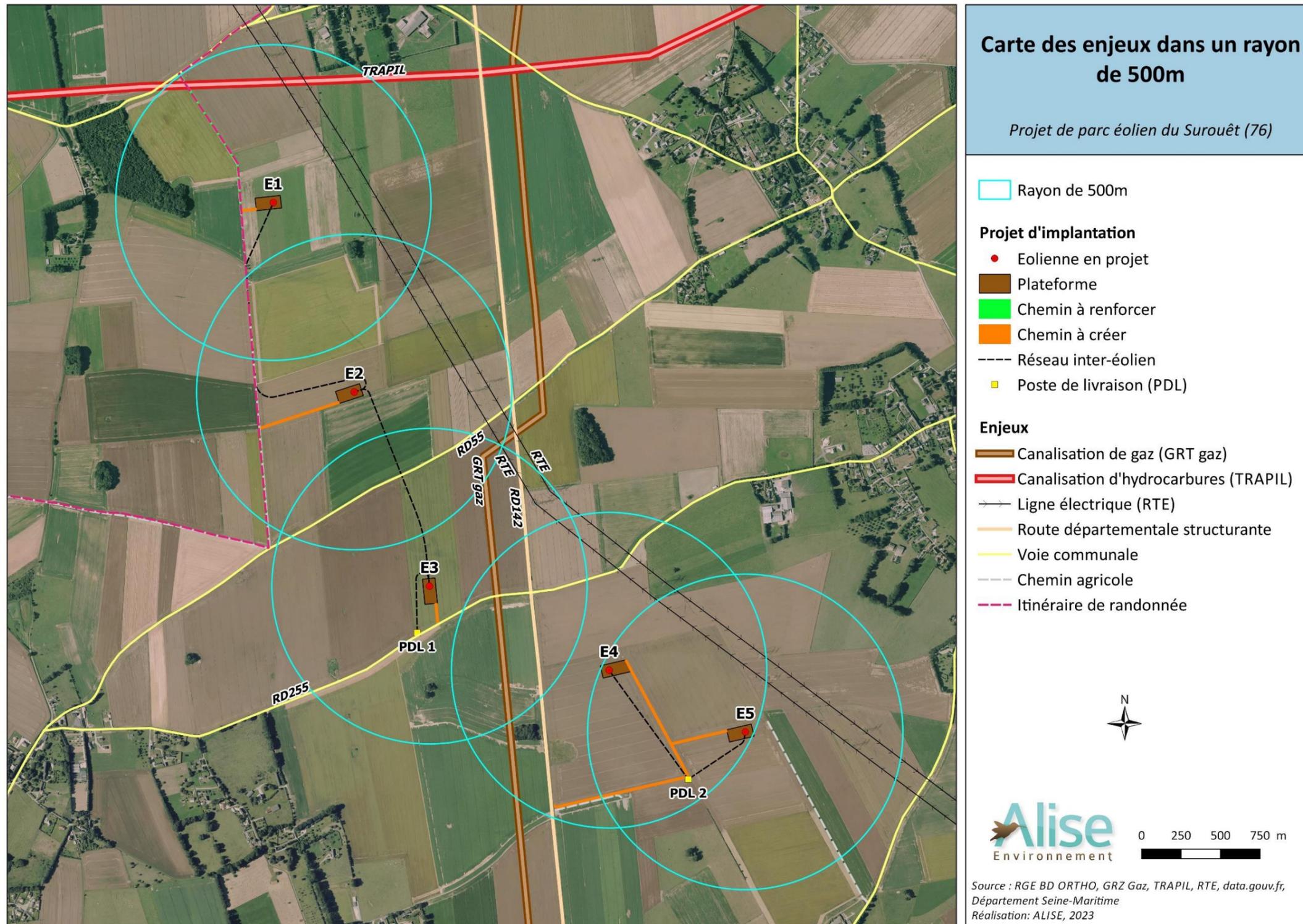


Figure 5 : Carte des enjeux dans un rayon de 500 m autour des éoliennes

## 7 - RESULTATS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Les tableaux regroupent les éoliennes qui ont le même profil de risque.

**Tableau 12 : Synthèse des scénarios étudiés**

Scénario	Abrév.	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Eff	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Important pour E1	Acceptable
						Sérieux pour E2 à E5	Acceptable
Chute de glace	ChG	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré pour toutes les éoliennes	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	ChE	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré pour toutes les éoliennes	Acceptable
Projection de pales ou fragments de pales	PrP	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieux pour E1 et E5	Acceptable
						Important pour E2 à E4	Acceptable
Projection de glace	PrG	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieux pour toutes les éoliennes	Acceptable

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-contre sera utilisée.

**Tableau 13 : Hiérarchisation des phénomènes dangereux**

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Eff (E1) PrP (E2 à E4)			
Sérieux		Eff (E2 à E5) PrP (E1 et E5)		PrG	
Modéré			ChE		ChG

**Légende de la matrice :**

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

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

**Au regard de la matrice ainsi complétée, l'ensemble des scénarios présente un niveau de risque acceptable.**

Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé très faible pour le scénario « Chute d'éléments de l'éolienne ».

Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé faible pour les scénarios « Chute de glace » et « Projection de glace ».

Pour le scénario « Effondrement de l'éolienne », le risque est jugé faible pour l'éolienne E1 et très faible pour les éoliennes E2 à E5.

Pour le scénario « Projection de pales ou fragments de pale », le risque est jugé très faible pour les éoliennes E1 et E5 et faible pour les éoliennes E2 à E4.

De manière générale, les scénarios d'accident doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible.

Les cartes de synthèse ci-après présentent les zones d'effets les plus importantes pour les cinq phénomènes étudiés (Effondrement de l'éolienne, Chute de glace, Chute d'éléments de l'éolienne, Projection de pale ou fragments de pale, Projection de glace).

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

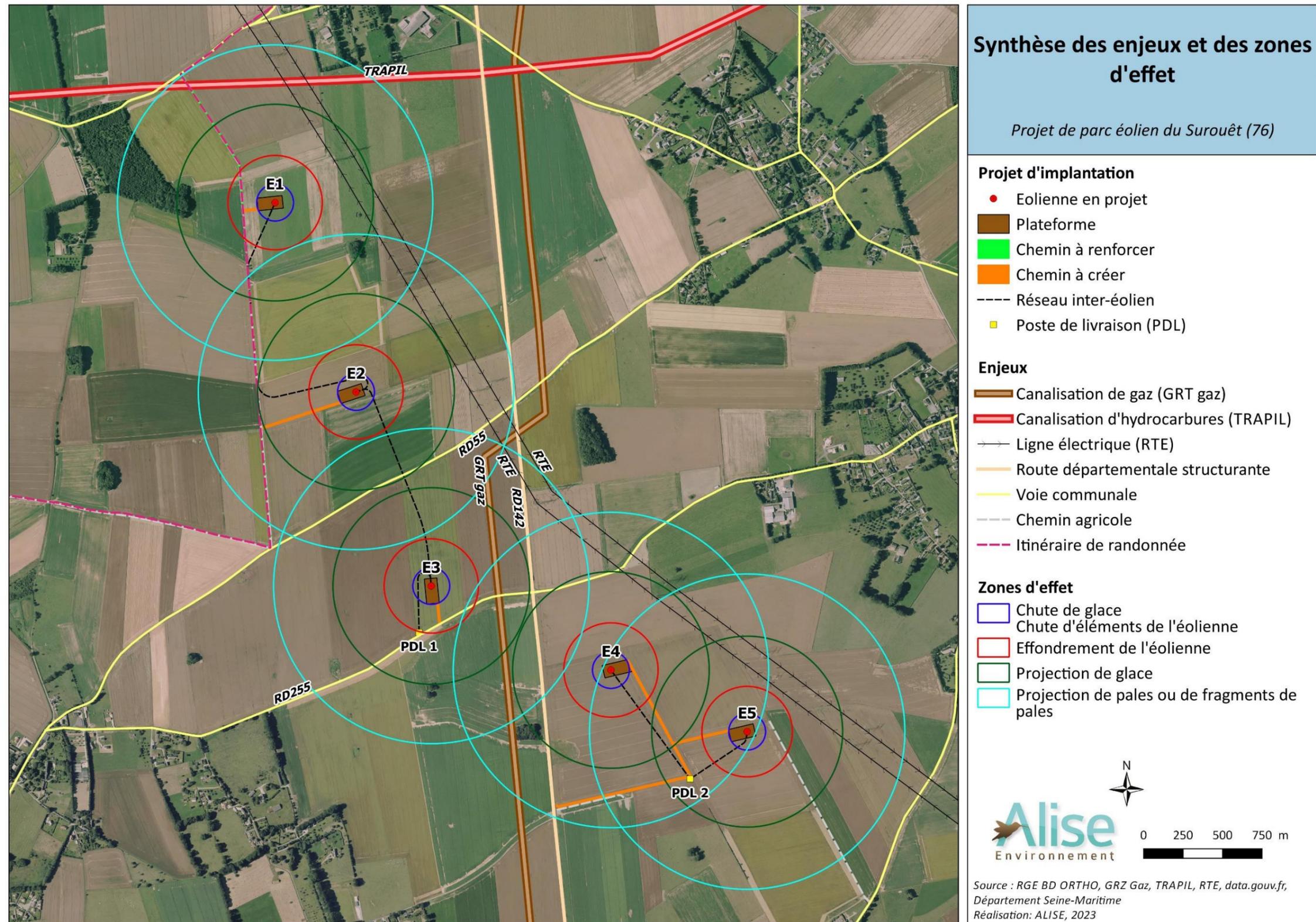


Figure 6 : Carte de synthèse des enjeux et des zones d'effet du projet éolien du Surouët

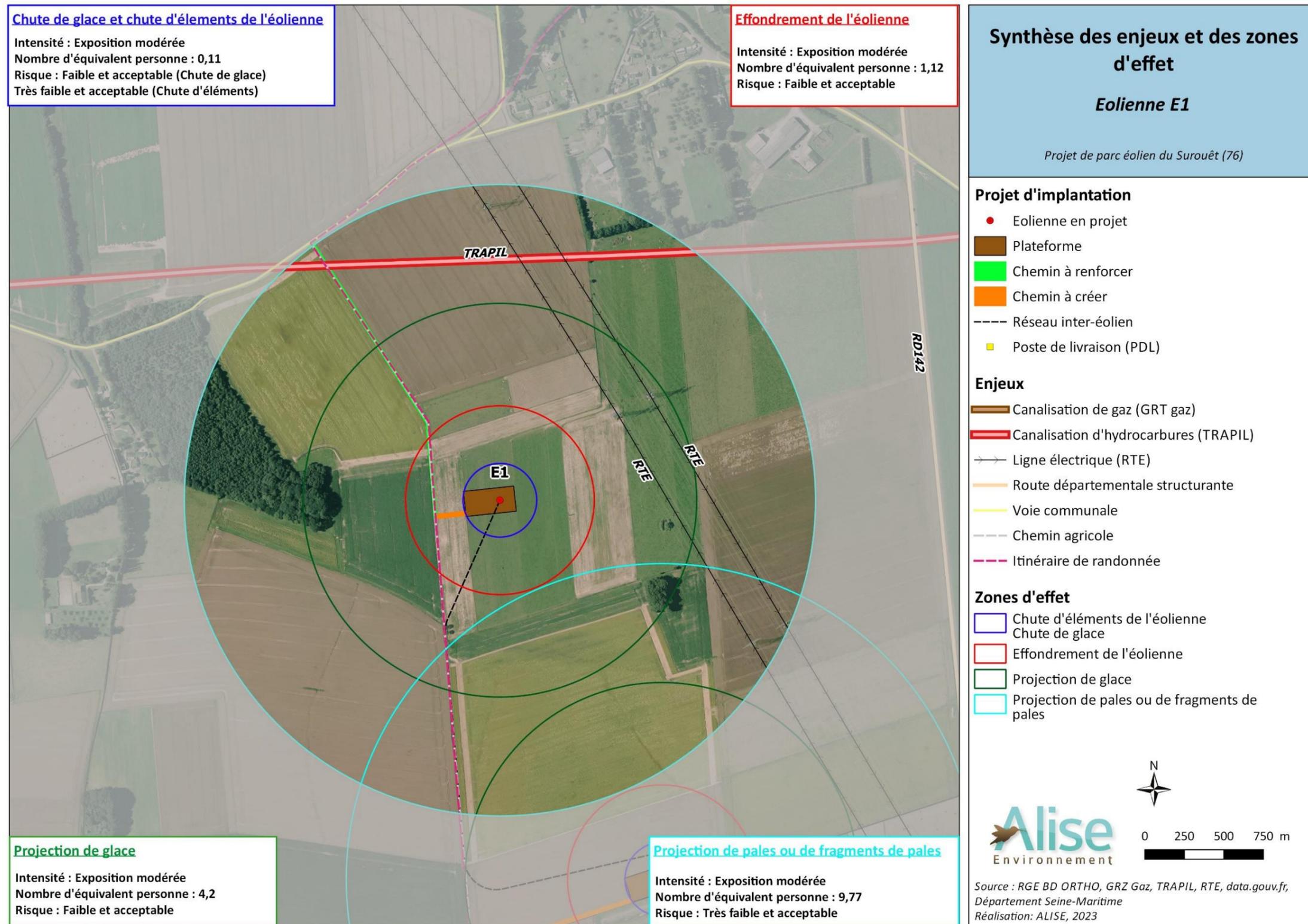


Figure 7 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E1 du projet éolien du Surouët

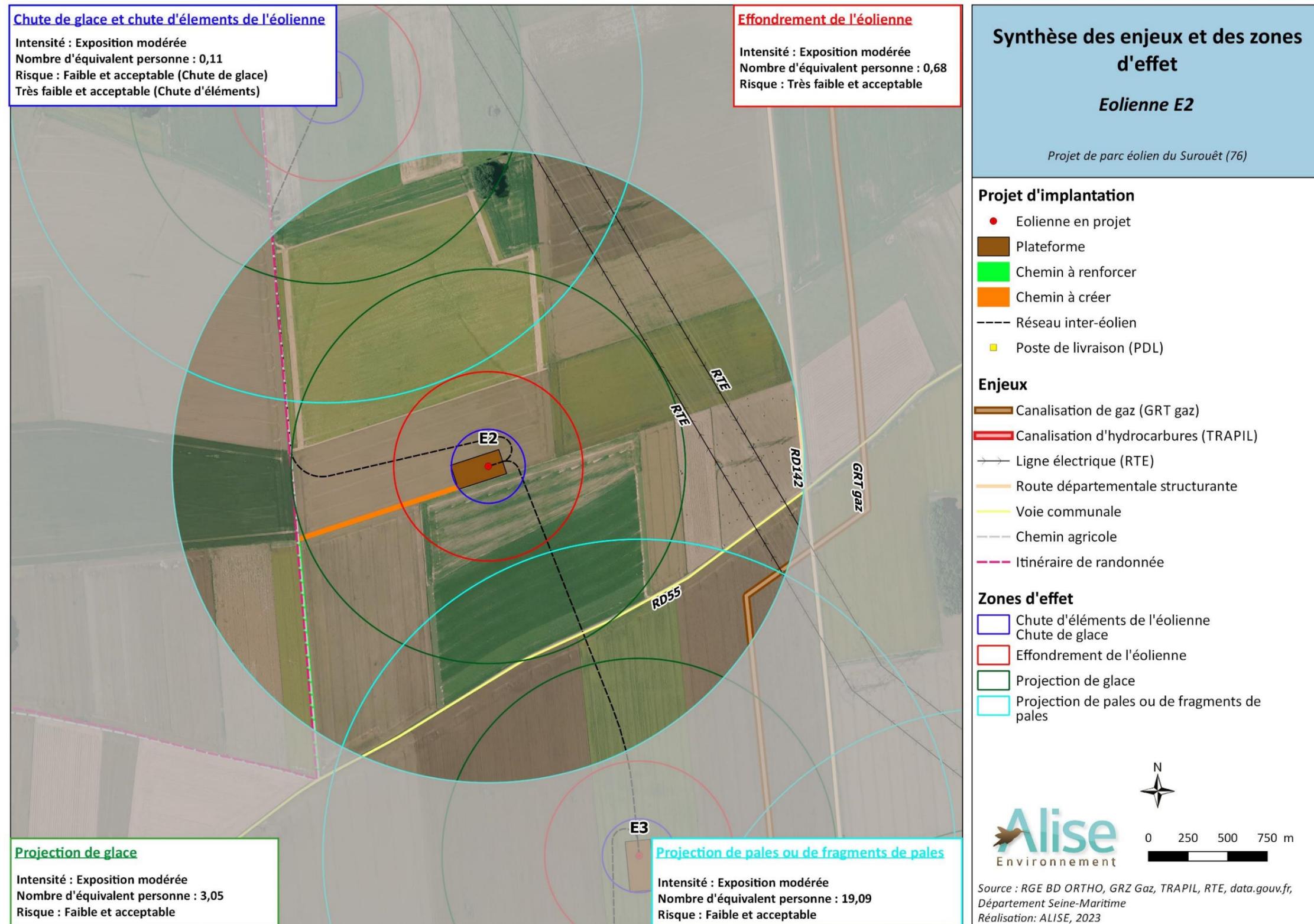


Figure 8 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E2 du projet éolien du Surouët

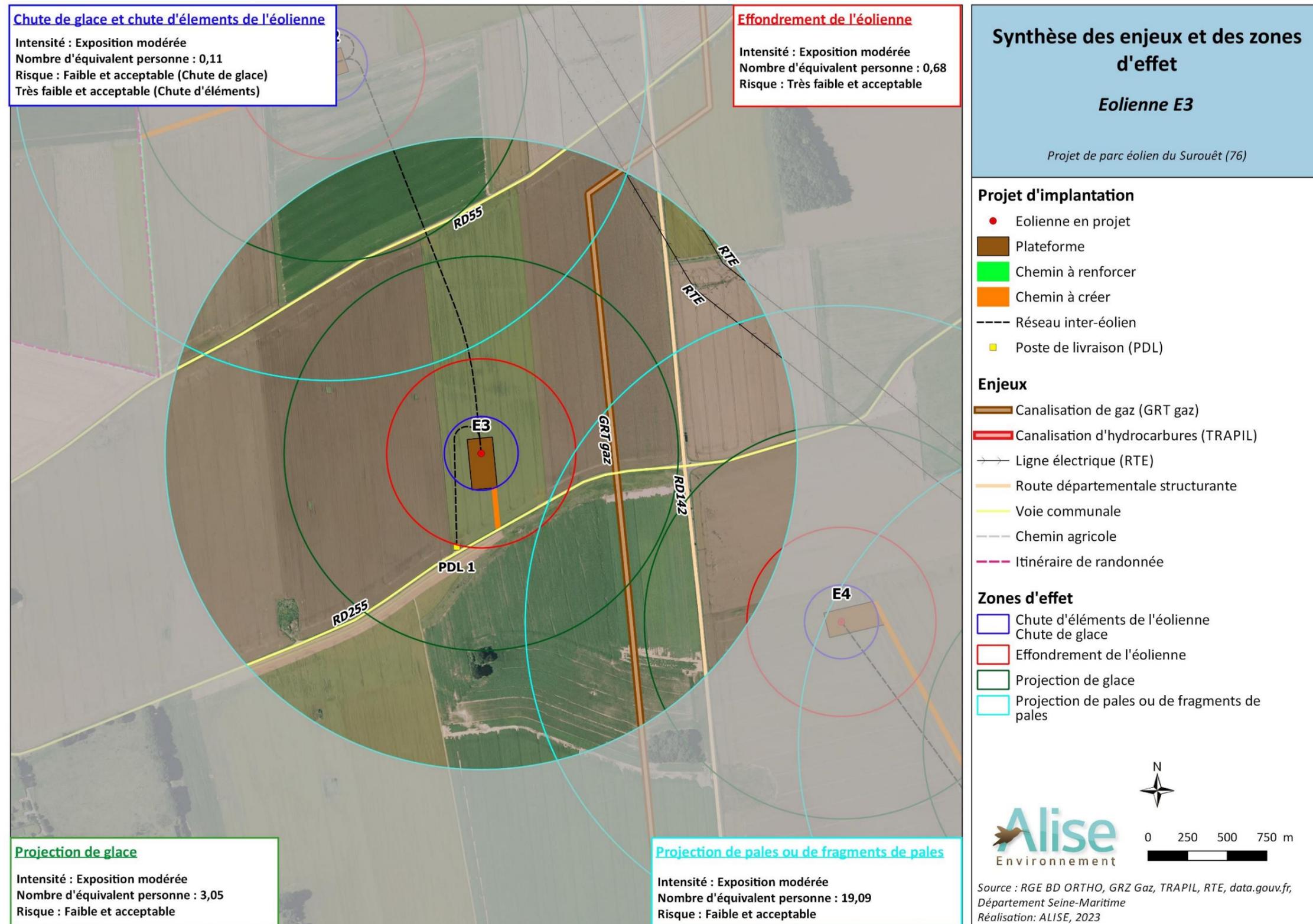


Figure 9 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E3 du projet éolien du Surouët

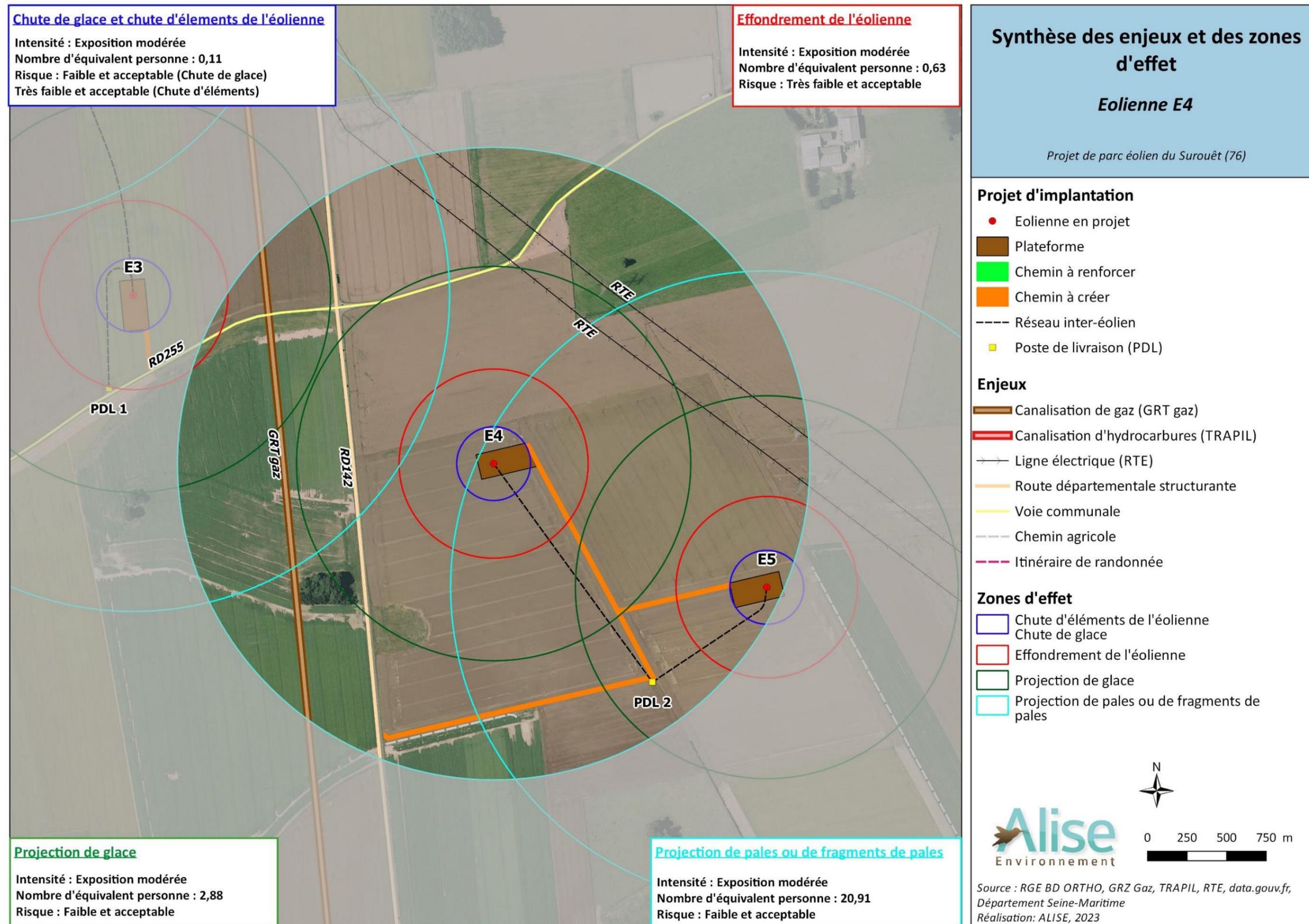


Figure 10 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E4 du projet éolien du Surouët

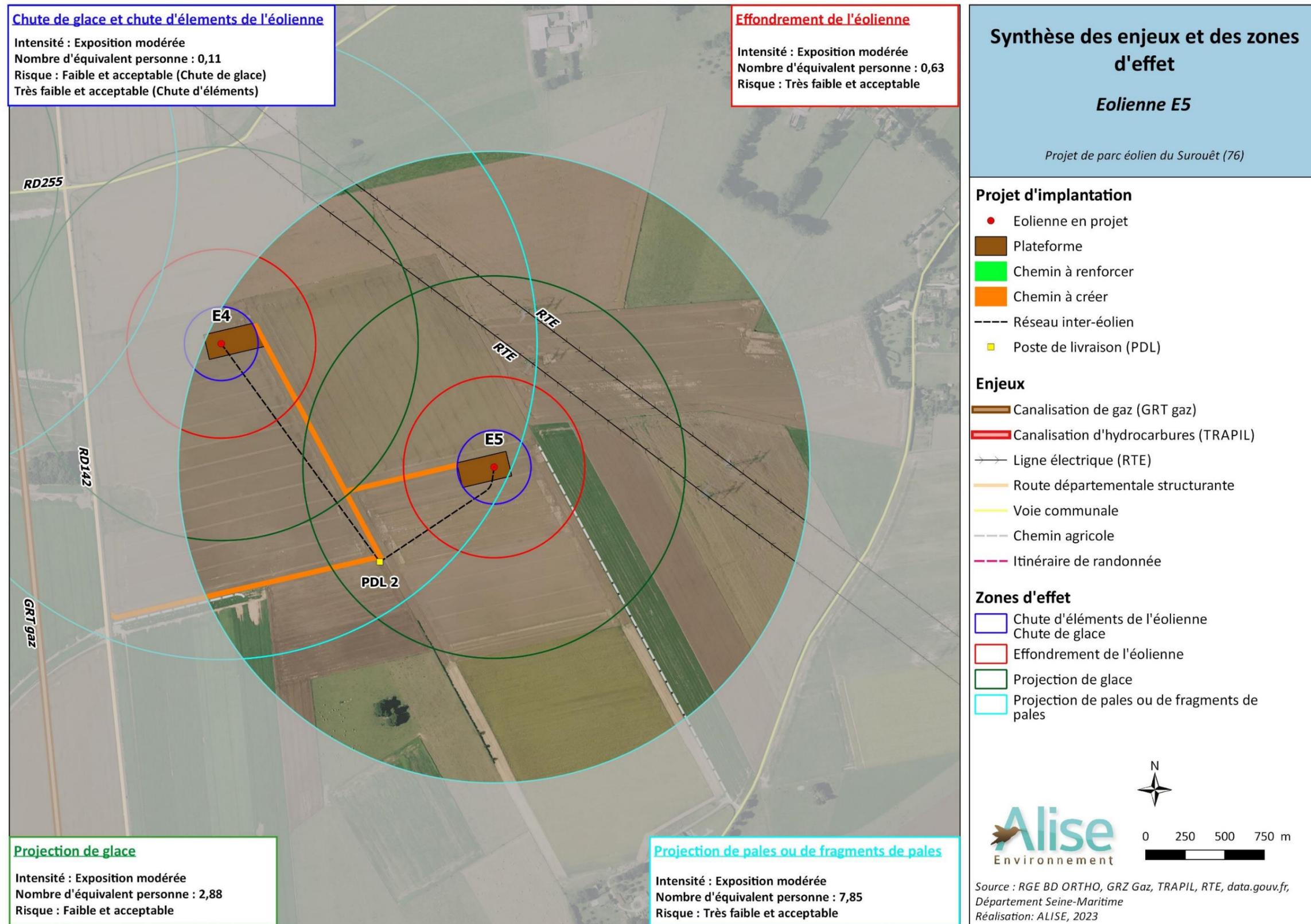


Figure 11 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E5 du projet éolien du Surouët

## 8 - MOYENS D'INTERVENTION ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES

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

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

Dès que le dysfonctionnement détecté est susceptible d'avoir des conséquences sur la sécurité (mise en arrêt, déclenchement de la détection incendie, 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.

En cas d'accident majeur, l'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes, suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur.

## 9 - CONCLUSION

La présente étude de dangers a été réalisée dans le cadre du projet éolien du Surouët, située sur les communes de Boudeville, Ouville-l'Abbaye et Vibeuf dans le département de la Seine-Maritime (76).

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

**Les risques d'origine externe sont minimes car le site du projet ne présente pas de dangers particuliers. Il est en dehors des zones concernées par des risques naturels ou anthropiques majeurs.**

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

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

**Au regard de la matrice ainsi complétée, l'ensemble des scénarios présente un niveau de risque acceptable.**

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

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

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





## Chapitre 2 - INTRODUCTION

## 1 - OBJET DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société Parc éolien du Surouët, filiale de SEIDER pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du projet éolien du Surouët 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.

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

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le projet éolien, 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 de dangers a été réalisée par le bureau d'études ALISE, expérimenté notamment dans les dossiers ICPE de parcs éoliens et d'autres ouvrages, en collaboration avec l'équipe de SEIDER pour les données de calculs. Les méthodes de calcul de danger sont celles du GUIDE TECHNIQUE « Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens », validé en juin 2012 par la Direction Générale de Prévention des Risques (DGPR). Les éléments de ce guide ont été pris en compte dans la présente étude.

## 2 - CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

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. 512-1, 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.

L'arrêté 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 [10] fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accidents majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

Ainsi, l'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

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. 512-9 du Code de l'Environnement :

- description de l'environnement et du voisinage ;
- description des installations et de leur fonctionnement ;
- identification et caractérisation des potentiels de danger ;
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers ;
- réduction des potentiels de dangers ;
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs) ;
- analyse préliminaire des risques ;
- étude détaillée de réduction des risques ;
- 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 ;
- représentation cartographique ;
- résumé non technique de l'étude des dangers.

De même, 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 précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

L'arrêté du 26 août 2011 modifié, relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement comprend des dispositions constructives et en phase d'exploitation concernant notamment la sécurité (par exemple, normes, sécurité face aux incendies, foudre...). La circulaire du 29 août 2011 relative aux conséquences et orientations du classement des éoliennes dans le régime des installations classées donne des éclairages sur l'instruction. Elle précise notamment que les études de dangers pourront présenter un caractère plus léger que bon nombre d'autres installations classées, bien plus dangereuses, dans un souci de proportionnalité.

Enfin, 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 précise que les principaux risques sont générés au cours de la phase d'exploitation et il est donc normal que l'étude de dangers concerne principalement cette phase d'exploitation. L'étude de dangers exclut donc la phase de construction.

### 3 - REFERENCE NOMENCLATURE ICPE

Au titre de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, le projet est concerné par la rubrique suivante :

**Tableau 14 : Rubriques de la nomenclature des I.C.P.E.**

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 Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m	A	6 km	<p style="text-align: center;"><b>5 éoliennes</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Hauteur maximale totale</th> <th>Hauteur de mât au sens ICPE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E1 à E3</td> <td>149,5</td> <td>88,9</td> </tr> <tr> <td>E4,E5</td> <td>143,5</td> <td>82,9</td> </tr> </tbody> </table>		Hauteur maximale totale	Hauteur de mât au sens ICPE	E1 à E3	149,5	88,9	E4,E5	143,5	82,9
	Hauteur maximale totale	Hauteur de mât au sens ICPE											
E1 à E3	149,5	88,9											
E4,E5	143,5	82,9											

\*A : autorisation ; D : déclaration

Le projet éolien 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 environnementale unique.

Le rayon d'affichage est de 6,0 km. Il permet de définir le périmètre à l'intérieur duquel l'affichage de l'avis d'enquête publique est obligatoire. Les communes concernées par la zone d'implantation potentielle sont situées dans le département de la Seine-Maritime (76).

#### ❖ Zone d'implantation potentielle :

**Tableau 15 : Communes de la zone d'implantation potentielle**

Département	Communes	N°INSEE
Seine-Maritime (76)	BOUDEVILLE	76129
Seine-Maritime (76)	LINDEBEUF	76387
Seine-Maritime (76)	OUVILLE-L'ABBAYE	76491
Seine-Maritime (76)	VIBEU	76737

Le rayon d'affichage de 6 km permet de définir les communes sur lesquelles devra avoir lieu l'enquête publique. Il est mesuré à partir de l'implantation des éoliennes du projet.

Au total, 36 communes sont concernées en tout ou partie par le périmètre de l'enquête publique.

#### ❖ Communes du rayon d'affichage :

**Tableau 16 : Communes concernées par l'enquête publique du projet éolien du Surouët**

Intercommunalité	Commune	
<b>Communauté de Communes Plateau de Caux-Doudeville-Yerville</b>	AMFREVILLE-LES-CHAMPS	
	ANCRETIEVILLE-SAINT-VICTOR	
	BENESVILLE	
	BERVILLE-EN-CAUX	
	<b>BOUDEVILLE</b>	
	BOURDAINVILLE	
	BRETTEVILLE-SAINT-LAURENT	
	CANVILLE-LES-DEUX-ÉGLISES	
	CRICQUETOT-SUR-OUVILLE	
	DOUDEVILLE	
	ECTOT-L'AUBER	
	ÉTALLEVILLE	
	GONZEVILLE	
	GREMONVILLE	
	LE TORP-MESNIL	
	<b>LINDEBEUF</b>	
	<b>OUVILLE-L'ABBAYE</b>	
	PRETOT-VICQUEMARE	
	REUVILLE	
	SAINT-LAURENT-EN-CAUX	
	SAINT-MARTIN-AUX-ARBRES	
	SAUSSAY	
	<b>VIBEU</b>	
	YERVILLE	
	YVECRIQUE	
	<b>Communauté de Communes Terroir de Caux</b>	AUZOUVILLE-SUR-SAANE
		BELLEVILLE-EN-CAUX
		GONNETOT
IMBLEVILLE		
LA FONTELAYE		
LESTANVILLE		
SAANE-SAINT-JUST		
SAINT-OUEN-LE-MAUGER		
SAINT-PIERRE-BENOUVILLE		
SASSETOT-LE-MALGARDE		
VAL-DE-SAANE		

**4 - RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS**

Maître d'œuvre : SEIDER, 84 Rue Louis Blériot, 76230 Bois-Guillaume

**Tableau 17 : Renseignements administratifs du demandeur**

Identité du demandeur																			
Raison sociale de la Société	SOCIÉTÉ DU PARC ÉOLIEN DU SUROUËT																		
Forme juridique	Société par actions simplifiée																		
Adresse du siège social	84 Rue Louis Blériot, 76230 Bois-Guillaume																		
NOM, Prénom et qualité du signataire de la demande	SOCIETE EUROPEENNE D'INGENIERIE ET DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES, Président VERBECKE Quentin, Pierre, Directeur général																		
N°SIRET	913 594 834 00016																		
N° APE	3511Z / Production d'électricité																		
Emplacement de l'installation																			
Département	Seine-Maritime (76)																		
Communes	Boudeville, Ouville-l'Abbaye et Vibeuf																		
Lieu de l'établissement actif	Parcelle cadastrale PDL 1 : ZA 2 (Ouville-l'Abbaye) Parcelle cadastrale PDL 2 : ZA 11 (Vibeuf)																		
Nature, volume et classement des installations																			
Nature des activités	Installations terrestres de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent																		
Volume des activités	Nombre d'aérogénérateurs : 5																		
	<b>GABARITS MAXIMISANTS</b>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Eoliennes concernées</th> <th>E1,E2,E3</th> <th>E4, E5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diamètre du rotor (m)</td> <td>116,8</td> <td>116,8</td> </tr> <tr> <td>Hauteur au moyeu (m)</td> <td>91</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>Hauteur totale en bout de pale (m)</td> <td>149,5</td> <td>143,5</td> </tr> <tr> <td>Puissance unitaire max (MW)</td> <td>4,8</td> <td>4,8</td> </tr> <tr> <td>Puissance totale installée (MW)</td> <td>24</td> <td>24</td> </tr> </tbody> </table>	Eoliennes concernées	E1,E2,E3	E4, E5	Diamètre du rotor (m)	116,8	116,8	Hauteur au moyeu (m)	91	85	Hauteur totale en bout de pale (m)	149,5	143,5	Puissance unitaire max (MW)	4,8	4,8	Puissance totale installée (MW)	24	24
	Eoliennes concernées	E1,E2,E3	E4, E5																
	Diamètre du rotor (m)	116,8	116,8																
	Hauteur au moyeu (m)	91	85																
	Hauteur totale en bout de pale (m)	149,5	143,5																
Puissance unitaire max (MW)	4,8	4,8																	
Puissance totale installée (MW)	24	24																	
Deux postes de livraison d'une surface de 34 m <sup>2</sup> chacun seront nécessaires pour raccorder le projet au poste source.																			
Rubriques de classement ICPE	2980-1 (Autorisation, rayon d'affichage : 6 km)																		

Le KBIS est présenté dans le volet administratif de la demande.

Société de projet / Maître d'ouvrage : SOCIÉTÉ DU PARC ÉOLIEN DU SUROUËT, filiale de SEIDER



## Chapitre 3 – LOCALISATION DU SITE

## 1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le projet de parc éolien du Surouët est composé de cinq aérogénérateurs et de deux postes de livraison sur les communes de Boudeville, Ouville-l'Abbaye et Vibeuf, au sein de la Communauté de Communes Plateau de Caux-Doudeville-Yerville, dans le département de la Seine-Maritime (76), en région Normandie.

Le site retenu pour le projet éolien du Surouët est le suivant :

**Tableau 18 : Situation géographique du projet**

<b>Région</b>	Normandie
<b>Département</b>	Seine-Maritime (76)
<b>Arrondissements</b>	Rouen
<b>Cantons</b>	Yvetot
<b>Communes concernées par la Z.I.P.</b>	Boudeville, Lindebeuf, Ouville-l'Abbaye, Vibeuf
<b>Communautés de communes</b>	Communauté de communes Plateau de Caux-Doudeville-Yerville
<b>Communes voisines</b>	Amfreville-les-Champs, Berville-en-Caux, Bourdainville, Criquetot-sur-Ouville, Imbleville, La Fontelaye, Torp-Mesnil, Prétot-Vicquemare, Saint-Laurent-en-Caux, Val-de-Saône et Yerville
<b>EPCI voisins</b>	CC Côte d'Albâtre, CC de la Région d'Yvetot, CC Caux-Austreberthe, CC inter-Caux-Vexin, CC Terroir de Caux et CC Caux Vallée de Seine

La Zone d'Implantation Potentielle (Z.I.P.) est située sur les communes de Boudeville, Lindebeuf, Ouville-l'Abbaye et Vibeuf, dans le département de Seine Maritime (76). La ville d'Yvetot, à environ 10 km au sud-ouest, constitue le centre urbain le plus proche.

Les figures suivantes représentent la localisation régionale du projet éolien du Surouët ainsi que la localisation de la zone d'implantation potentielle.

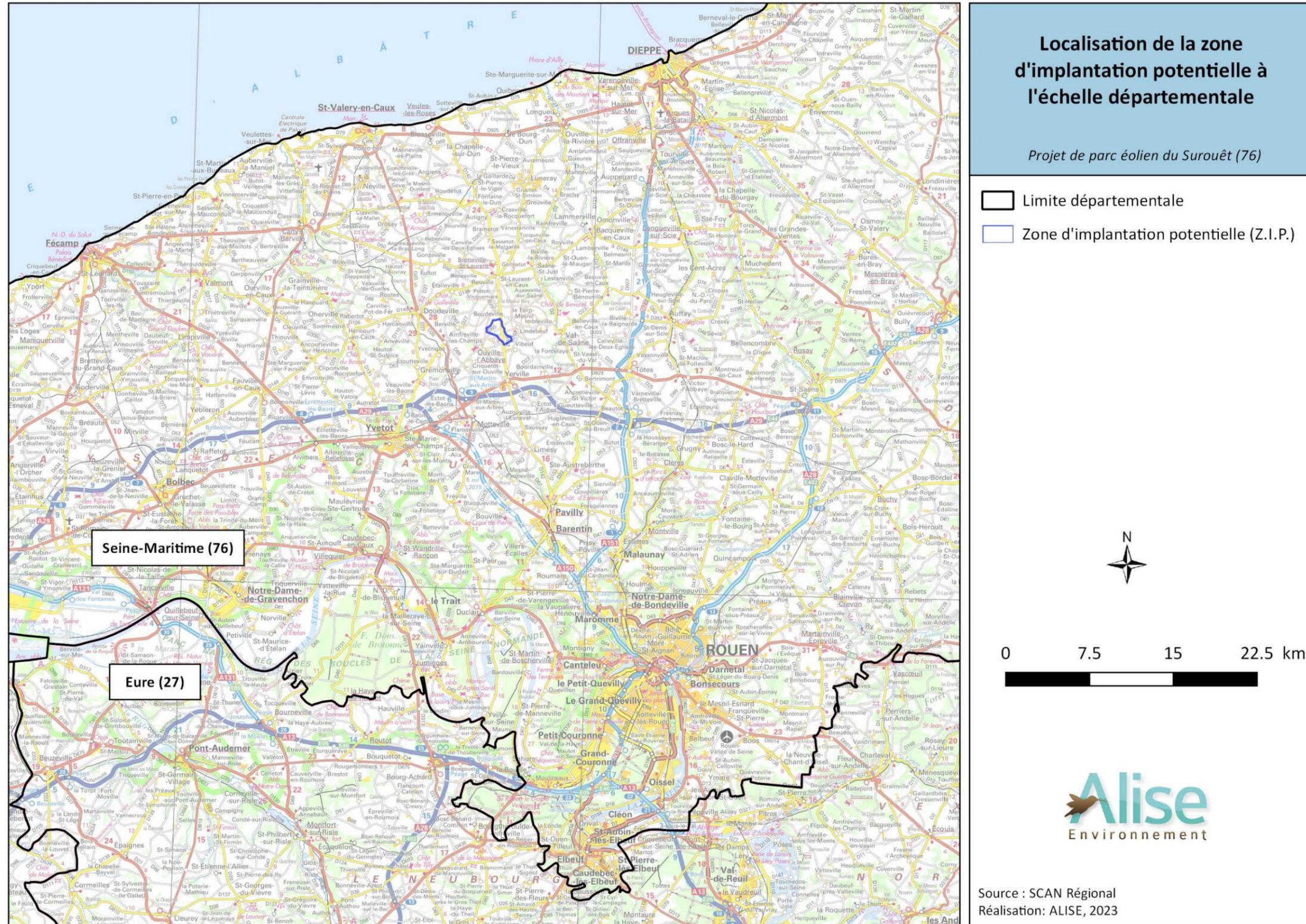


Figure 12 : Localisation départementale du projet

Source : Scan IGN

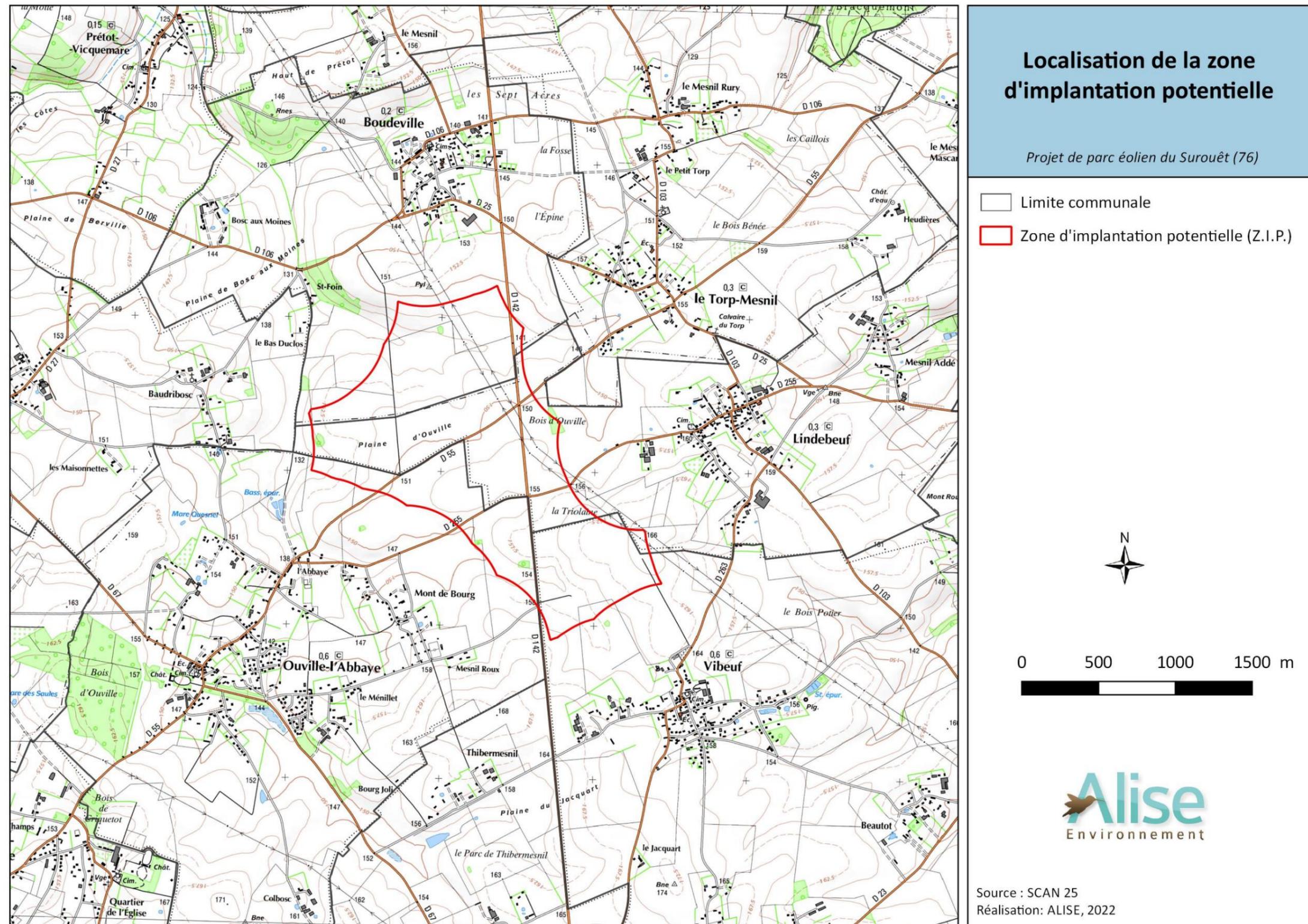


Figure 13 : Localisation de la Z.I.P.

## 2 - SITUATION ADMINISTRATIVE

Les éoliennes et les postes de livraison sont concernés par les parcelles cadastrales suivantes :

**Tableau 19 : Liste des sections cadastrales**

Eolienne	N° des sections cadastrales			Commune
	Fondation	Plateforme	Survol	
E1	BOUDEVILLE ZB6	BOUDEVILLE ZB6	BOUDEVILLE ZB7 BOUDEVILLE ZB6 BOUDEVILLE ZB30	BOUDEVILLE
E2	BOUDEVILLE ZB18	BOUDEVILLE ZB18	BOUDEVILLE ZB18 LINDEBEUF ZA11 LINDEBEUF ZA12	BOUDEVILLE
E3	OUVILLE L'ABBAYE ZA2	OUVILLE L'ABBAYE ZA2	OUVILLE L'ABBAYE ZA2 LINDEBEUF ZA24	OUVILLE L'ABBAYE
E4	VIBEUF ZA 47	VIBEUF ZA 47	VIBEUF ZA 47	VIBEUF
E5	VIBEUF ZA 39	VIBEUF ZA 39	VIBEUF ZA 47 VIBEUF ZA 7	VIBEUF
PDL	N° des sections cadastrales			Commune
PDL 1	OUVILLE L'ABBAYE ZA2			OUVILLE L'ABBAYE
PDL 2	VIBEUF ZA 11			VIBEUF
Accès	N° des sections cadastrales			Commune
E1	BOUDEVILLE ZB6			BOUDEVILLE
E2	BOUDEVILLE ZB18			BOUDEVILLE
E3	OUVILLE L'ABBAYE ZA2			OUVILLE L'ABBAYE
E4	VIBEUF ZA 47			VIBEUF
E5	VIBEUF ZA 47 VIBEUF ZA 7			VIBEUF
Accès PDL 1	OUVILLE L'ABBAYE ZA2			OUVILLE L'ABBAYE
Accès PDL 2	VIBEUF ZA 47			VIBEUF

La présente étude de dangers est en partie basée sur des éléments issus de l'étude d'impact sur l'environnement. L'état initial a été réalisé sur la zone d'implantation potentielle sur les communes de Boudeville, Ouville-l'Abbaye, Lindebeuf et Vibeuf.

### 3 - COORDONNEES DES EOLIENNES ET DES POSTES DE LIVRAISON

Tableau 20 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison

Eoliennes	Coordonnées		Altitude (en m NGF)	
	Lambert 93		Pied de l'éolienne (m)	Bout de pale
	X	Y		
E1	546792,15	6959521,09	147,47	296,97
E2	547048,68	6958920,77	144,67	294,17
E3	547287,32	6958305,60	155,06	304,56
E4	547856,96	6958039,25	159,91	302,41
E5	548288,92	6957843,83	163,47	305,97
PDL 1	547248,64	6958157,98	152,27	
PDL 2	548108,02	6957693,91	159,99	

E : Eolienne

PDL : Poste de livraison

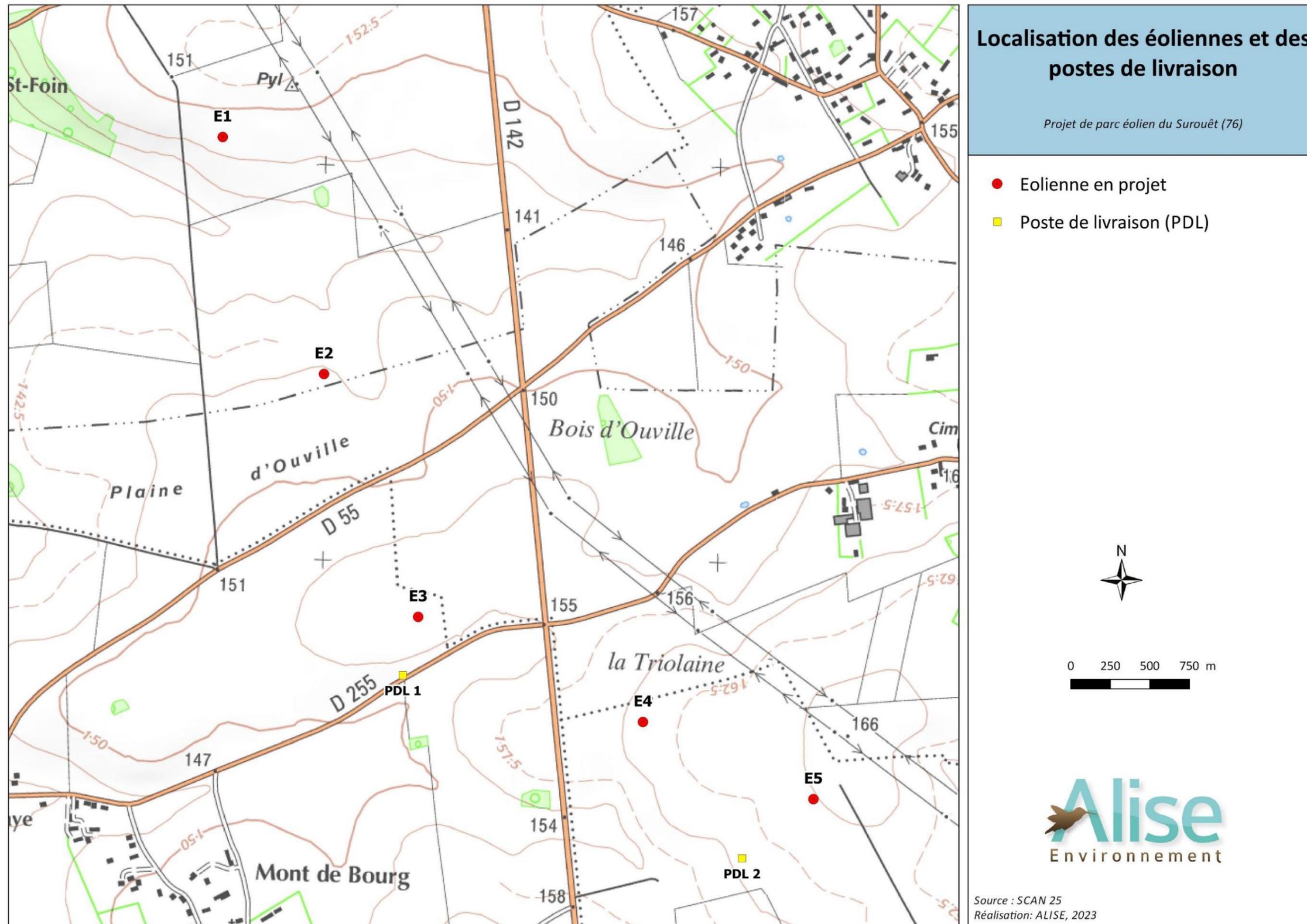


Figure 14 : Localisation des éoliennes et des postes de livraison

#### 4 - DEFINITION DES AIRES D'ETUDE

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, telle que définie au paragraphe 2.4 -, page 133. Les éoliennes seront implantées à plus de 500 m des habitations.

La zone d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison. Ceux-ci 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 des postes de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

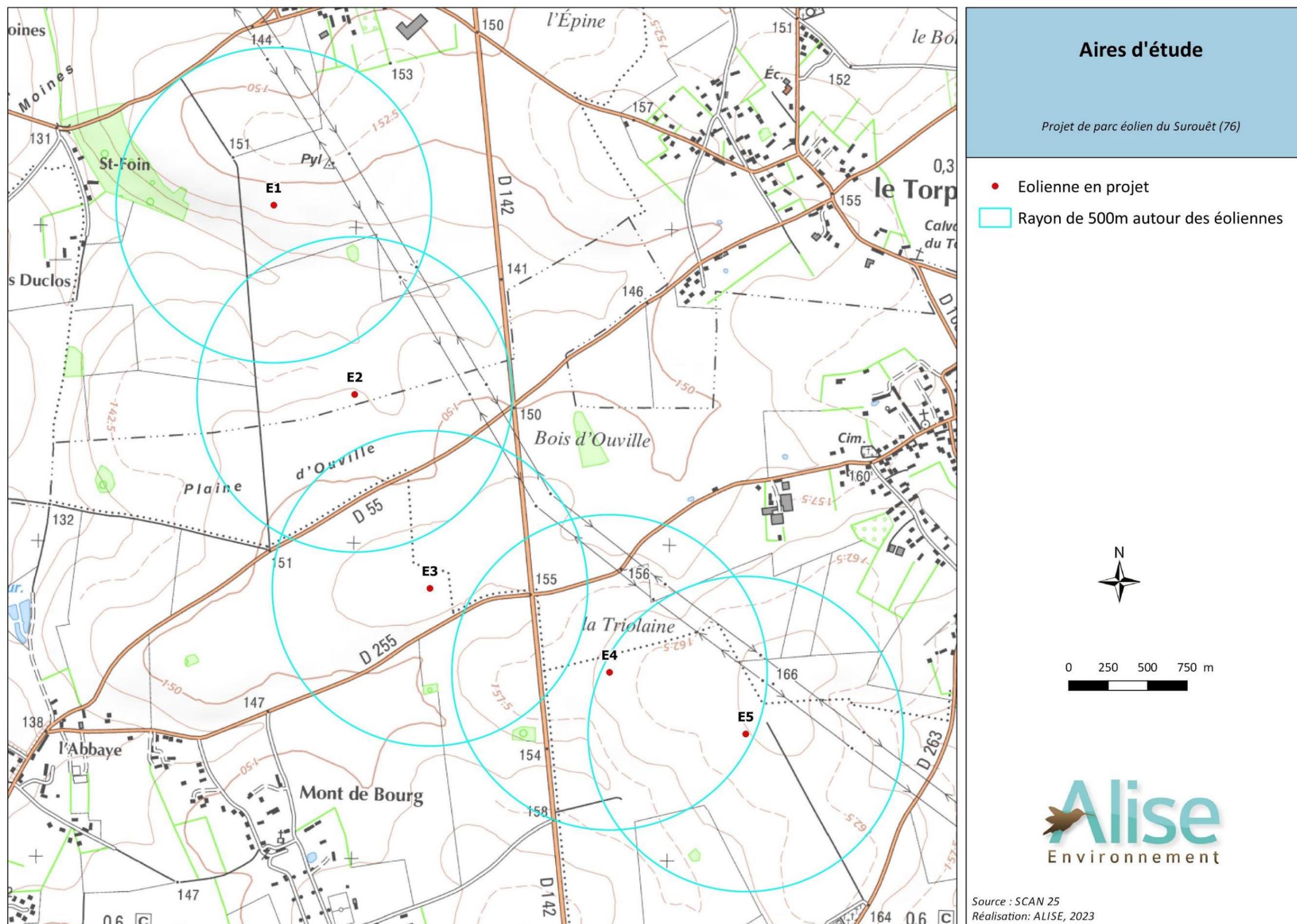


Figure 15 : Carte des aires d'étude

## Chapitre 4 - ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de décrire l'environnement dans la zone d'étude de l'installation, afin d'identifier les principaux intérêts à protéger (enjeux) et les facteurs de risque que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agressions potentielles). La description complète du site du projet et de son environnement est présentée dans la partie « Etat initial » de l'Etude d'impact (chapitre 3 – Analyse de l'état initial du site et de son environnement). Une synthèse de cette partie est proposée dans les paragraphes suivants.

## 1 - ENVIRONNEMENT NATUREL

### 1.1 - CONTEXTE CLIMATIQUE

#### 1.1.1 - Climat local

Les données climatologiques proviennent de la station météorologique Météo-France de Rouen-Boos située à environ 39 km au sud-est de la zone d'implantation potentielle (station météo la plus proche du site fournissant les données de pluviométrie et de température sur une période de 30 ans). La région dans laquelle se situe le projet bénéficie d'un climat de type océanique tempéré qui se caractérise par des températures douces, à l'amplitude annuelle faible et des précipitations moyennement abondantes.

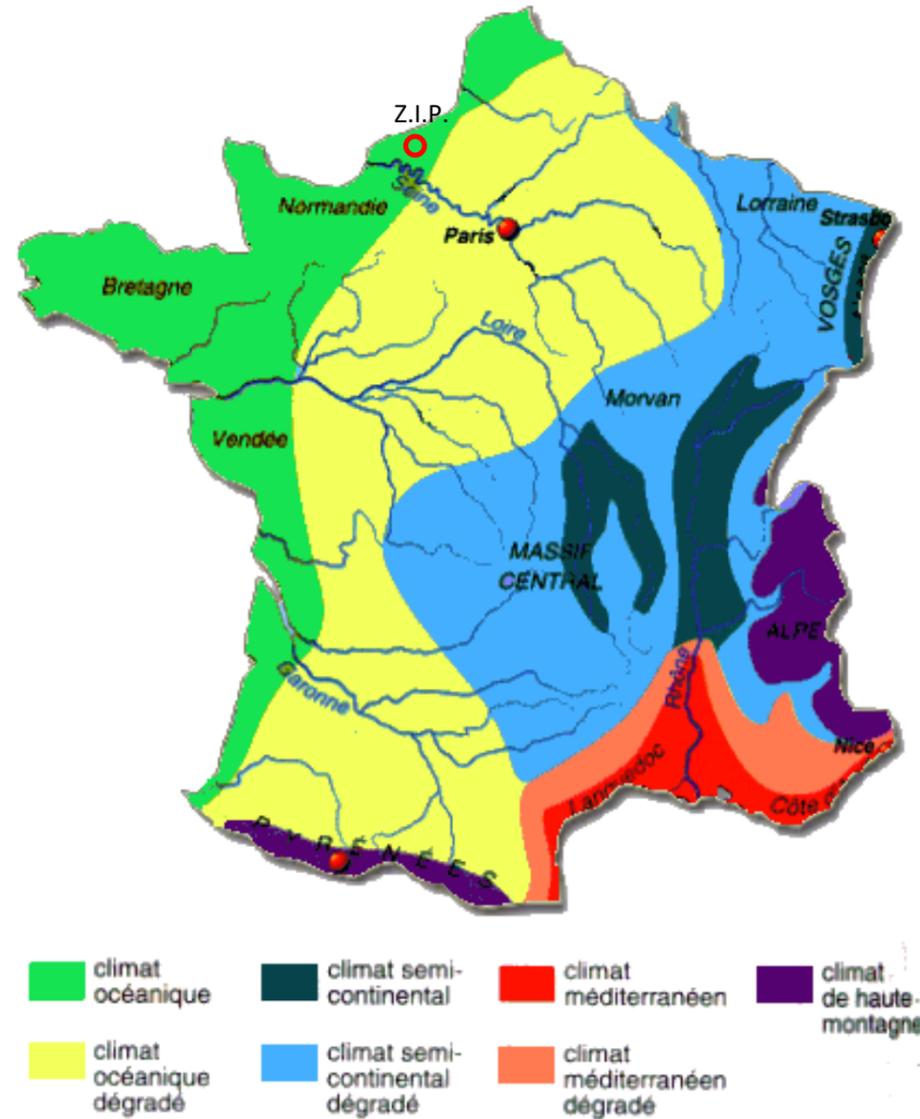


Figure 16 : Climats de la France

#### 1.1.1.1. Températures

Le tableau et le graphique suivants indiquent les moyennes mensuelles des températures minimales, moyennes et maximales relevées à la station de Rouen-Boos (en °C – période : 1991–2020) :

Tableau 21 : Températures moyennes à la station de Rouen-Boos (en °C - période : 1991–2020)

Source : Météo-France

T°	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
Minimum	1,6	1,6	3,5	5,2	8,3	11,1	13	13,1	10,6	8	4,6	2,1	6,9
Moyenne	4,3	4,8	7,5	10	13,1	16,1	18,2	18,2	15,3	11,7	7,5	4,7	10,9
Maximum	6,9	7,9	11,4	14,8	17,9	21,1	23,4	23,4	20,1	15,4	10,4	7,3	15

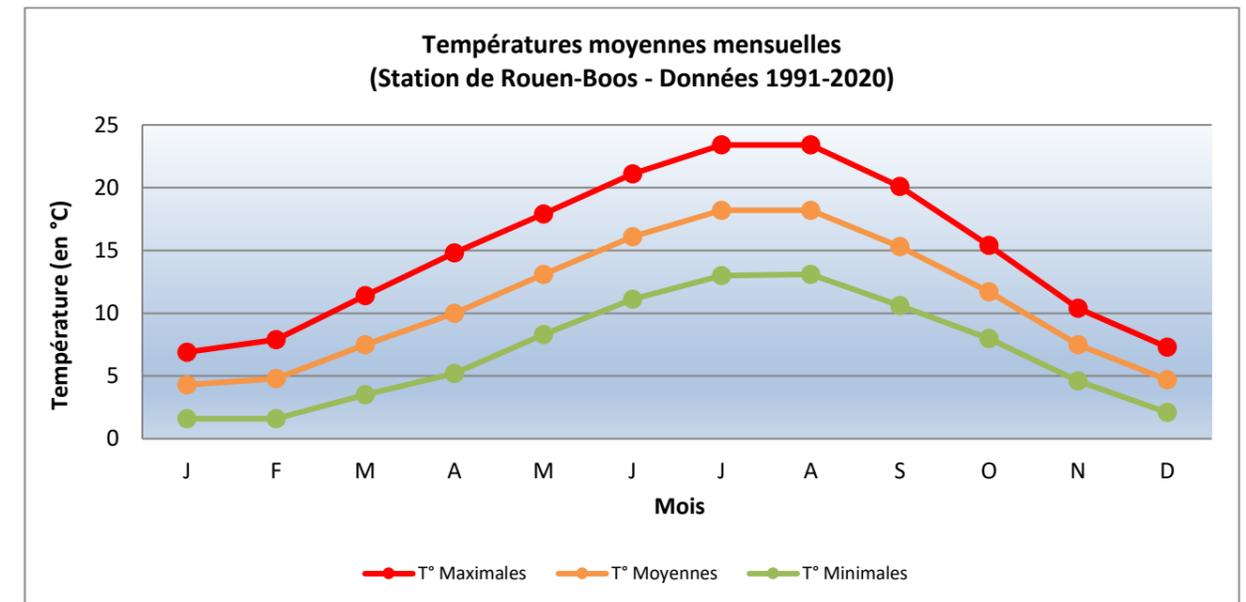


Figure 17 : Températures moyennes mensuelles à la station de Rouen-Boos (en °C - période : 1991–2020)

Source : Météo-France

La température moyenne annuelle est de 10,9°C. L'amplitude thermique est de 8,1°C. La température moyenne la plus basse s'observe en janvier et février (1,6°C) tandis que la température moyenne la plus élevée s'observe en juillet et août (23,4°C).

### 1.1.1.2. Gel

Le tableau suivant présente pour chaque mois le nombre de jours de gel ainsi que les températures minimales et maximales relevés à la station de Rouen-Boos (période : 1991 à 2020) :

**Tableau 22 : Températures minimales et maximales, nombre moyen de jours de gel et nombre moyen de jours avec  $T^{\circ} \leq -5^{\circ}\text{C}$  à la station de Rouen-Boos (en  $^{\circ}\text{C}$  – période : 1991–2020)**

Source : Météo-France

Paramètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
T° max en °C	15,7	19,7	24,4	27,4	30	36	41,3	38,4	33	28	20,3	15,6	41,3
T° min en °C	-17,1	-13,4	-10,4	-4,8	-2,2	1,1	5,9	5	2,1	-3,2	-8,3	-11,3	-17,1
Nombre moyen de jours de gel	10,4	9,7	5,2	1,9	0,1					0,5	3,6	10,3	41,6
Nombre moyen de jours avec $T^{\circ} \leq -5^{\circ}$	2,2	1,7	0,2								0,2	1,3	5,5

La température moyenne annuelle est de 10,9°C. L'amplitude thermique est de 8,1°C. La température moyenne la plus basse s'observe en janvier et février (1,6°C) tandis que la température moyenne la plus élevée s'observe en juillet et août (23,4°C). En moyenne, il y a 41,6 jours de gel par an, mais les jours de gels importants (températures inférieures ou égales à -5°C) sont moins nombreux (5,5 jours par an).

Le nombre de jours moyen de neige par an est peu élevé (3 à 10 en moyenne).



Figure 18 : Nombre de jours de neige par an

Source : alertes-meteo.com

Le nombre de jours moyen concernés par des températures inférieures à -5°C est relativement faible à la station de Rouen-Boos (5,5 jours par an). La zone d'implantation potentielle n'est donc pas sensible quant à la formation de glace et de givre.

### 1.1.1.3. Pluviométrie

Le tableau et le graphique suivants indiquent les moyennes mensuelles des précipitations relevées à la station de Rouen-Boos (hauteur de précipitations en mm – période : 1991–2020) :

**Tableau 23 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Rouen-Boos (en mm – période : 1991–2020)**

Source : Météo France

Paramètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel
Précipitations en mm	75,6	65	61,6	55,9	67,2	64,3	64,4	69,8	62,1	79,4	80,4	101,8	847,5

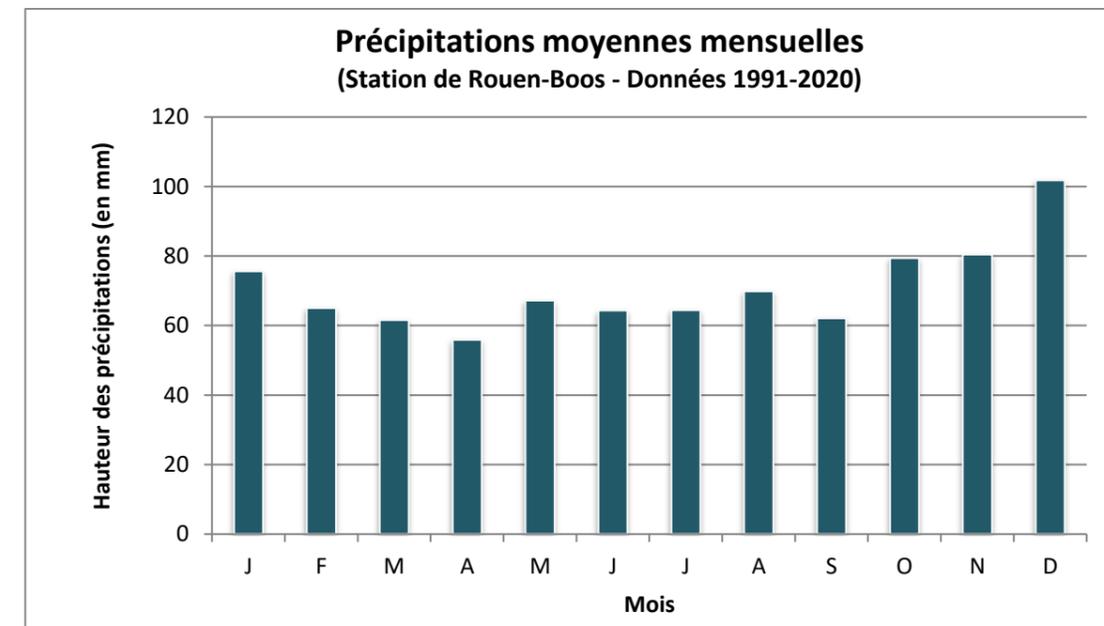


Figure 19 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Rouen-Boos (en mm – période : 1991–2020)

Source : Météo-France

La répartition des précipitations est assez régulière sur l'ensemble de l'année. On note cependant un minimum en avril (55,9 mm) et un maximum en décembre (101,8 mm). Globalement, la période la plus pluvieuse va d'octobre à janvier avec des précipitations mensuelles supérieures à 75 mm.

### 1.1.2 - Potentiel éolien

#### 1.1.2.1. Généralités

La France bénéficie d'un potentiel éolien remarquable de par son important linéaire côtier. Elle possède en effet le deuxième potentiel éolien en Europe, après celui du Royaume-Uni (source : ADEME).

La carte suivante représente le potentiel éolien français à 50 m du sol et la situation de la zone d'implantation potentielle.

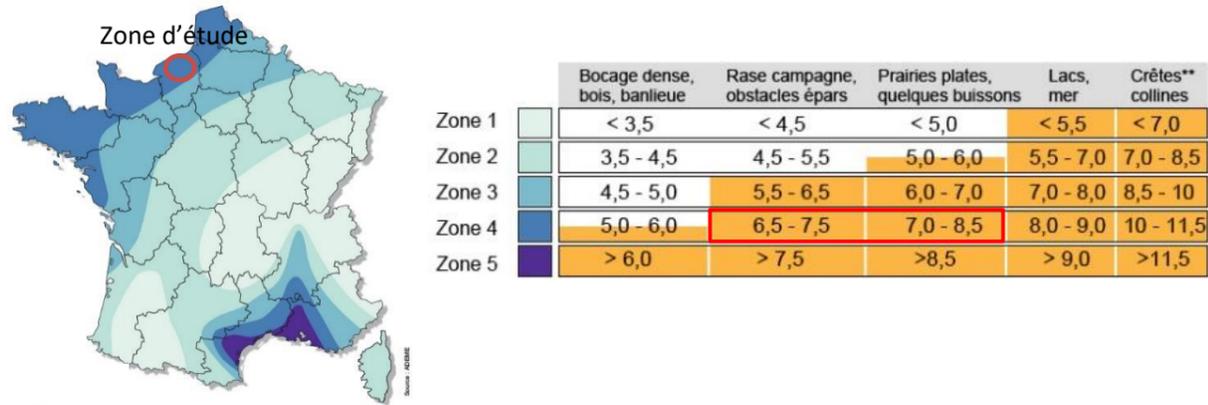


Figure 20 : Potentiel éolien de la France

Source : ADEME, 2010

#### 1.1.2.2. Atlas Régionaux Eolien

L'ancien Schéma Régional Eolien (SRE) de l'ex-région Haute-Normandie indique que la vitesse moyenne du vent sur la région est de 5,5 à 6,5 m/s. La zone d'implantation potentielle se situe dans un secteur où la vitesse moyenne du vent est comprise entre 5,5 et 6,5 m/s (à 40 m de hauteur).

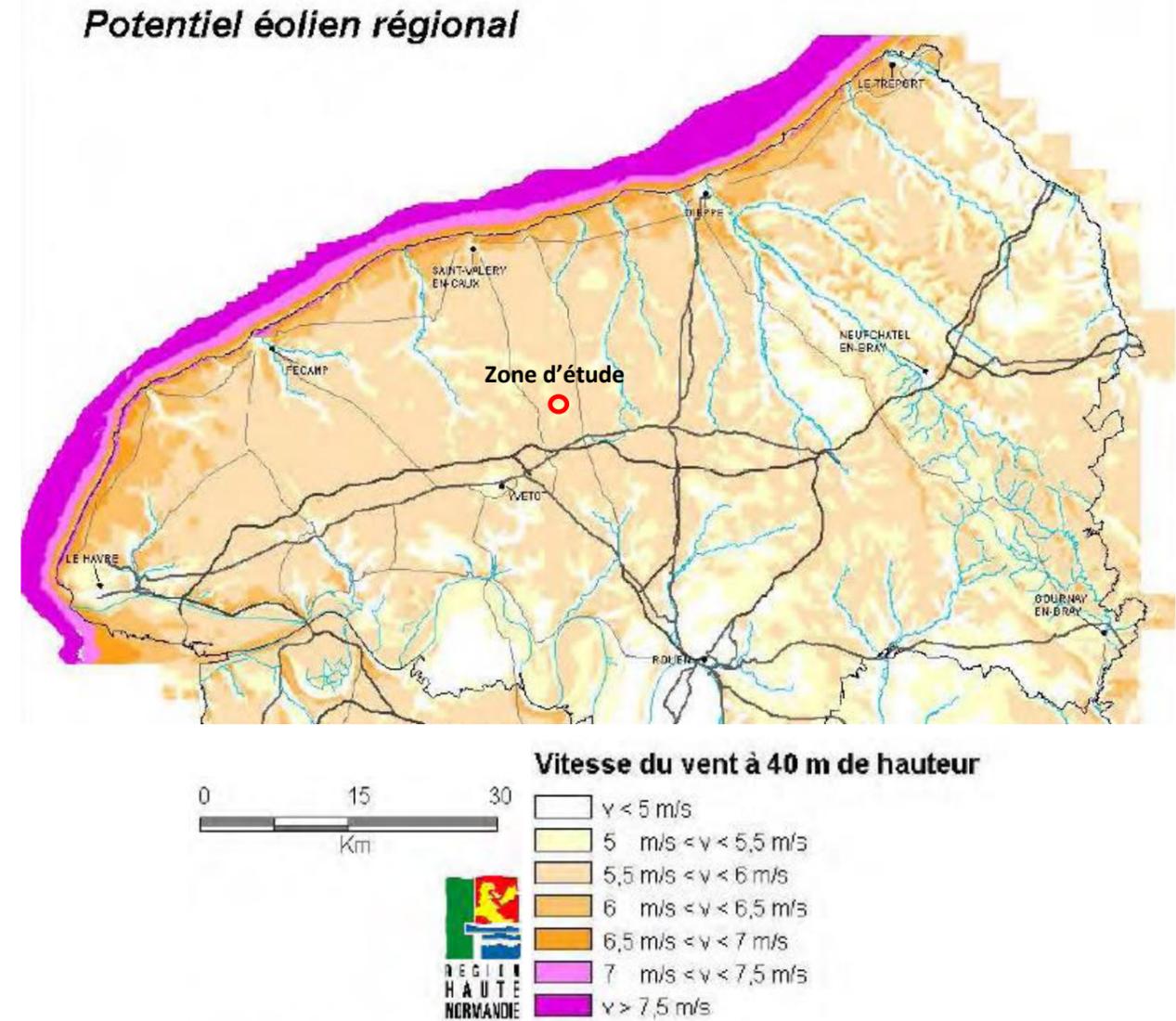
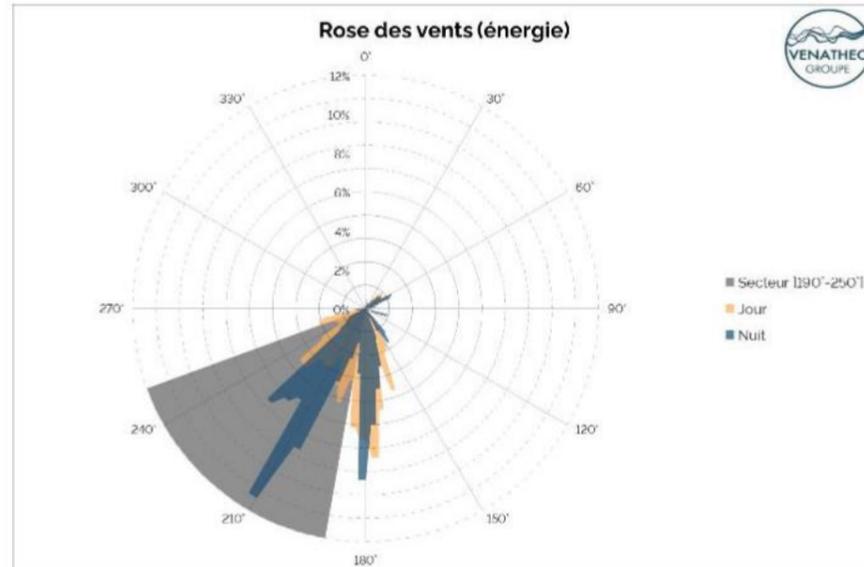


Figure 21 : Vitesse moyenne des vents à 40 m de hauteur en Seine-Maritime

Source : Atlas régional du potentiel éolien de la région Haute-Normandie

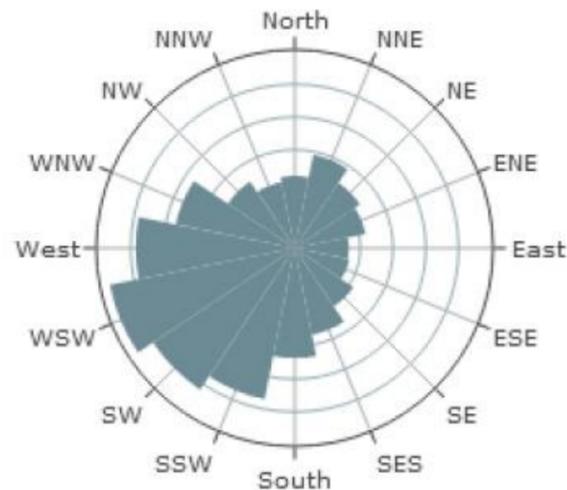
### 1.1.2.3. Potentiel éolien local

Les figures ci-dessous représentent les conditions de vent constaté pendant la campagne de mesures acoustiques (cf. Figure 22) ainsi que la rose des vents du site, sur le long terme (cf. Figure 23).



**Figure 22 : Roses des vents sur la période de mesures acoustiques**

Source : Etude acoustique, VENATHEC, Mars 2024



**Figure 23 : Rose des vents long terme du site**

Source : Etude acoustique, VENATHEC, Mars 2024

D'après les mesures de vent à long terme, la direction sud-ouest est identifiée comme la direction dominante du site.

## 1.2 - CONTEXTE PHYSIQUE

### 1.2.1 - Topographie

La zone d'implantation potentielle se situe sur un plateau dont l'altitude moyenne est de l'ordre de +152 m NGF. Ce plateau est entaillé au nord et au sud par quelques vallées.

### 1.2.2 - Hydrologie

Les communes concernées par la Z.I.P. ne sont pas traversées par un cours d'eau. Le cours d'eau le plus proche est la Saône située à 4,1 km à l'est et au sud de la Z.I.P. Le fleuve prend sa source sur la commune de Val-de-Saône et se jette dans la Manche entre Quiberville et Sainte-Marguerite-sur-Mer.

La zone d'implantation potentielle n'est traversée par aucun cours d'eau permanent ni temporaire. Le cours d'eau le plus proche, situé à 4,1 km à l'est et au sud de la Z.I.P. est la Saône.

### 1.2.3 - Géologie

Le contexte géologique a été étudié sur la zone d'implantation potentielle. Du point de vue géologique, la zone d'implantation potentielle se situe au sein du Bassin Parisien. D'après la carte géologique n°58 de Doudeville (cf. Figure 24), les formations géologiques se trouvant à l'affleurement sur la Z.I.P. sont les suivantes :

- ⇒ Colluvions limoneuses et caillouteuses des fonds de vallons secs (CF) ;
- ⇒ Limons des plateaux (LP) : Ces limons forment une couverture continue et épaisse sur l'ensemble du plateau de Caux ;
- ⇒ Silex, argiles et sables bruns à rouges, remaniés dans une large mesure (RS).

Au niveau de la zone d'implantation potentielle, le cadre géologique se caractérise par un plateau crayeux recouvert de limons.

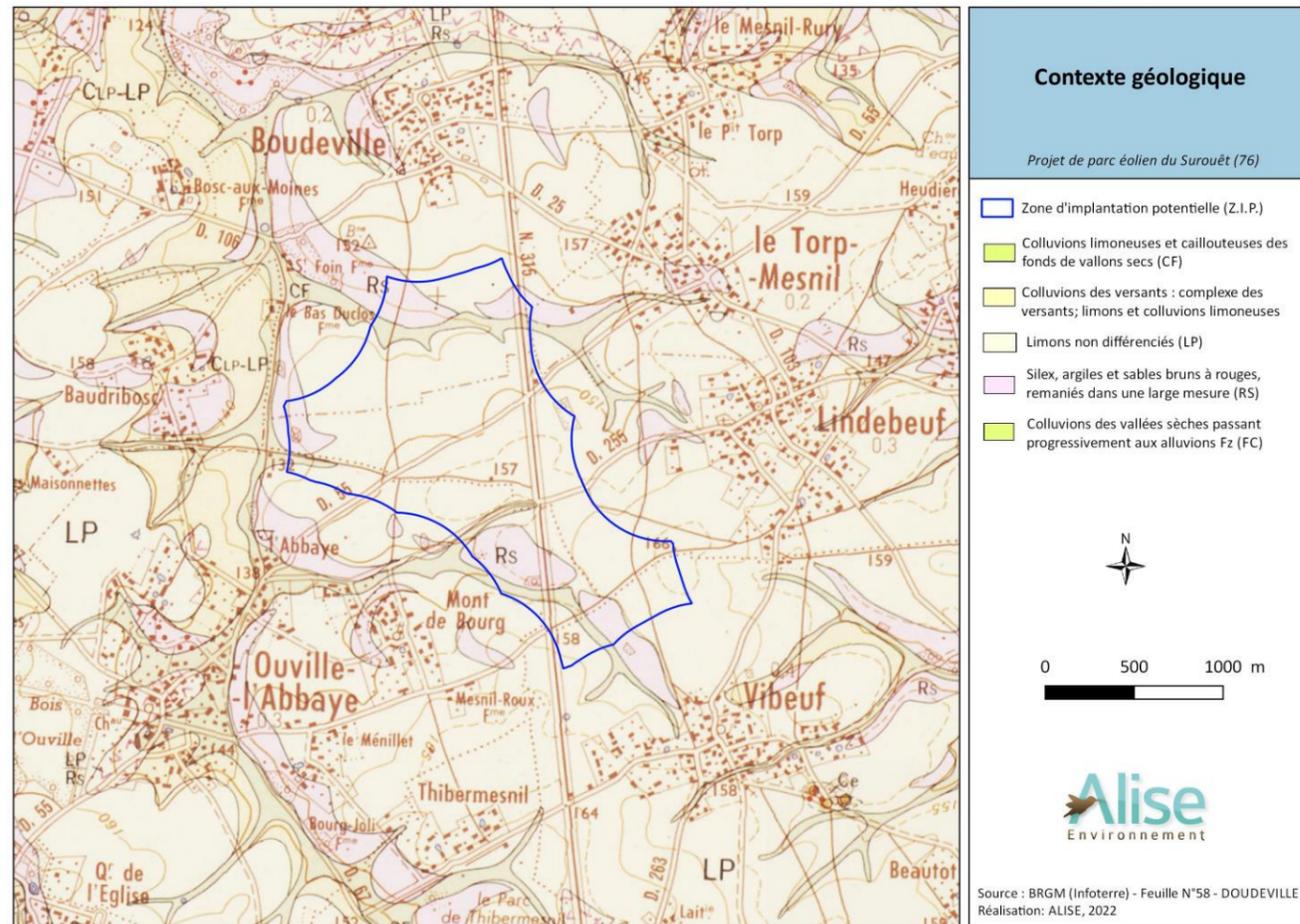


Figure 24 : Extrait de la carte géologique  
Source : Infoterre- Feuille N°58 - Doudeville

### 1.2.4 - Hydrogéologie

#### 1.2.4.1. Définitions

Un aquifère est une couche géologique qui peut stocker de l'eau, et qui est perméable (où l'eau circule librement), susceptible donc de permettre le captage de quantités d'eau appréciables (pour l'alimentation en eau potable ou pour l'irrigation, l'industrie ...). On distingue les aquifères poreux et les aquifères fissurés. Dans les aquifères poreux, l'eau est contenue entre les grains de la roche (tels que les sables, graviers, grès, calcaires, ...) – on parle d'une perméabilité en petit. Dans les aquifères fissurés, l'eau est contenue et circule dans les fissures de la roche (calcaires, granite, gneiss, ...) – on parle d'une perméabilité en grand.

La nappe est la partie saturée de l'aquifère. La nappe est dite *libre* lorsque son niveau peut varier sans être bloqué par une couche imperméable, en général elle est peu profonde. Dans le cas contraire, on parle de nappe *captive*. Lorsque l'eau souterraine circule dans un réseau très développé de fissures d'une roche carbonatée (tels que le calcaire et la craie), la nappe sera dite *karstique*. La première nappe rencontrée lors du creusement d'un puits est dite *phréatique*.

#### 1.2.4.2. Contexte du site d'étude

Le site d'étude se trouve au sein du Bassin Parisien. Il s'agit d'un plateau crayeux recouvert de limons.

Le calcaire présente une double perméabilité, une perméabilité dite fissurable en petit entre les grains de la roche et une perméabilité karstique en grand dans un réseau de fissures agrandies par dissolution (phénomène de karstification). Dans le cas présent, la nappe captée sur le secteur d'étude est libre au sein des calcaires. Il s'agit donc d'un aquifère de type karstique.

#### 1.2.5 - Captages pour l'Alimentation en Eau Potable (A.E.P.)

D'après l'Agence Régionale de Santé (ARS) de Normandie, les communes de la Z.I.P. ne sont pas concernées par un captage d'alimentation en eau potable.

Les captages AEP avec leurs périmètres à proximité de la Z.I.P. sont tracés sur la Figure 25 page 56. La Z.I.P. est située à 2 km au sud du périmètre de protection éloignée du captage localisé sur la commune de Saint-Laurent-en-Caux.

Une vigilance accrue sera préconisée notamment lors de la période de travaux d'installation des éoliennes, en vue d'éviter tout risque de pollution des eaux.

**Il n'y a ni captage d'alimentation en eau potable ni périmètre de protection lié à un captage sur la Z.I.P.**

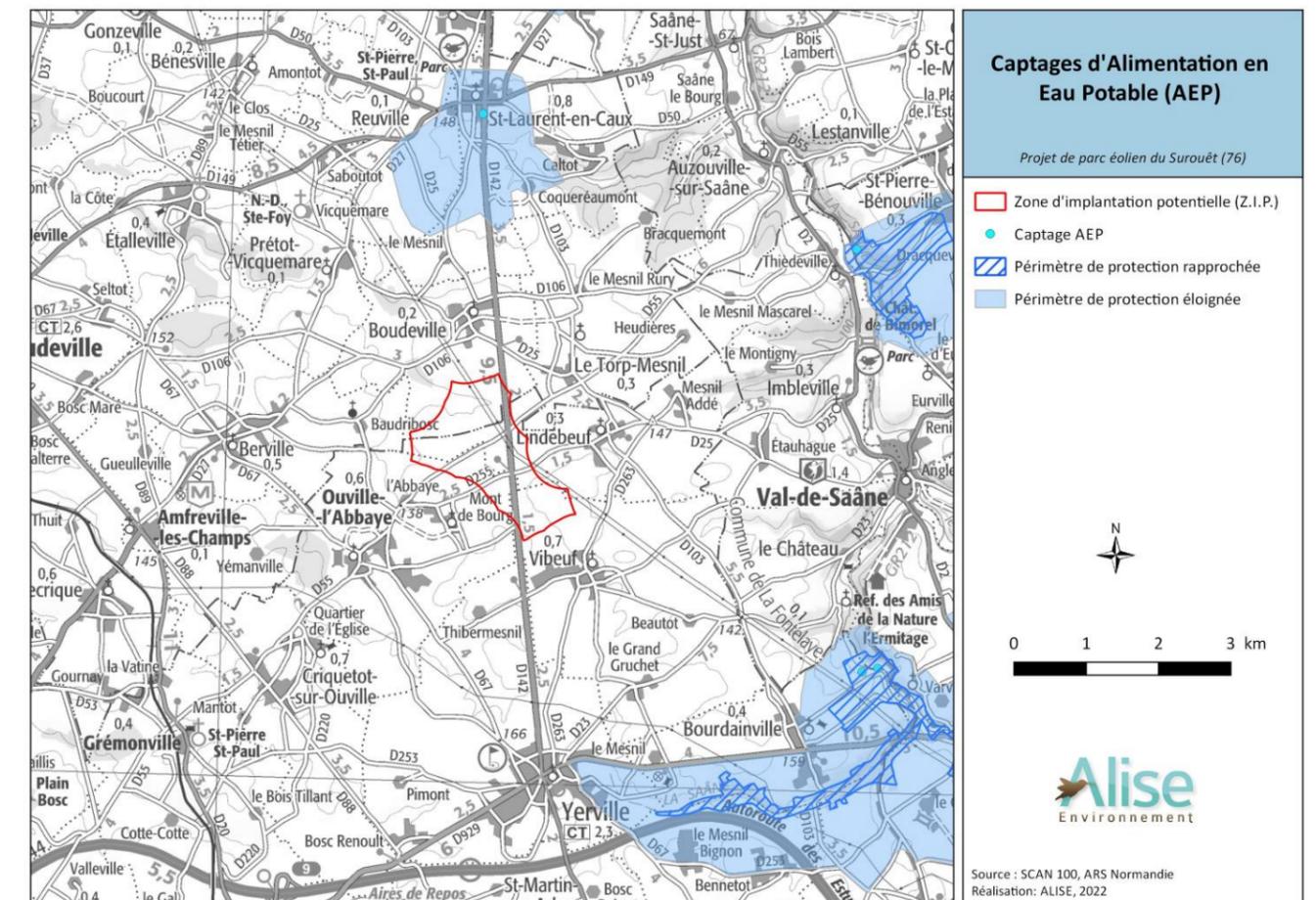


Figure 25 : Captage d'Alimentation en Eau Potable à proximité de la Z.I.P.

Source : ARS Normandie

## 1.3 - RISQUES MAJEURS

### 1.3.1 - Risques liés à la géologie et à la géotechnique

#### 1.3.1.1. Risque de mouvements de terrain / risque lié à la stabilité des sols

Les mouvements de terrain concernent l'ensemble des déplacements du sol ou du sous-sol, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique (occasionnés par l'homme). Parmi ces différents phénomènes observés, on distingue :

- ✓ les affaissements et les effondrements de cavités ;
- ✓ les chutes de pierre et éboulements ;
- ✓ les glissements de terrain ;
- ✓ les avancées de dunes ;
- ✓ les modifications des berges de cours d'eau et du littoral ;
- ✓ les tassements de terrain provoqués par les alternances de sécheresse et de réhydratation des sols ;
- ✓ le retrait-gonflement des argiles.

Une fois déclarés, les mouvements de terrain peuvent être regroupés en deux grandes catégories, selon le mode d'apparition des phénomènes observés. Il existe, d'une part, des processus lents et continus (affaissements, tassements...) et, d'autre part, des événements plus rapides et discontinus, comme les effondrements, les éboulements, les chutes de pierres, etc.

Les risques de glissements de terrains sont liés à la qualité du sol et du sous-sol et à la topographie. Dans le secteur d'étude, compte-tenu de la topographie assez peu marquée des terrains, les risques de glissements de terrain sont faibles. En effet, l'éloignement de la zone d'implantation potentielle par rapport à des ruptures de pente va fortement limiter les risques de déstabilisation du sous-sol et donc les risques de glissement de terrain.

Selon le site Géorisques, les communes de Boudeville, Lindebeuf, Ouvreille-l'Abbaye et Vibeuf sont soumises aux risques de « Mouvements de terrain » et « Affaissements et effondrements (cavités souterraines hors mines) ».

Plusieurs arrêtés de catastrophes naturelles concernant les « Mouvements de Terrain » déclarés sur les communes de la Z.I.P. sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 24 : Arrêtés de catastrophes naturelles « Mouvements de terrain » sur les communes de la Z.I.P.**

Source : Géorisques

Commune	Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du
Boudeville	Mouvement de Terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999
Lindebeuf				
Ouvreille-l'Abbaye				
Vibeuf				

**Les communes de la Z.I.P. ont fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle « Mouvement de Terrain » en 1999.**

#### 1.3.1.2. Retrait / gonflement des argiles

Le retrait-gonflement des argiles est un autre type de risque lié aux mouvements de terrain. Selon la base de données du BRGM relative à ce risque ([www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)), le retrait-gonflement des argiles est un phénomène lié à la modification de la teneur en eau des sols argileux. Cette modification entraîne un changement de volume de l'argile, et provoque un retrait des sols en cas d'assèchement, ou un gonflement en cas d'apport en eau : ces mouvements de terrain peuvent entraîner des fissurations au niveau du sol, mais aussi sur les constructions. La nature et l'épaisseur du sol, l'intensité des phénomènes climatiques, mais aussi la topographie, la végétation ou encore la présence d'eaux souterraines peuvent influencer ce phénomène.

Les caractéristiques de l'aléa ainsi que les modalités de prise en compte de ce risque sont précisées sur la base de données « Argiles » du BRGM.

**D'après les données de Géorisques, les communes de la Z.I.P. ne sont pas concernées par un Plan de Prévention des risques retrait-gonflement des sols argileux. D'après la carte ci-après (cf. Figure 26 page 58), la zone d'implantation potentielle est située en zone d'aléa faible.**

Ainsi, en l'absence de prise en compte de façon explicite de ce risque par la mise en place d'un Plan de Prévention des Risques, il est préconisé, suivant le degré de l'aléa, d'ancrer les fondations sur semelle suffisamment en profondeur par rapport à la zone superficielle du sol, afin de s'affranchir de la zone superficielle sensible à l'évaporation.

Aucune précision n'est faite par rapport aux seules éoliennes, mais il est mis en évidence les profondeurs minimales suivantes d'une façon générale :

- minimum de 80 centimètres en zone d'aléa faible à moyen,
- minimum de 120 centimètres en zone d'aléa fort.

Ces profondeurs d'ancrage s'ajoutent à celles imposées par la mise hors gel.

Les fondations doivent être ancrées de façon homogène sur tout le pourtour de l'édifice, il est important dans le cadre des terrains en pente, d'ancrer à l'aval comme à l'amont de façon aussi importante.

L'identification d'un sol sensible au retrait-gonflement des argiles peut être opérée de différentes façons, par une reconnaissance visuelle, une analyse du contexte géologique et hydrogéologique du terrain, une analyse de la circulation des eaux et une vérification de la capacité « portant du sol » et de l'adéquation du mode de fondation retenu.

Comme dans tout projet éolien, des études géotechniques seront réalisées avant l'installation d'éoliennes, et celles-ci seront adaptées à la sensibilité de la zone.

**Concernant le risque lié au retrait / gonflement des argiles établi par le BRGM, la zone d'implantation potentielle est située en zone d'aléa faible.**

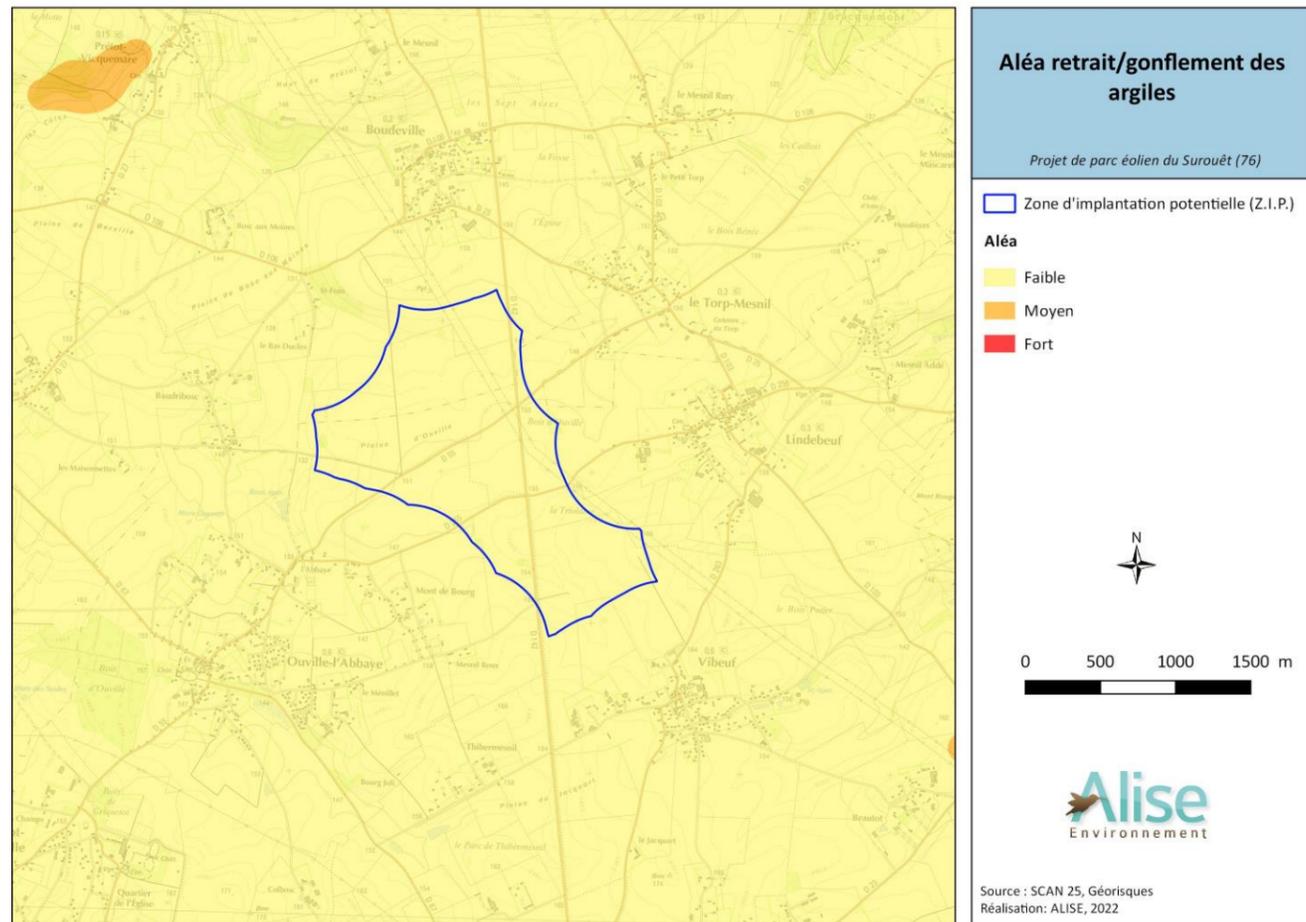


Figure 26 : Aléa retrait/gonflement des argiles

Source : Géorisques

### 1.3.1.3. Présence de cavités souterraines

Quelle que soit leur origine, les cavités souterraines sont responsables de deux formes de mouvements de terrain : les affaissements et les effondrements. Les premiers consistent en un abaissement lent et continu du niveau du sol sans rupture apparente alors que les seconds se manifestent par un mouvement brutal et discontinu du sol en direction de la cavité, laissant apparaître en surface un escarpement plus ou moins vertical (HUMBERT, 1972).

Parfois, les mouvements affectent des surfaces importantes. Ainsi, l'écrasement de la voûte de la chambre d'exploitation souterraine détermine souvent un vaste entonnoir de plusieurs dizaines de mètres de diamètre et de quelques mètres de profondeur.

### • Données du BRGM et Géorisques

D'après les données mises à disposition par le BRGM sur leur portail internet (infoterre.brgm.fr), les communes de la Z.I.P. sont concernées par des cavités souterraines. D'après les données de Géorisques, plusieurs cavités souterraines d'origine indéterminées et deux carrières sont présentes sur la Z.I.P.

La carte ci-dessous localise les cavités souterraines (d'après le BRGM et Géorisques) à proximité de la Z.I.P.

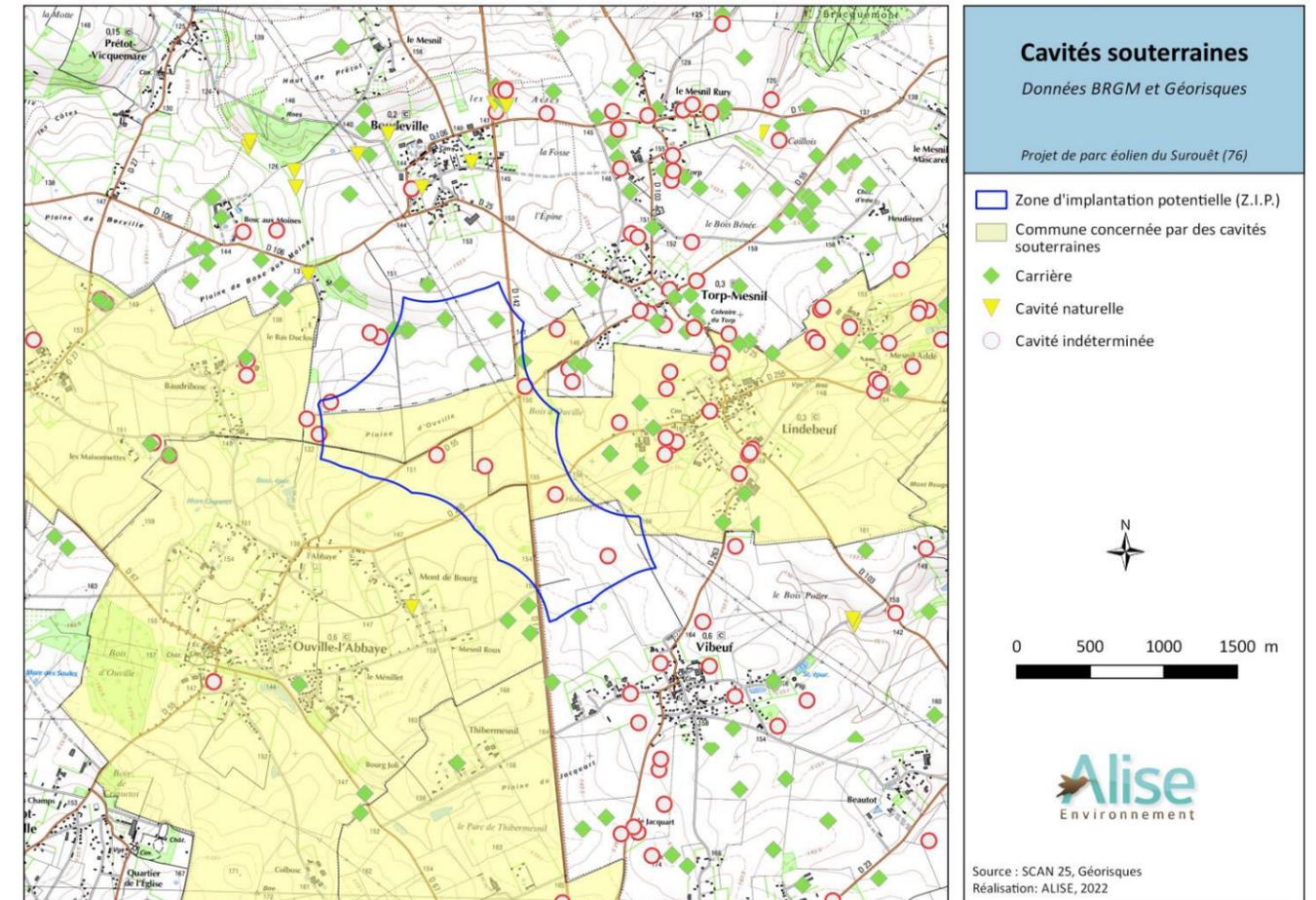


Figure 27 : Cavités souterraines répertoriées par le BRGM et Géorisques

Source : BRGM (Infoterre), Géorisques

• **Données communales**

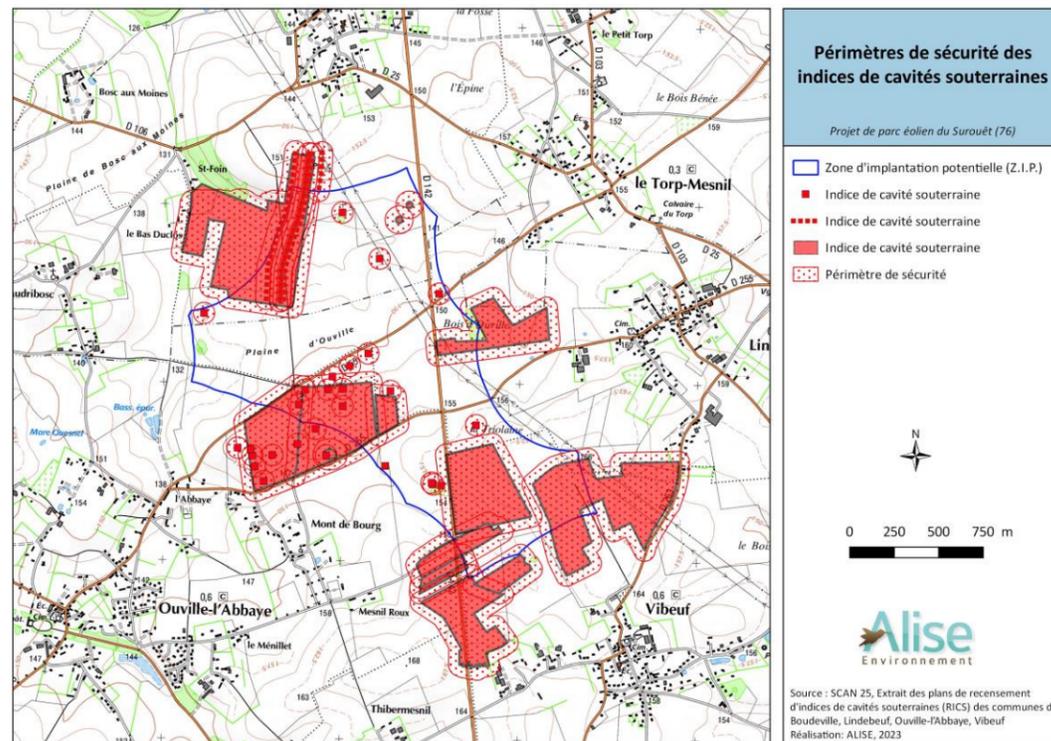
Un plan de Recensement d'Indices de Cavités Souterraines (RICS) sur la commune de Boudeville a été réalisé en janvier 2012. Un plan de Recensement d'Indices de Cavités Souterraines (RICS) sur la commune de Lindebeuf a été réalisé en mars 2007. Un plan de Recensement d'Indices de Cavités Souterraines (RICS) sur la commune d'Ouville-l'Abbaye a été réalisé et modifié en avril 2012. Un plan de Recensement d'Indices de Cavités Souterraines (RICS) sur la commune de Vibeuf a été réalisé décembre 2004.

D'après les données du RICS des communes de la Z.I.P., la Z.I.P. est concernée par des indices de cavités souterraines associés à des périmètres de sécurité.

En Seine-Maritime un périmètre de sécurité de 60 m est établi autour de chaque indice d'origine anthropique. Ce périmètre de sécurité est fixé à 30 m pour les indices d'origine naturelle. Toute construction ne peut y être autorisée sans lever le risque.

En cas d'implantation d'éolienne sur les indices de cavités ou sur des parcelles du cadastre napoléonien, il conviendra de vérifier l'absence de cavités souterraines en effectuant des décapages ou des sondages. Comme dans tout projet éolien, des études géotechniques seront réalisées avant l'installation d'éoliennes, et celles-ci seront adaptées à la sensibilité de la zone.

La carte ci-après, Figure 28, a été réalisée à l'échelle de la Z.I.P. avec les données extraites des RICS des communes de la Z.I.P.



**Figure 28 : Périmètre de sécurité des indices de cavités souterraines recensés sur la Z.I.P.**

Source : Extrait des plans de recensement d'indices de cavités souterraines (RICS) des communes de Boudeville, Lindebeuf, Ouville-l'Abbaye, Vibeuf

**D'après les données disponibles, la Z.I.P. est concernée par le risque lié à la présence de cavités souterraines. En effet, des indices de cavités souterraines sont présents sur la Z.I.P.**

**1.3.1.4. Présence de karsts**

La karstification est l'ensemble des processus naturels d'érosion et d'altération physicochimiques que subissent les formations carbonatées comme la craie. Ceci s'explique par la capacité des roches calcaires, et plus précisément leurs minéraux (calcite, aragonite, dolomite), d'être solubles dans l'eau. En surface ce phénomène se traduit par un modelé typique, dit karstique, (bétoire, aven, doline, vallée sèche, perte et exurgence de rivière, ...) en lien avec un réseau souterrain.

En ce qui concerne les formations constituant le sous-sol du secteur d'étude, la craie est sujette aux phénomènes karstiques.

**La zone d'implantation potentielle se situe dans une région sujette au risque karstique. Les études géotechniques menées préalablement à l'installation des éoliennes devront permettre d'appréhender les risques éventuels et de dimensionner les fondations en conséquence.**

**1.3.2 - Risques d'inondations**

Les inondations constituent un risque majeur sur le territoire national. En France, elles concernent une commune sur trois à des degrés divers selon le ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer.

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Les crues des rivières proviennent des fortes pluies. On distingue les crues par débordement direct (le cours d'eau sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur) et les crues par débordement indirect (remontée de la nappe alluviale). Elles ont lieu à la suite de longs épisodes pluvieux impliquant l'ensemble du bassin. Elles sont souvent prévisibles. Dans les secteurs où la topographie est marquée, existe également un risque de ruissellement en cas de fortes précipitations pouvant provoquer de graves dégâts. Parmi les facteurs aggravant le phénomène de pluviosité, du fait de leur incidence sur le régime du cours d'eau, on peut citer :

- les aménagements urbains,
- l'imperméabilisation des surfaces,
- la disparition des champs d'expansion des crues,
- le mauvais entretien d'ouvrages hydrauliques anciens ou de certains cours d'eau,
- les marées.

**D'après le Dossier Départemental sur les Risques Majeurs de la Seine-Maritime (DDRM 2021), les communes concernées par la Z.I.P. sont soumises au risque « inondation ».**

Les communes de la Z.I.P. ont fait l'objet d'arrêtés de catastrophes naturelles liées à des inondations, présentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 25 : Arrêtés de catastrophes naturelles « Inondations et/ou Coulées de Boue » sur les communes de la Z.I.P.**

Source : Géorisques

Commune	Type de catastrophe	Date de début	Date de fin	Date de l'arrêté
Boudeville	Inondations et/ou Coulées de Boue	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999
	Inondations et/ou Coulées de Boue	24/12/1999	24/12/1999	07/02/2000
	Inondations et/ou Coulées de Boue	17/01/1995	31/01/1995	06/02/1995
	Inondations et/ou Coulées de Boue	09/06/1993	14/06/1993	20/08/1993
Lindebeuf	Inondations et/ou Coulées de Boue	19/07/2014	19/07/2014	04/12/2014
	Inondations et/ou Coulées de Boue	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999
	Inondations et/ou Coulées de Boue	24/12/1999	24/12/1999	07/02/2000
	Inondations et/ou Coulées de Boue	09/06/1993	14/06/1993	20/08/1993
Ouville-l'Abbaye	Inondations et/ou Coulées de Boue	03/07/2021	03/07/2021	26/07/2021
	Inondations et/ou Coulées de Boue	22/01/2018	24/01/2018	17/04/2018
	Inondations et/ou Coulées de Boue	07/05/2000	11/05/2000	14/06/2000
	Inondations et/ou Coulées de Boue	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999
	Inondations et/ou Coulées de Boue	16/06/1997	17/06/1997	01/07/1997
	Inondations et/ou Coulées de Boue	17/01/1995	31/01/1995	06/02/1995
	Inondations et/ou Coulées de Boue	20/12/1993	24/12/1993	11/01/1994
	Inondations et/ou Coulées de Boue	09/06/1993	14/06/1993	20/08/1993
	Inondations et/ou Coulées de Boue	05/06/1983	06/06/1983	20/07/1983
	Vibeuf	Inondations et/ou Coulées de Boue	07/05/2000	11/05/2000
Inondations et/ou Coulées de Boue		25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999
Inondations et/ou Coulées de Boue		09/06/1993	14/06/1993	20/08/1993

### 1.3.2.1. Débordement de cours d'eau

Selon la base de données Géorisques, les communes concernées par la Z.I.P. ne sont pas soumises au risque inondation par débordement de cours d'eau.

### 1.3.2.2. Remontée de nappes

La Figure 29 ci-contre présente la cartographie du phénomène de remontée de nappes à proximité du site du projet. Pour rappel, cette cartographie apporte seulement des indications sur les tendances à proximité de la Z.I.P. mais elle ne permet pas d'affirmer la présence ou l'absence d'un risque d'inondation par remontée de nappes à l'échelle la Z.I.P.

D'après les tendances de cette carte, il semblerait que la partie ouest de la Z.I.P soit localisée dans des zones potentiellement sujettes aux inondations de cave.

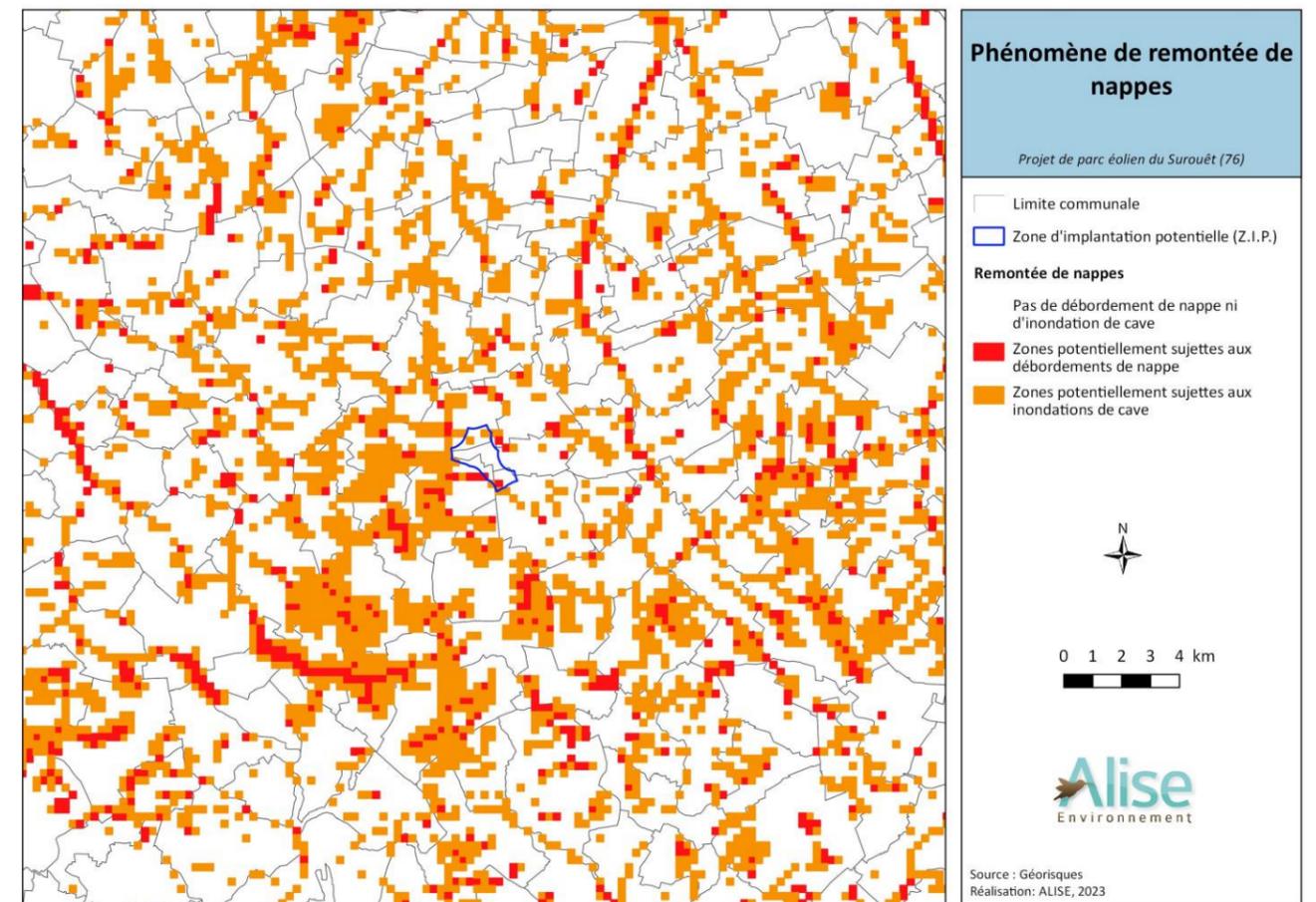
D'après les données de Géorisques, un arrêté d'inondation par remontée de nappe phréatique a été recensé sur la commune d'Ouville-l'Abbaye (cf. tableau ci-dessous) :

**Tableau 26 : Arrêté de catastrophe naturelle « Inondations Remontée Nappe » sur les communes de la Z.I.P.**

Source : Géorisques

Commune	Type de catastrophe	Date de début	Date de fin	Date de l'arrêté
Ouville-l'Abbaye	Inondations Remontée Nappe	20/01/2018	10/02/2018	04/10/2018

Il semblerait qu'une infime partie nord et sud de la Z.I.P soit localisée dans des zones potentiellement sujettes aux inondations de cave et aux débordements de nappe. Un seul arrêté d'inondation par remontée de nappe phréatique a été recensé sur la commune d'Ouville-l'Abbaye.



**Figure 29 : Risque d'inondation par remontée de nappe**

Source : Géorisques

### 1.3.2.3. Ruissellement et coulée de boues

Une étude hydraulique a été réalisée par ALISE Environnement. La version complète est disponible dans le dossier annexe « Diagnostic hydraulique ». Une synthèse est présentée ci-après.

Selon le site Géorisques, les communes de la Z.I.P. sont concernées par le risque « Inondations et/ou coulées de boues ». D'après le Tableau 25, les communes de la Z.I.P. ont fait l'objet de plusieurs arrêtés de catastrophes naturelles « Inondation et/ou Coulées de Boue ».

Un diagnostic hydraulique a été réalisé par ALISE Environnement en mars 2023 en vue d'appréhender précisément la problématique des ruissellements. Ces prospections ont permis de :

- caractériser les sens d'écoulement et préciser la localisation des axes préférentiels d'écoulements superficiels ;
- repérer les éléments paysagers traditionnels jouant un rôle hydraulique ;
- localiser les ouvrages hydrauliques existants sur le secteur (ouvrages tampons, fossés et passages busés).

Le risque d'inondation par ruissellement est présent sur le secteur. La carte ci-après identifie le fonctionnement hydrologique général et les principaux axes de ruissellement (cf. Figure 30).

La zone d'implantation des éoliennes est constituée de parcelles agricoles cultivées et de pâtures. Les axes de ruissellements drainent la Z.I.P. de l'est vers l'ouest et rejoignent la plaine de Bosc aux Moines sur la commune de Boudeville.

Les ruissellements de la Plaine d'Ouille et de la Triolaine se dirigent vers la commune de Boudeville, puis rejoignent plus de 20 km en aval la Durdent sur la commune de Grainville—la-Teinturière.

**Les parcelles cultivées ne présentent pas une sensibilité hydraulique notable en dehors des axes de ruissellement référencés et de leurs zones d'expansion.**

**Pour rappel, le projet sera à l'origine d'un compactage des sols qui pourra engendrer une augmentation des débits et volumes ruisselés. Afin d'éviter de modifier les écoulements superficiels à l'échelle de l'opération mais également en aval, des préconisations sont donc nécessaires afin de ne pas aggraver les ruissellements voire éviter/réduire des dysfonctionnements.**

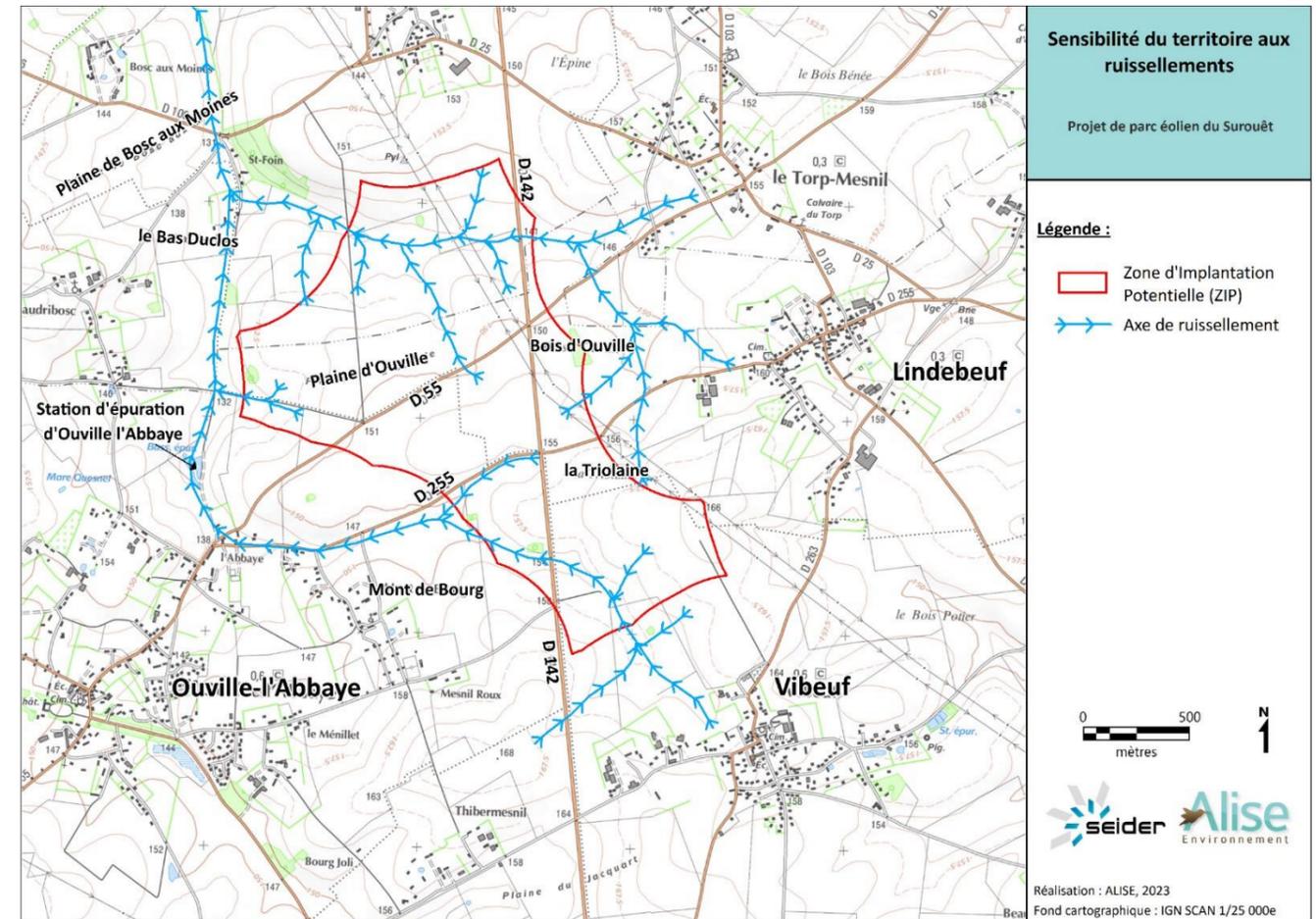


Figure 30 : Sensibilités du territoire aux ruissellements

Source : Diagnostic hydraulique, ALISE, Mars 2023

### 1.3.3 - Risques « Engins de Guerre »

On entend par risque « engins de guerre », le risque d'explosion et/ou d'intoxication lié à la manutention après découverte d'une ancienne munition de guerre (bombes, obus, mines, grenades, détonateurs...) ou lié à un choc par exemple lors de travaux de terrassement.

En cas de découverte d'un tel engin, il convient de suivre les recommandations suivantes :

- Ne pas y toucher, ne pas le déplacer,
- Ne pas mettre le feu,
- Repérer l'emplacement et le baliser,
- S'éloigner sans courir,
- Collecter les renseignements (lieu, adresse, dimension de l'objet, forme, habitations à proximité...),
- Aviser les autorités compétentes : la mairie, la gendarmerie ou la police, ou la préfecture,
- Empêcher quiconque de s'approcher.

**Ce risque n'est pas abordé dans le Dossier Départemental sur les Risques Majeurs de la Seine-Maritime, il a donc été supposé que les communes concernées par la Z.I.P. ne présentent pas de risque lié à la présence d'engins de guerre.**

### 1.3.4 - Risques sismiques

Un séisme ou tremblement de terre se traduit en surface par des vibrations du sol. Il provient de la fracturation des roches en profondeur ; celle-ci est due à l'accumulation d'une grande énergie qui se libère, créant des failles, au moment où le seuil de rupture mécanique des roches est atteint. Les dégâts observés en surface sont fonction de l'amplitude, la fréquence et la durée des vibrations.

Suite à la publication des nouveaux textes réglementaires en date du 22 octobre 2010 (décrets n°2010-1254 et 2010-1255, arrêté du 22 octobre 2010) relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », de nouvelles règles de construction parasismique sont à appliquer pour les bâtiments à « risque normal » sur le territoire national depuis le 1<sup>er</sup> mai 2011.

Pour chaque commune, il est défini cinq zones de sismicité croissante selon l'aléa sismique :

- Zone de sismicité 1 (très faible) ;
- Zone de sismicité 2 (faible) ;
- Zone de sismicité 3 (modérée) ;
- Zone de sismicité 4 (moyenne) ;
- Zone de sismicité 5 (forte).

Un zonage sismique de la France a été élaboré à partir de l'analyse de la sismicité historique, de la sismicité instrumentale et de l'identification des failles actives. Ainsi, le nouveau décret adopté le 22 octobre 2010 est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> mai 2011, et défini une nouvelle carte des zones sismiques (cf. Figure 31). Elle s'appuie sur une meilleure connaissance du territoire en matière de risque sismique.

Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, les bâtiments de la classe dite à « risque normal » sont répartis en 4 catégories d'importance définies par l'article R. 563-3 du code de l'environnement.

D'après l'article 2 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, les bâtiments des centres de production collective d'énergie répondant au moins à l'un des trois critères suivants, quelle que soit leur capacité d'accueil, sont classés en catégorie III :

- la production électrique est supérieure au seuil de 40 MW électrique ;
- la production thermique est supérieure au seuil de 20 MW thermique ;
- le débit d'injection dans le réseau de gaz est supérieur à 2 000 Nm<sup>3</sup>/h.

Le projet éolien du Surouët ayant une puissance totale inférieure à 20 MW, il n'entre pas dans l'une des trois catégories ci-dessus et n'est donc pas soumis aux règles parasismiques que ce soit pour les éoliennes ou pour les bâtiments techniques associés (poste de livraison).

**Les communes de la Z.I.P. sont situées en zone de sismicité 1, c'est-à-dire en zone à sismicité très faible. Selon la réglementation en vigueur, le projet éolien du Surouët n'est pas soumis aux règles parasismiques que ce soit pour les éoliennes ou pour les bâtiments techniques associés.**

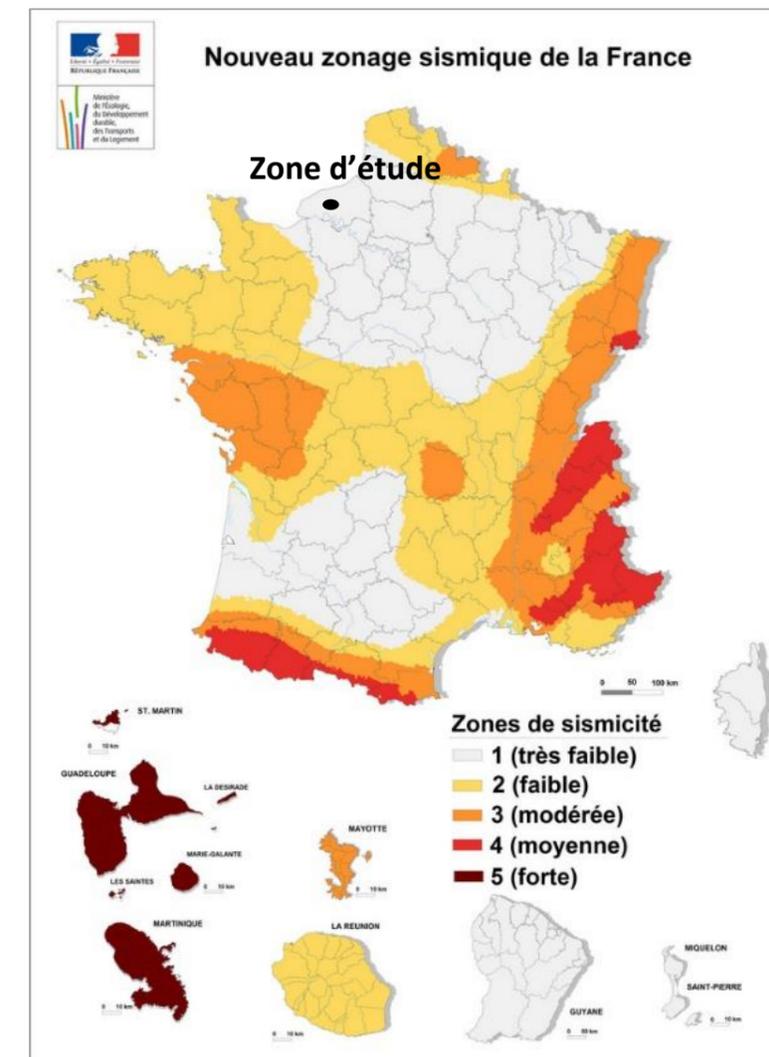


Figure 31 : Carte des zones sismiques en France

Source: [www.risquesmajeurs.fr](http://www.risquesmajeurs.fr)

### 1.3.5 - Risques d'incendie

Les feux de forêts sont des sinistres qui se déclarent et se propagent dans des formations, d'une surface minimale d'un hectare pouvant être :

- des forêts : formations végétales, organisées ou spontanées, dominées par des arbres et des arbustes, d'essences forestières, d'âges divers et de densité variable ;
- des formations subforestières : formations d'arbres feuillus ou de broussailles appelées maquis (formation végétale basse, fermée et dense, poussant sur des sols siliceux) ou garrigue (formation végétale basse mais plutôt ouverte et poussant sur des sols calcaires).

Selon la base de données Géorisques, les communes de la Z.I.P. ne présentent pas de risque d'incendie. Toutefois, compte-tenu de la présence de petits boisements sur la Z.I.P., le risque d'incendie ne peut être totalement exclu, même s'il reste très faible dans la région en raison du climat.

**Le risque d'incendie sur la zone d'implantation potentielle est très faible mais ne peut être exclu. Concernant les risques d'incendie d'origine anthropique, il faut signaler qu'actuellement, aucune activité à risques n'est recensée sur les communes de la Z.I.P.**

### 1.3.6 - Risque foudre

La foudre est liée à l'orage, qui est un phénomène naturel d'origine climatique. Les orages naissent du recouvrement d'un air anormalement chaud par un air anormalement froid. Cette anomalie génère des courants d'air verticaux qui entraînent avec eux des fragments de glace et gouttelettes d'eau. Les frottements produits entre l'air et l'eau créent un déséquilibre entre les charges électriques ; déséquilibre qui provoque une décharge électrique et l'éclatement d'un orage lorsqu'il est trop important.

La foudre, puissant courant électrique, présente des dangers à la fois directs pour l'homme et l'environnement (incendie, électrocution, ...) et indirects sur certains biens matériels, notamment électriques, les rendant défectueux.

Depuis 2016 et la norme IEC 62858 transposée en NF EN 62858, la Nsg est la valeur de référence pour étudier la densité de foudroiement par km<sup>2</sup> et par an.

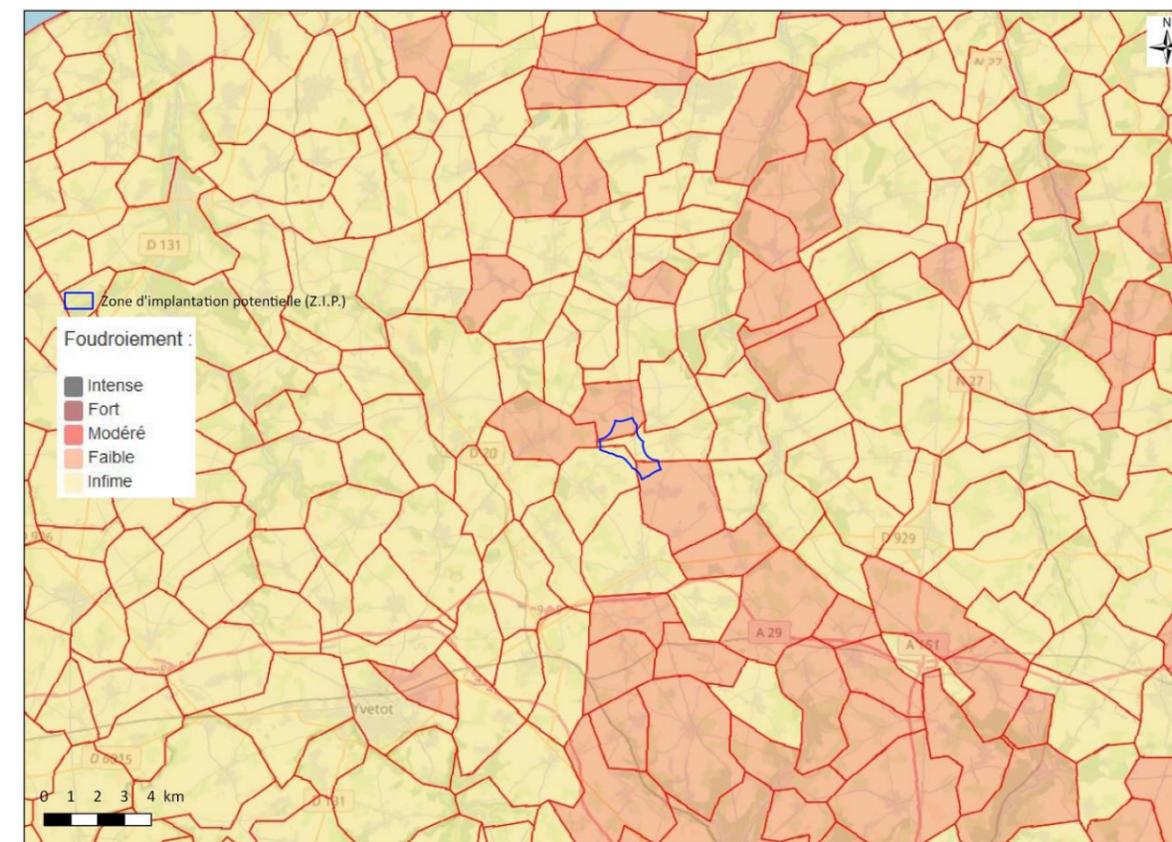
Depuis 1989, la densité moyenne française de foudroiement est de 0,89 éclairs/km<sup>2</sup>/an. A titre de comparaison, la commune la plus foudroyée depuis 1989 est Lanas (07) avec 3,67 éclairs/km<sup>2</sup>/an. La commune la moins foudroyée est Le Guilvinec (29) avec une densité d'arcs de 0,06 arc/km<sup>2</sup>/an.

Entre 2012 et 2021, le département de la Seine-Maritime affiche une densité moyenne de foudroiement égale à 0,5588 Nsg/km<sup>2</sup>/an.

La Figure ci-dessous est un extrait de la carte interactive de foudroiement en France sur laquelle la zone d'implantation a été localisée.

D'après les données de Météorage (2012-2021), les communes de Lindebeuf et Ouville-l'Abbaye se situent dans un seuil de foudroiement « Infime » (parmi les 1 % les moins foudroyées). Les communes de Boudeville et Vibeuf se situent dans un seuil de foudroiement « Faible » (parmi les 10 % les moins foudroyées).

**Les communes de la Z.I.P. ne sont pas localisées dans une zone à risque sur le plan de la foudre. Le risque foudre varie d'infime à faible sur la zone d'implantation potentielle.**



**Figure 32 : Extrait de la carte interactive de foudroiement en France et localisation de la zone d'implantation potentielle (période 2012-2021)**

Source : Météorage

### 1.3.7 - Risques météorologiques

Le territoire de la France est soumis de manière irrégulière à des événements météorologiques dangereux, qualifiés d'exceptionnels, et cela en référence aux moyennes climatologiques.

En raison de leur intensité, de leur durée ou de leur étendue, ces phénomènes peuvent avoir de graves conséquences sur la sécurité des populations et sur l'activité économique. Ils peuvent être de différente nature :

- tempêtes et vents violents ;
- situations orageuses très actives ;
- fortes précipitations pouvant entraîner des crues importantes ;
- chutes de neige et de pluies verglaçantes ;
- vagues brutales de froid intense.

Ces événements peuvent être prévus par Météo-France qui établit des cartes de vigilance à 6h et 16h chaque jour.

**Selon le site de la DDRM Seine-Maritime, les communes de la Z.I.P. ainsi que les communes limitrophes sont susceptibles d'être affectées par un aléa climatique qui reste un phénomène exceptionnel.**

### 1.3.8 - Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRn)

La prévention du risque naturel consiste à **assurer la sécurité des personnes et des biens** en tenant compte des phénomènes naturels. Elle vise à permettre un développement durable des territoires, en assurant une sécurité maximum des personnes et un très bon niveau de sécurité des biens.

Les communes de Boudeville et Ouville-l'Abbaye ne sont pas concernées par un plan de prévention des risques. Cependant, les communes de Lindebeuf et de Vibeuf sont concernées par le **Plan de Prévention des Risques Littoraux et d'Inondation (PPRLI) du Bassin Versant de la Saône et de la Vienne** prescrit en 2001 et qui a fait l'objet d'un porter à connaissance en avril 2022. A ce jour, le PPRLI du Bassin Versant de la Saône et de la Vienne n'a pas été approuvé.

D'après les plans de zonage du porter à connaissance des communes de Lindebeuf et de Vibeuf, la Z.I.P. se situe en dehors des secteurs concernés par un aléa inondation.

**Les communes de Boudeville et Ouville-l'Abbaye ne sont pas concernées par un plan de prévention des risques. En revanche, les communes de Lindebeuf et de Vibeuf sont concernées par le Plan de Prévention des Risques Inondation du Bassin Versant de la Saône et de la Vienne. Cependant, la Z.I.P. se situe en dehors des secteurs concernés par un aléa inondation.**

### 1.3.9 - Synthèse

En résumé, au niveau de la zone d'implantation potentielle, on peut noter :

**Tableau 27 : Synthèse des risques naturels**

Risque	Sensibilité
Mouvement de terrain	Non exclu
Retrait-gonflement des argiles	Faible
Indice de cavités souterraines	Présence
Inondation par ruissellement et coulée de boue	Modérée à forte
Inondation par remontée de nappe	Existant
Inondation par rupture de barrage	Nul
« Engins de Guerre »	Absence
Séisme	Très faible (zone 1)
Incendie de forêt	Très faible
Foudre	Infime à faible
Phénomène de tempête et grains	Non exclu

## 2 - ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE

Une distance de 500 m sera respectée entre les éoliennes et les habitations ou les zones destinées à l'habitation.

### 2.1 - ZONES URBANISEES ET URBANISABLES

#### 2.1.1 - Population et évolution

L'évolution de la population a été étudiée sur les communes concernées par la Z.I.P. ainsi que sur les communes voisines.

Le tableau ci-dessous présente la population et la densité de population sur les communes concernées par la Z.I.P. pour l'année 2020 :

**Tableau 28 : Population et densité de population des communes de la zone d'implantation potentielle**

Source : INSEE 2020

Commune	Population en 2020	Superficie de la commune (en km <sup>2</sup> )	Densité de population en 2020 (hab/km <sup>2</sup> )
Boudeville	211	4,7 km <sup>2</sup>	45,3 hab/km <sup>2</sup>
Lindebeuf	388	4,6 km <sup>2</sup>	84 hab/km <sup>2</sup>
Ouville-l'Abbaye	659	7,3 km <sup>2</sup>	90,6 hab/km <sup>2</sup>
Vibeuf	607	8,7 km <sup>2</sup>	70,1 hab/km <sup>2</sup>

Les communes concernées par la Z.I.P. sont à caractère rural. Leur densité est inférieure à la densité départementale (environ 199,9 hab/km<sup>2</sup> en 2020) ainsi qu'à la densité nationale (106,2 hab/km<sup>2</sup> en 2020).

#### 2.1.2 - Habitat

L'habitat sur les communes concernées par la zone d'implantation potentielle est principalement regroupé dans les centres-bourgs et dispersé dans quelques lieux-dits et hameaux

Les éoliennes seront situées à plus de 500 m des habitations (cf. Figure 33).

Le tableau suivant présente les distances minimales des éoliennes aux habitations ou zones destinées aux habitations pour le projet.

**Tableau 29: Distance la plus courte entre les éoliennes et les habitations**

Habitations les plus proches du projet	Commune	Distance par rapport à la Z.I.P.
Hameau « St-Foin »	Boudeville	557 m
Sud Centre-bourg	Lindebeuf	664 m
Nord Centre-bourg	Vibeuf	675 m
Ouest Centre-bourg	Lindebeuf	743 m
Mont de Bourg	Ouville-l'Abbaye	813 m
Hameau « Mesnil-Roux »	Ouville-l'Abbaye	992 m
Hameau «le Bas Duclos »	Berville-en-Caux	1006 m
Sud-ouest Centre-bourg	Le Torp-Mesnil	1080 m

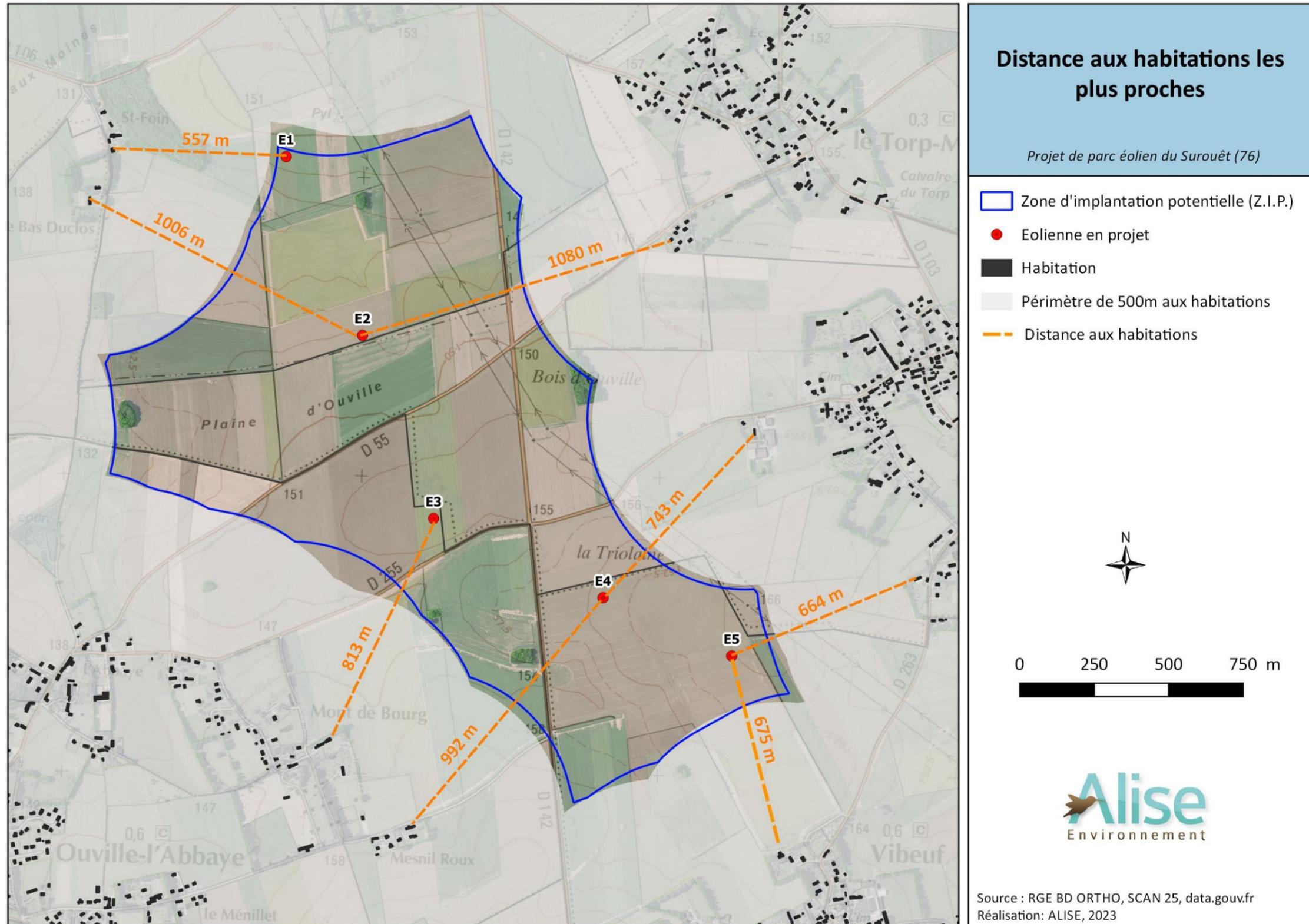


Figure 33 : Distance des éoliennes aux habitations les plus proches

Source : RGE BD Ortho, SCAN 25, data.gouv.fr

## 2.2 - DOCUMENTS D'URBANISME

- **Boudeville**

La commune de Boudeville est soumise au RNU. Il n'y a donc pas d'incompatibilité avec l'implantation d'éolienne.

- **Lindebeuf**

La commune de Lindebeuf dispose d'une carte communale approuvée en 2010.

- **Ouille-l'Abbaye**

La commune d'Ouille-l'Abbaye est soumise au RNU. Il n'y a donc pas d'incompatibilité avec l'implantation d'éolienne. Un Plan Local d'Urbanisme est en cours d'élaboration depuis 2018.

- **Vibeuf**

La commune de Vibeuf dispose d'un Plan Local d'Urbanisme approuvé en 2008. La zone d'implantation potentielle se trouve en zone agricole (A) du Plan local d'urbanisme de Vibeuf. La Z.I.P. se situe dans une zone concernée par le risque d'inondation par ruissellement (hachures bleues) et par le risque de cavités souterraines (hachures violettes). D'après le règlement du PLU, « peuvent être autorisés : les ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics ou d'intérêt collectif. Ces ouvrages peuvent être autorisés dans les espaces affectés par un risque d'inondation (délimités sur les documents graphiques par des hachures horizontales de couleur bleue), s'ils n'entravent pas l'écoulement superficiel des eaux de ruissellement, et si leur fonctionnement n'est pas susceptible d'être entravé par une inondation, sauf, si ces ouvrages sont des ouvrages hydrauliques).

De plus, d'après le règlement du PLU de Vibeuf, « les constructions doivent avoir une hauteur maximale de 15 mètres et la distance de la limite séparative est d'au moins la 1/2 de la hauteur du bâtiment. Sur les terrains en pente, les constructions devront être adaptées par leur type et leur conception à la topographie du sol (C'est à dire ne pas nécessiter de remblais ou d'affouillements d'une hauteur supérieure à 2m par rapport au terrain naturel) ».

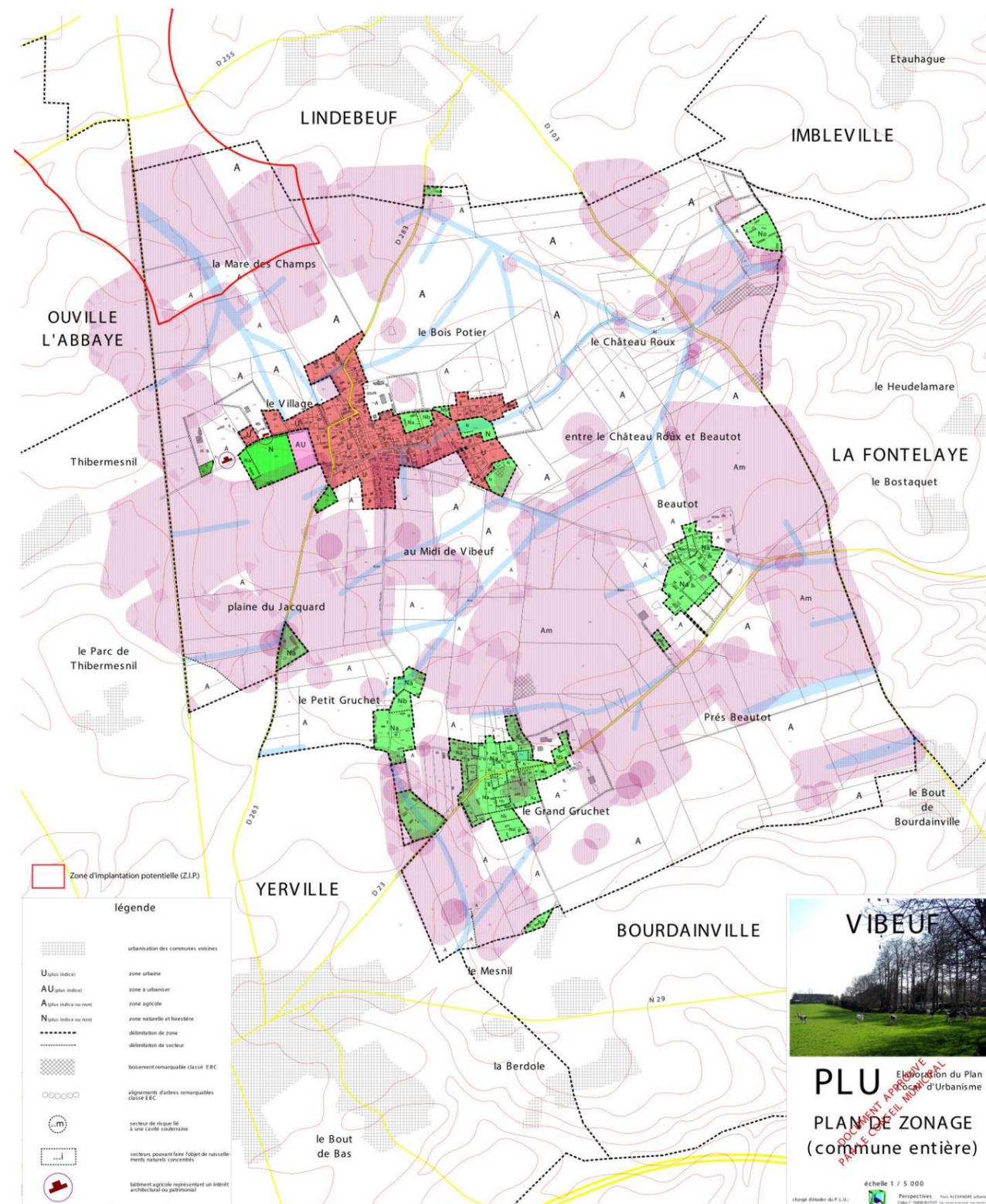
D'après la DDTM, les éoliennes sont des équipements publics ou des équipements d'intérêt collectif donc elles ne sont pas considérées comme des constructions ou des bâtiments. Ainsi, les éoliennes peuvent être implantées sans distance de recul par rapport aux limites de propriété. Cependant, les postes de livraison sont des bâtiments puisque les locaux techniques sont des sous-destinations de constructions « locaux techniques et industriels des administrations publiques et assimilés » dans la nomenclature de l'urbanisme, ils devront donc respecter cette distance d'éloignement qui sera déterminée en fonction de la hauteur du ou de(s) postes de livraison.

La Figure 34 est un extrait du PLU de Vibeuf sur lequel la zone d'implantation potentielle a été localisée.

**La commune de Vibeuf dispose d'un PLU. La Z.I.P. se trouve en zone A du PLU de Vibeuf. La Z.I.P. est concernée par le risque d'inondation par ruissellement et le risque de cavités souterraines. De plus, une distance d'éloignement du ou des poste(s) de livraison aux limites séparatives devra être respectée. Cette distance sera déterminée en fonction de la hauteur du ou des poste(s) de livraison.**

**Les communes de Boudeville et Ouville-l'Abbaye sont soumises au RNU. Il n'y a donc pas d'incompatibilité avec l'implantation d'éolienne. Un PLU est en cours d'élaboration sur la commune d'Ouille-l'Abbaye.**

**La commune de Lindebeuf dispose d'une carte communale**



## 2.3 - LES ETABLISSEMENTS SENSIBLES ET LES ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC AU NIVEAU DE L'AIRE D'ETUDE RAPPROCHEE

### 2.3.1 - Établissements sensibles

Le Plan National Santé-Environnement (PNSE), établi pour la période 2021-2025, liste les établissements dits « sensibles ». Il s'agit :

- des crèches,
- des écoles maternelles et élémentaires,
- des établissements hébergeant des enfants handicapés,
- des collèges et lycées,
- des établissements de formation professionnelle des jeunes du secteur public ou privé,
- des aires de jeux et des espaces verts.

Les établissements sensibles les plus proches de la zone d'implantation sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 30 : Etablissements sensibles situés sur les communes de la Z.I.P. et les communes limitrophes**

Sources : Académie de Normandie

Commune	Type de l'établissement	Nombre d'élèves	Secteur	Distance par rapport à la Z.I.P.
VIBOUF	E.M.PU - VIBOUF	53	Public	837 m
BOUDEVILLE	E.E.PU - BOUDEVILLE	51	Public	876 m
LE TORP MESNIL	E.E.PU - LE TORP-MESNIL	50	Public	981 m
LINDEBEUF	E.E.PU - LINDEBEUF	26	Public	1,1 km
BERVILLE EN CAUX	E.P.PU - LES PRES VERTS	62	Public	2,6 km
YERVILLE	E.P.PU - JULES GUEVILLE	259	Public	3,0 km
YERVILLE	Collège - HENRI DE NAVARRE	550	Public	3,2 km
CRICQUETOT SUR OUVILLE	E.P.PU - CRICQUETOT-SUR-OUVILLE	180	Public	3,4 km
ST LAURENT EN CAUX	E.P.PU - CHARLES ANGRAND	143	Public	3,7 km
BOURDAINVILLE	E.E.PU - COMMANDANT BERTHET	51	Public	4,3 km
VAL DE SAANE	E.E.PU - GUY DE MAUPASSANT	132	Public	4,6 km
VAL DE SAANE	E.M.PU - FRANCOISE DOLTO	71	Public	4,6 km

**Il n'y a pas d'établissement sensible à moins de 500 m de la zone d'implantation potentielle. L'école la plus proche est située à environ 837 m au sud-est de la zone d'implantation potentielle. Il s'agit de l'école maternelle située sur la commune de Vibouf.**

### 2.3.2 - Établissements Recevant du Public (E.R.P.) sur les communes concernées par la Z.I.P.

Selon l'article R 123-2 du Code de la construction et de l'habitation, « constituent des Etablissements Recevant du Public, tous bâtiments, locaux et enceintes dans lesquels des personnes sont admises soit librement, soit moyennant une participation quelconque, ou dans lesquels sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitations, payantes ou non ».

Ces établissements sont classifiés selon leur type. Il peut s'agir d'établissements installés dans un bâtiment (structures d'accueil pour personnes âgées ou handicapées, salles d'audition, de conférences, de réunions, de spectacles, salles de danse et salles de jeux, bibliothèques, établissement de soins, de culture, administrations,...), d'établissements spéciaux (parcs de stationnement couverts, gares accessibles au public,...) ou d'immeuble de grande hauteur (bureaux, enseignement, dépôt d'archives,...).

Dans le cadre de l'état initial, les données relatives aux Etablissements Recevant du Public ont été recherchées auprès des Mairies, des sites internet de la commune et sur les Pages jaunes.

**Tableau 31 : Etablissements Recevant du Public (ERP) sur les communes concernées par la Z.I.P.**

Sources : Mairies et Pages jaunes

Communes	Type d'Etablissement Recevant du Public (ERP)
Boudeville	⇒ Administration (Mairie) ; ⇒ Un établissement de culte ; ⇒ Etablissement d'enseignement ; ⇒ Salle polyvalente.
Lindebeuf	⇒ Administration (Mairie) ; ⇒ Un établissement de culte ; ⇒ Etablissement d'enseignement ; ⇒ Commerces : épicerie, débit de boissons.
Ouville-l'Abbaye	⇒ Administration (Mairie) ; ⇒ Un établissement de culte ; ⇒ Salle polyvalente.
Vibouf	⇒ Administration (Mairie) ; ⇒ Un établissement de culte ; ⇒ Etablissement d'enseignement ; ⇒ Bibliothèque ; ⇒ Salle polyvalente.

**Il n'y a pas d'ERP sur la Z.I.P. L'ERP le plus proche est l'église de Vibouf située à 725 m au sud de la Z.I.P.**

## 2.4 - ACTIVITES ECONOMIQUES

La principale activité économique de la commune de **Boudeville, Ouille-l'Abbaye et Vibeuf** est celle de type « Construction » qui représente respectivement 30,8 %, 50% et 25 % des établissements actifs sur la commune au 31 décembre 2020. Les principales activités économiques de la commune de **Lindebeuf** sont celles de type « Construction » et « Autres activités de services » qui représentent 23,1 % des établissements actifs sur la commune au 31 décembre 2020.

D'après le Recensement Général Agricole (RGA 2020 - Agreste), il y a 8 exploitations agricoles sur la commune de Boudeville, 5 exploitations agricoles sur la commune de Lindebeuf, 7 exploitations agricoles sur la commune d'Ouille-l'Abbaye et 8 exploitations agricoles sur la commune de Vibeuf.

Les communes sont orientées vers des systèmes de « Autres grandes cultures » La Superficie Agricole Utilisée (SAU) est de 933 ha pour la commune de Boudeville, 1 001 ha pour la commune de Lindebeuf, 497 ha pour la commune d'Ouille-l'Abbaye et 203 ha pour la commune de Vibeuf.

## 2.5 - RESEAUX DE TRANSPORTS

### 2.5.1 - Réseaux routiers

#### 2.5.1.1. Principales routes

Les axes routiers à proximité de la Z.I.P. lui permettent une bonne accessibilité. En effet, l'autoroute A29 est située à 4,5 km au sud de la Z.I.P. De plus, de nombreuses routes départementales se situent à proximité de la Z.I.P.

De plus, la commune de Boudeville est desservie par les routes suivantes :

- ⇒ Les routes départementales D25, D142 et D106 ;
- ⇒ Plusieurs voies communales.

La commune de Lindebeuf est desservie par les routes suivantes :

- ⇒ Les routes départementales D25, D103, D255 et D263 ;
- ⇒ Plusieurs voies communales.

La commune d'Ouille-l'Abbaye est desservie par les routes suivantes :

- ⇒ Les routes départementales D67 et D55 ;
- ⇒ Plusieurs voies communales.

La commune de Vibeuf est desservie par les routes suivantes :

- ⇒ La route départementale D263 ;
- ⇒ Plusieurs voies communales.

La zone d'implantation potentielle est accessible par les routes départementales RD 142, RD 55 et RD 255 traversant la Z.I.P.

#### 2.5.1.2. Comptages routiers

D'après les données du Département de la Seine-Maritime, le trafic sur les routes départementales traversant ou à proximité de la Z.I.P, est détaillé dans le tableau ci-dessous.

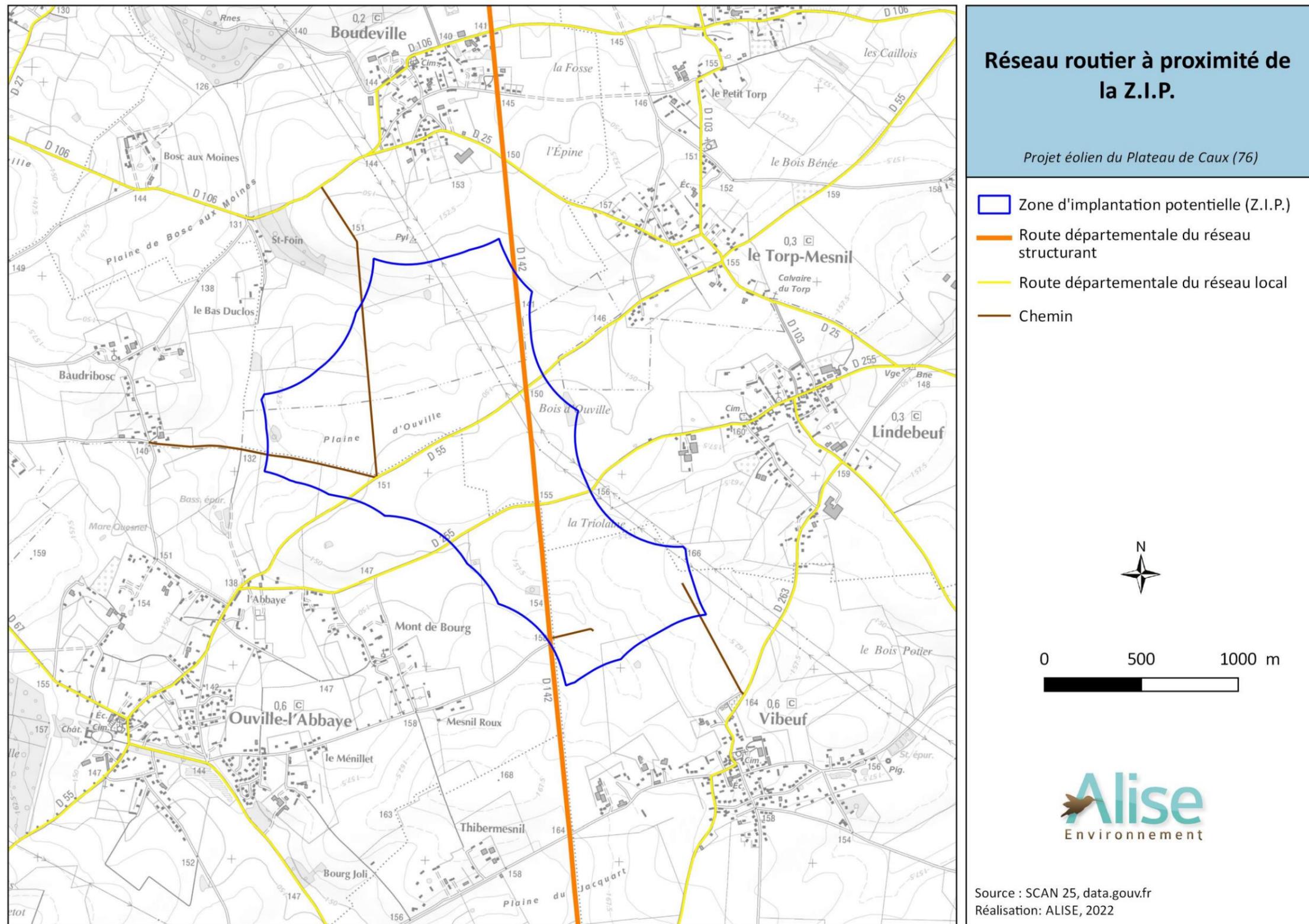
Les données pour les routes départementales et communales de plus faible affluence ne sont pas disponibles.

**Tableau 32 : Comptages routiers sur les routes départementales, à proximité de la Z.I.P.**

Source : Département de Seine-Maritime

Route	Nombre total de véhicules par jour (en TMJ*)	Dont poids lourds	Date des mesures
D 25	288	7,4 %	2021
D 55	743	3,7 %	2021
D 142	3 649	7,5 %	2021

\*TMJ : Trafic Moyen Journalier



**Figure 35 : Réseau routier à proximité de la Z.I.P.**

Source : Règlement départemental de voirie de Seine-Maritime

### 2.5.2 - Le transport de matières dangereuses et radioactives

Une matière dangereuse est une substance qui, par ses propriétés physiques ou chimiques, ou bien par la nature des réactions qu'elle est susceptible de mettre en œuvre, peut présenter un danger grave pour l'homme, les biens ou l'environnement. Elle peut être inflammable, toxique, explosive, corrosive ou radioactive.

Le transport de matières dangereuses (TMD) concerne essentiellement les voies routières (2/3 du trafic en tonnes kilomètre) et ferroviaires (1/3 du trafic) ; la voie d'eau (maritime et les réseaux de canalisation) et la voie aérienne participent à moins de 5 % du trafic.

D'après les renseignements du Dossier Départemental sur les Risques Majeurs de la Seine-Maritime et Géorisques, les communes de la Z.I.P. sont concernées par le risque lié au transport de matières dangereuses par voies routières.

Les communes de Boudeville, Lindebeuf et Ouveille-l'Abbaye sont concernées par le risque lié au transport de matières dangereuses par canalisation. La commune de Vibeuf n'est pas concernée par le risque lié au transport de matières dangereuses par canalisations ou par voie ferrée.

**D'après les renseignements du Dossier Départemental sur les Risques Majeurs de la Seine-Maritime et Géorisques, les communes de la Z.I.P. sont concernées par le risque lié au transport de matières dangereuses par voies routières. De plus, les communes de Boudeville, Lindebeuf et Ouveille-l'Abbaye sont concernées par le risque lié au transport de matières dangereuses par canalisation.**

### 2.5.3 - Transport aérien

D'après la DGAC, le projet se situe en dehors de toute servitude aéronautique ou radioélectrique associé à des installations de l'aviation civile. L'altitude maximale à ne pas dépasser est de 309 mètres NGF sur le site du projet.

Selon les informations recueillies auprès de la Direction de la Sécurité aérienne d'Etat, « Le projet se situe dans un secteur défini autour de la zone LF-P 32, qui sur décision gouvernementale et sous faible préavis, peut faire l'objet d'une protection particulière en cas de menace, dans le cadre d'un renforcement de la posture permanente de sûreté (PPS). Cependant, après une étude détaillée, il s'avère que le projet est acceptable. En cas de construction, compte tenu de la hauteur totale hors sol des éoliennes, un balisage "diurne et nocturne" devra être mis en place conformément à la réglementation en vigueur. »

**D'après la Sous-Direction régionale de la circulation aérienne militaire, le projet se situe dans un secteur défini autour de la zone LF-P 32. D'après la DGAC, le projet se situe en dehors de toute servitude aéronautique ou radioélectrique associé à des installations de l'aviation civile. L'altitude maximale à ne pas dépasser est de 309 mètres NGF sur le site du projet.**

### 2.5.4 - Transport ferroviaire

**Selon Réseau Ferré de France, aucune voie ferrée ne traverse les communes de la Z.I.P. La voie ferrée la plus proche se situe à 4,1 km à l'ouest de la Z.I.P.**

### 2.5.5 - Transport fluvial

**Aucune voie navigable n'est située à proximité des communes concernées par la Z.I.P.**

## 2.6 - RESEAUX ET SERVITUDES

### 2.6.1 - Réseau d'alimentation en eau potable

Les communes de Boudeville, Lindebeuf et Vibeuf dépendent du SMAEPA de la région Doudeville pour la production et la distribution en eau potable. La commune d'Ouveille-l'Abbaye dépend du SMAEPA de la région de Yerville pour la production et la distribution en eau potable.

Le site internet [www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr) recense les canalisations de prélèvements et de distribution d'eau destinées à la consommation humaine, à l'alimentation en eau industrielle ou à la protection contre l'incendie.

**Selon les informations fournies par les SMAEPA de la région de Doudeville et Yerville, il n'y a pas de canalisation d'alimentation en eau potable qui traverse la Z.I.P.**

### 2.6.2 - Réseau d'assainissement

Les communes de Boudeville, Lindebeuf et Vibeuf dépendent du SMAEPA de la région Doudeville pour l'assainissement. La commune d'Ouveille-l'Abbaye dépend des SMAEPA de la région de Yerville et de la région de Doudeville pour l'assainissement.

Le site internet [www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr) recense les canalisations d'assainissement des eaux usées domestiques ou industrielles ou des eaux pluviales.

**Selon ce site et les informations fournies par les SMAEPA de la région de Doudeville et Yerville, il n'y a pas de canalisation d'alimentation en eau potable qui traverse la Z.I.P.**

### 2.6.3 - Réseau électrique

D'après le site internet [www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr) et RTE, la zone d'implantation potentielle est traversée par deux ouvrages électriques aériens :

- La ligne aérienne 400 000 volts, BARNABOS PALUEL 1 & 2, entre les pylônes n°137 et N°127 ;
- La ligne aérienne 400 000 volts, BARNABOS PALUEL 3 & 4, entre les pylônes n°338 et N°327.

D'après le site internet [www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr) et ENEDIS, un poste électrique se situe sur la Z.I.P., au niveau du croisement entre la RD 142 et de la RD 55. Une ligne électrique HTA souterraine se situe au niveau de ce poste électrique et se dirige vers le centre-bourg de la commune du Torp-Mesnil.

D'après le site internet [www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr) et RTE, la zone d'implantation potentielle est traversée par deux lignes aériennes gérées par RTE.

D'après le site internet [www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalizations.ineris.fr) et ENEDIS, un poste électrique se situe sur la Z.I.P., au niveau du croisement entre la RD 142 et de la RD 55. Une ligne électrique HTA souterraine se situe au niveau de ce poste électrique et se dirige vers le centre-bourg de la commune du Torp-Mesnil.

L'arrêté ministériel du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique n'envisage pas expressément de distance d'éloignement entre les éoliennes et les ouvrages de transport d'électricité. Cependant, « RTE estime qu'il est hautement souhaitable qu'une distance supérieure à la hauteur des éoliennes (pales comprises) soit respectée entre ces ouvrages et la conducteur le plus proche ».

**Avec des éoliennes de 150 m de hauteur totale (pale à la verticale), la servitude sera d'au minimum 150 m entre les éoliennes et les lignes électriques gérées par RTE.**

#### 2.6.4 - Canalisation de gaz

D'après les données fournies par GRT gaz et le site internet [www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr), une canalisation de gaz traverse la zone d'implantation potentielle, le long de la RD 142.

Comme mentionné à l'art 10 de l'arrêté du 05/03/2014, GRTgaz a pour obligation de définir la distance minimale entre un projet et ses installations et les mesures de sécurité à prendre vis-à-vis des installations classées pour la protection de l'environnement, notamment celles susceptibles de produire des interactions en fonctionnement normal ou en cas d'accident.

De ce fait, la distance minimale à respecter entre nos ouvrages et une éolienne doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur (longueur d'une pale ajoutée à la hauteur de la tour).

**Avec des éoliennes de 150m de hauteur totale (pale à la verticale), la servitude sera d'au minimum 300 m entre les éoliennes et la canalisation de gaz.**

#### 2.6.5 - Canalisation d'hydrocarbures

D'après les renseignements fournis par la société des transports pétroliers par pipeline (TRAPIL), la commune de Boudeville est traversée par une canalisation d'hydrocarbure située à 270 m au nord de la Z.I.P. il s'agit du pipeline hydrocarbure haute pression LE HAVRE / CAMBRAI appartenant au réseau des Oléoducs de Défense Commune.

Dans le cadre du projet éolien du Surouët, une étude vibratoire a été réalisée par la société Conseil Assistance Terrassement Minage (CATM). Cette étude est présente en Annexe 1 du présent document. D'après les conclusions de l'étude, les vibrations générées par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche seraient inférieures à 3mm/s au niveau de la conduite TRAPIL, soit très inférieures au seuil de 40 mm/s admissible. La création du parc éolien ne présente donc pas de risques vis-à-vis de la conduite TRAPIL.

**Une canalisation d'hydrocarbures est située à 270 m au nord de la Z.I.P. L'étude vibratoire, réalisée dans le cadre du projet, conclut à l'absence de risque de vibrations généré par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche sur la canalisation d'hydrocarbure.**

#### 2.6.6 - Réseaux de télécommunication

D'après le site Cartoradio de l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR), il n'y a pas d'antenne de télécommunication sur les communes concernées par la Z.I.P.

D'après l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR), il n'y a pas de servitudes radioélectriques sur la zone d'implantation potentielle.

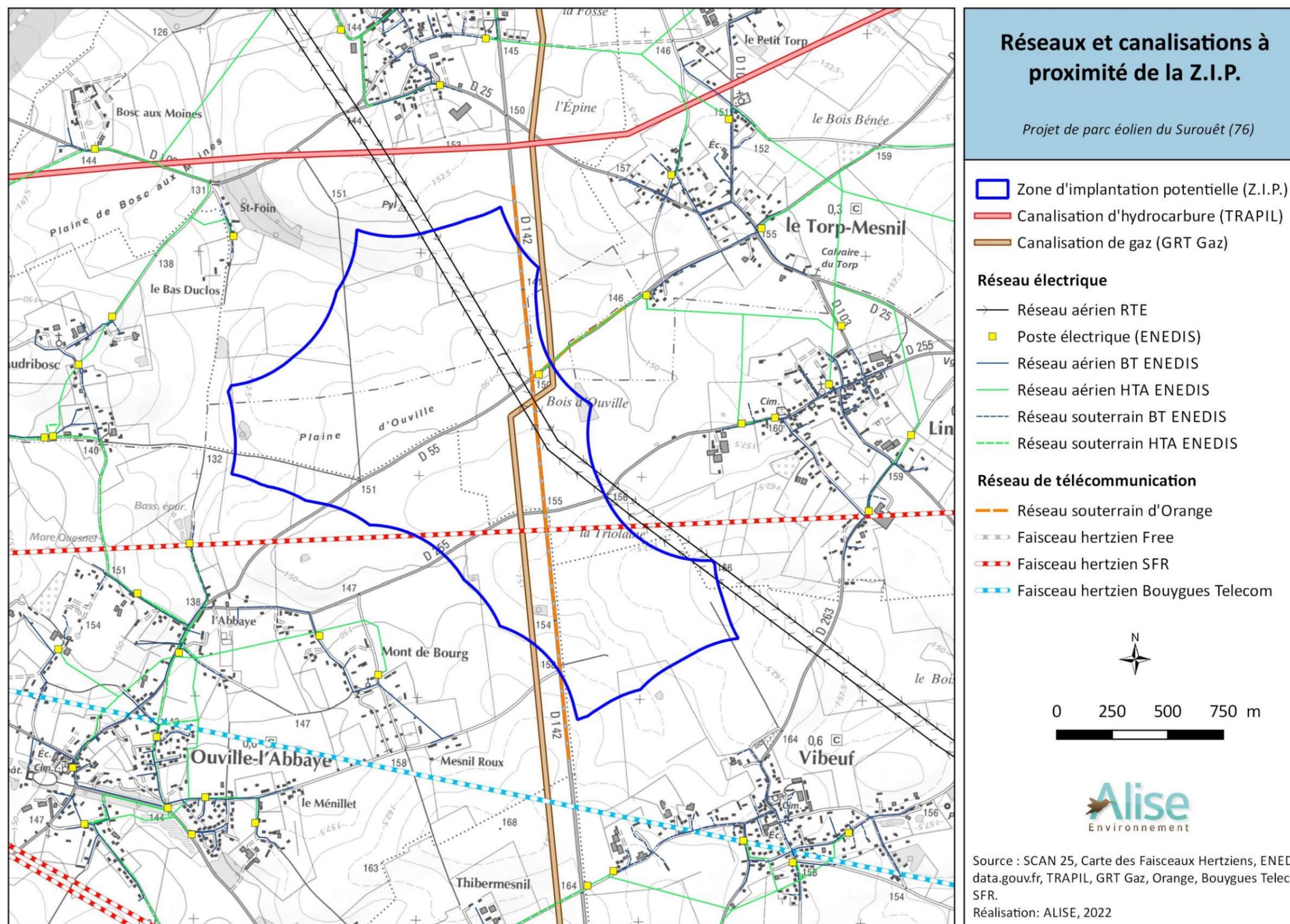
Selon les informations fournies par l'opérateur SFR, il existe un faisceau hertzien traversant la Z.I.P. Une distance de 50m de part et d'autre du faisceau hertzien de SFR devrait être respectée.

D'après les informations fournies par l'opérateur Orange, une conduite allégée souterraine traverse la Z.I.P., le long de la RD 142 et une artère pleine terre souterraine traverse la Z.I.P. depuis le croisement entre la RD 142 et RD 55 vers la commune du Torp-Mesnil.

Selon les informations fournies par l'opérateur SFR, une distance de 50 m de part et d'autres du faisceau hertzien devra être respectée.

Selon les informations fournies par les opérateurs ayants répondu à nos sollicitations (Orange, et Bouygues Telecom), il n'y a pas de servitude relative à des lignes téléphoniques sur la Z.I.P.

**Selon les informations disponibles, une conduite allégée souterraine gérée par Orange traverse la Z.I.P. Il n'y a pas de servitude associée à cette conduite. D'après l'opérateur SFR, une distance de 50 m de part et d'autre du faisceau hertzien de SFR devra être respectée. De plus, une distance de 50 mètres de part et d'autre de l'axe du faisceau de SFR est recommandée par l'opérateur.**



**Figure 36 : Synthèse des réseaux et canalisations à proximité de la Z.I.P.**

Source : SCAN 25, Carte des Faisceaux Hertziens, ENEDIS, data.gouv.fr, TRAPIL, GRT Gaz, Orange, Bouygues Telecom, SFR

## 2.7 - RISQUES TECHNOLOGIQUES

### 2.7.1 - Établissements classés SEVESO

Outre leur appartenance aux installations classées, certains établissements dépendent du régime SEVESO II.

La directive européenne du 9 décembre 1996, dite directive SEVESO II concerne la prévention des risques d'accidents technologiques majeurs. Elle vise l'intégralité des établissements où sont présentes certaines substances dangereuses. Deux catégories sont distinguées suivant les quantités de substances dangereuses présentes : les établissements dits "seuil haut" et les établissements dits "seuil bas".

La directive SEVESO II est traduite en droit français notamment par l'arrêté ministériel du 10 mai 2000. La liste des installations soumises au "seuil haut" de la directive SEVESO II est étendue à certains dépôts de liquides inflammables, et l'ensemble de ces installations sont repérées dans la réglementation des installations classées sous la mention "AS" ou "Autorisation avec servitudes d'utilité publique".

D'après les données fournies par la base des installations classées, le site SEVESO le plus proche est l'établissement LEPICARD sur la commune de Yerville situé à 2,8 km au sud de la Z.I.P. Ce site est classé SEVESO à seuil haut.

**L'installation SEVESO II la plus proche se situe à 2,8 km au sud de la Z.I.P. Il s'agit de l'établissement LEPICARD.**

### 2.7.2 - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Outre ces SEVESO, des structures peuvent relever du régime des installations classées. Selon le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, est une installation classée « *toute exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains [...]* ».

**L'ICPE la plus proche est le GAEC DE L'EPINE située à 598 m au nord de la Z.I.P.**

**Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021, les éoliennes seront implantées à plus de 300 m d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement. De plus, compte tenu de l'absence de servitudes relatives à un PPRT, le risque industriel au niveau de la zone d'implantation potentielle est nul.**

### 2.7.3 - Risque nucléaire

Le risque nucléaire provient du rejet d'éléments radioactifs en dehors des conteneurs et enceintes prévus pour les contenir. Les accidents liés au risque nucléaire ont deux origines principales :

- la survenance lors du transport ;
- la survenance liée à un dysfonctionnement grave sur une installation nucléaire industrielle.

Le risque nucléaire concerne la santé et la sécurité des personnes, ainsi que l'environnement.

Les centrales nucléaires les plus proches sont celles de Paluel et Penly situées respectivement à environ 23 km et 37 km de la zone d'implantation potentielle.

**Il n'y a pas de centrale nucléaire sur les communes de la Z.I.P. ou l'aire d'étude éloignée. Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021, les éoliennes seront implantées à plus de 300 m d'une installation nucléaire de base.**

La Figure 37 ci-dessous présente les enjeux autour de la Z.I.P.

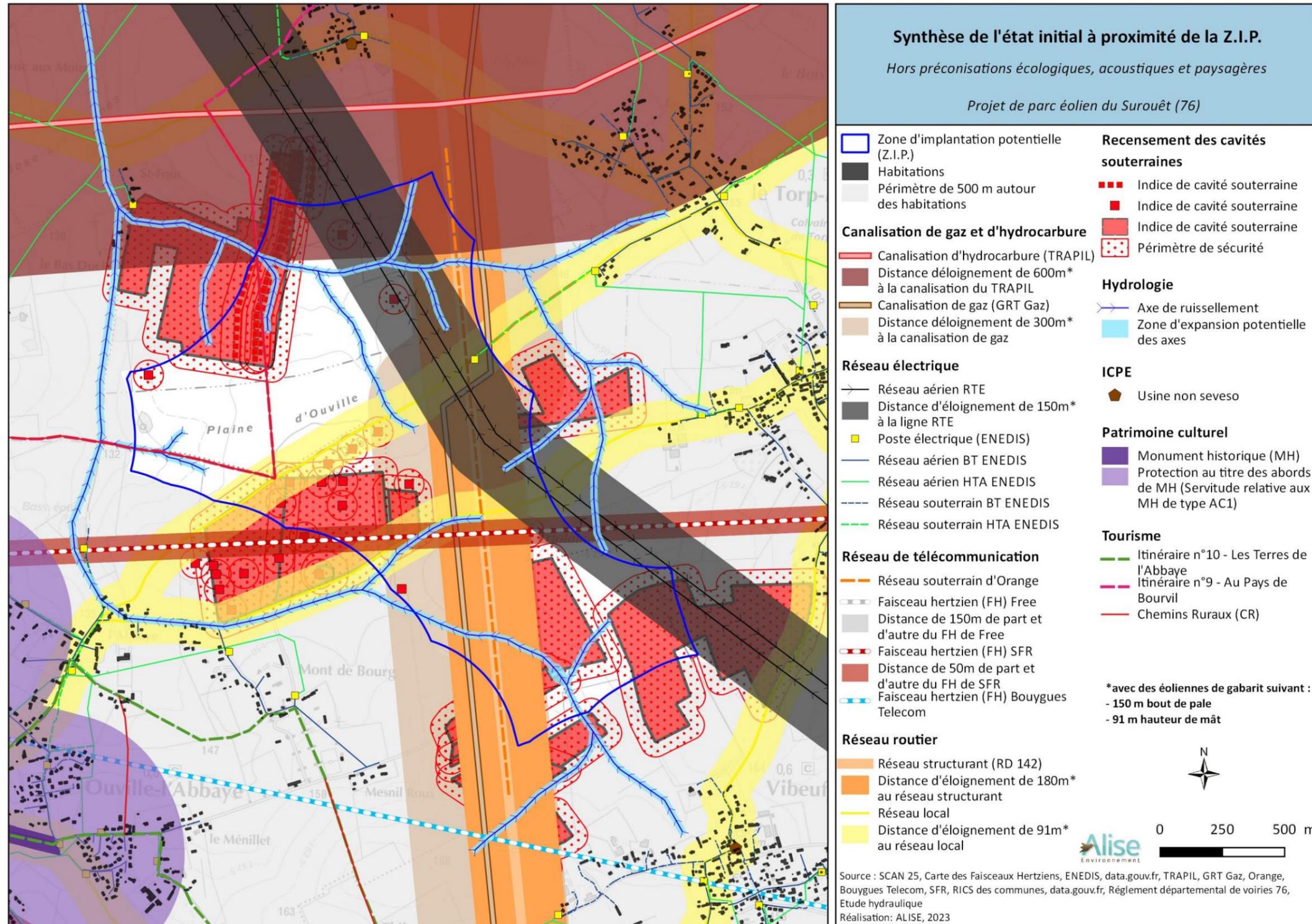


Figure 37 : Synthèse de l'état initial à proximité de la Z.I.P. (hors préconisations acoustiques, paysagères et écologiques)

Source : SCAN 25, Carte des Faisceaux Hertziens, ENEDIS, data.gouv.fr, TRAPIL, GRT Gaz, Orange, Bouygues Telecom, SFR, RICS des communes, data.gouv.fr, Règlement départemental de voiries 76

### 3 - CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

#### 3.1 - NOMBRE D'ÉQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) permet d'identifier les enjeux à protéger dans une zone d'étude.

Le Tableau 33 ci-après présente le nombre de personnes permanentes ou équivalent-personnes permanentes présentes dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes :

**Tableau 33 : Nombre d'équivalent-personnes permanentes dans l'aire d'étude de 500m**

Secteur ou infrastructure	Type	Nombre d'équivalent personnes permanentes	Eoliennes concernées (aire d'étude de 500 m)
RD 142	Voie de circulation automobile structurante : 3 649 véhicules/jour (source : Dép. 76, 2021)	0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.	E2, E3, E4
RD 55	Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) → Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	E2, E3
RD 255	Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) → Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	E3, E4
Itinéraire de randonnées	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2 personnes/1 km / 100 promeneurs par jour	E1, E2
Chemins d'exploitation ou chemins d'accès	Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) → Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	Toutes les éoliennes
Plateformes permanentes	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne/10 hectares	Toutes les éoliennes
Champs, prairies, Boisements	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1 personne/100 hectares	Toutes les éoliennes

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur/infrastructure est présentée en Annexe 3. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologique applicables aux études de dangers.

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour la RD 142 et l'itinéraire de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

**Deux lignes électriques aériennes gérée par RTE passe à proximité de l'ensemble des éoliennes. Une servitude sera d'au minimum 150 m entre les éoliennes et les lignes électriques gérées par RTE.**

**Une canalisation d'hydrocarbures gérée par le TRAPIL passe à proximité des éoliennes. L'étude vibratoire, réalisée dans le cadre du projet par la société CATM (cf. Annexe 1), conclut à l'absence de risque de vibrations généré par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche sur la canalisation d'hydrocarbure.**

**Une canalisation de gaz à haute pression exploitée par GRT gaz passe à proximité des éoliennes. Une étude a été réalisée par GRT démontrant la compatibilité du projet avec leurs préconisations (cf. Annexe 2).**

### 3.2 - CARTOGRAPHIE

La Figure 38 ci-dessous présente les enjeux dans un rayon de 500 m autour des éoliennes.

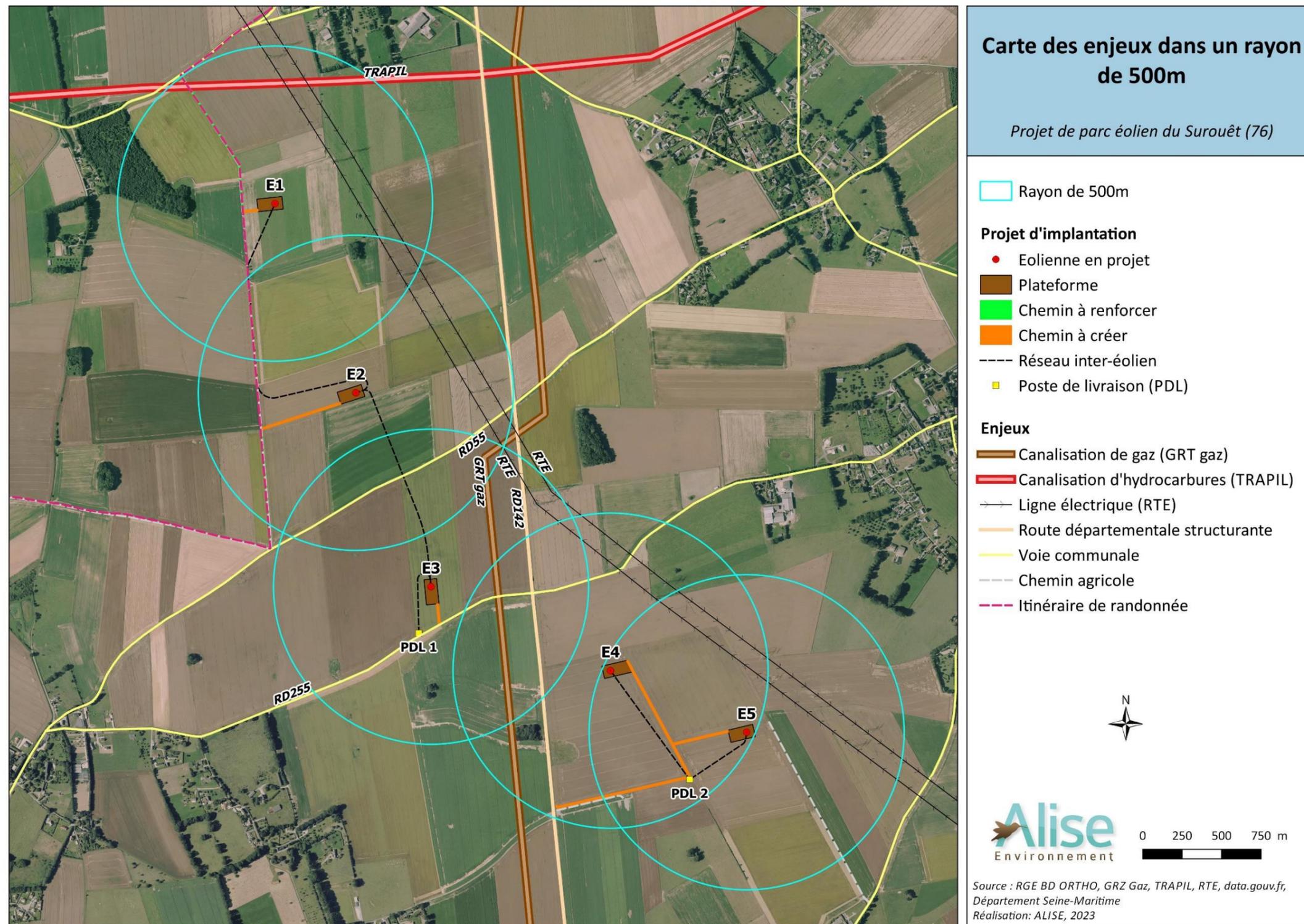


Figure 38 : Carte des enjeux dans un rayon de 500 m autour des éoliennes



## Chapitre 5 – DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente (partie 5), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

## 1 - CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

### 1.1 - CARACTERISTIQUES GENERALES

Le 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 :

- plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ou vers une station ultra-rapide de recharge;
- un réseau de chemins d'accès ;
- éventuellement des éléments Annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

### 1.2 - ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN AEROGENERATEUR

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 (modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021) 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, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- Le rotor qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- Le mât est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmontés 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 abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
  - 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.

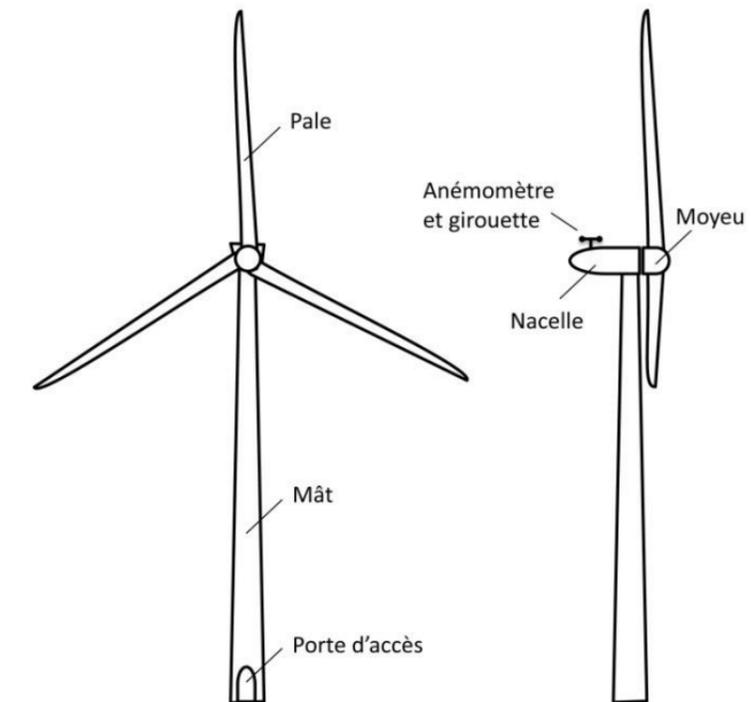


Figure 39 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

#### 1.2.1 - Emprise au sol

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 à l'axe du mât ;
- **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.

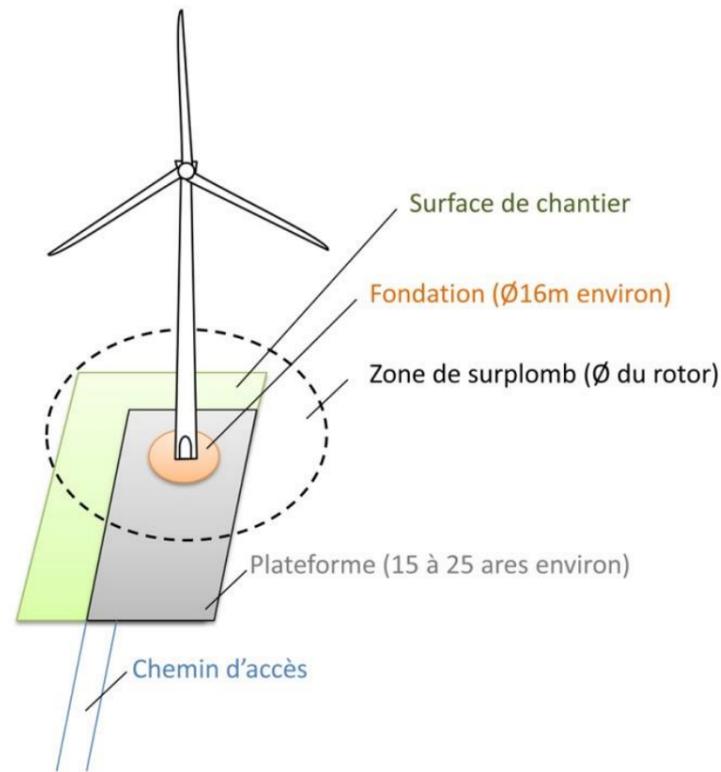


Figure 40 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

(Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale)

### 1.2.2 - Chemins d'accès

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 construction du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

- l'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants ;
- si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles agricoles.

Durant la phase de construction et de démantèlement, les engins empruntent ces chemins pour acheminer les éléments constituant les éoliennes et 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).

## 1.3 - ACTIVITE DE L'INSTALLATION

L'activité principale du projet éolien du Surouët sera la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec des éoliennes ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau 34 : Caractéristiques du gabarit d'éolienne maximisant

Type	Eolienne	Hauteur au moyeu	Hauteur totale (mât + pales)
Maximisant	E1/E2/E3	91	149,5
Maximisant	E4/E5	85	143,5

Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

## 1.4 - COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le projet retenu consiste en l'implantation d'un parc éolien composé de 5 éoliennes d'une puissance nominale maximale unitaire de 3,6 MW sur les communes de Boudeville, Ouveille-l'Abbaye et Vibeuf.

Le projet de parc éolien du Surouët sera composé de 5 aérogénérateurs et de deux postes de livraison. Les caractéristiques des deux gabarits maximisant sont décrites ci-dessous :

Tableau 35 : Caractéristiques des modèles d'éolienne maximisant

	Maximisant E1/E2/E3	Maximisant E4/E5
Diamètre du rotor (m)	116,8	116,8
Hauteur totale (m)	149,5	143,5
Hauteur au moyeu (m)	91	85
Hauteur mât au sens ICPE (m)	88,9	82,9
Largeur de la base de la pale (m)	2,4	2,4
Longueur de pale (m)	57,3	57,3
Largeur du mât à la base (m)	4,3	4,3

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison :

**Tableau 36 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison**

Eoliennes /PDL*	Coordonnées						Altitude (en m NGF)	
	Lambert 93		Lambert II étendu		WGS 84		Pied de l'éolienne	Bout de pale
	X	Y	X	Y	Est	Nord		
E1	546792,15	6959521,09	494599,96	2525353,43	0°52'35.9659" E	49°42'58.2152" N	147,47	296,97
E2	547048,68	6958920,77	494861,62	2524754,93	0°52'49.5628" E	49°42'39.0269" N	144,67	294,17
E3	547287,32	6958305,60	495105,49	2524141,41	0°53'2.2844" E	49°42'19.3417" N	155,06	304,56
E4	547856,96	6958039,25	495677,65	2523879,66	0°53'31.0405" E	49°42'11.2223" N	159,91	302,41
E5	548288,92	6957843,83	496111,46	2523687,72	0°53'52.8364" E	49°42'5.2754" N	163,47	305,97
PDL1	547248,64	6958157,98	495068,02	2523993,39	0°53'0.5532" E	49°42'14.5350" N	152,27	
PDL2	548108,02	6957693,91	495931,71	2523536,22	0°53'44.0167" E	49°42'0.2718" N	159,99	

\* E : Eolienne, PDL : Poste de livraison

Le balisage mis en place répondra aux dispositions de l'arrêté du 29 mars 2022 modifiant l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne.

Le balisage mis en place répondra aux dispositions de l'arrêté 29 mars 2022 modifiant l'arrêté du 23 avril 2018.



Figure 41 : Plan détaillé de l'installation

## 2 - FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

### 2.1 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR

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 ».

Pour un aérogénérateur de 3 MW par exemple, la production électrique horaire atteint 3 000 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 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 public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 90 km/h, l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

**Tableau 37 : Caractéristiques de fonctionnement**

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques		
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	784 m <sup>2</sup> (28m de diamètre)		
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	<b>GABARITS MAXIMISANT</b>		
		<b>Eoliennes concernées</b>	<b>E1/E2/E3</b>	<b>E4/E5</b>
		Hauteur maxi des parties fixe et mobile	149,5	143,5
		Hauteur du mât au sens ICPE :	88,9	82,9
		Hauteur maxi de l'axe du moyeu	91	85
		Diamètre de la base du mât	4,3	4,3

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
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	Type de génératrice induction asynchrone
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Nombre de pales : 3 Diamètre du rotor : 116,8 m
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Transformateur intégré au mât de l'éolienne
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	2 postes de livraison Longueur : 11,3 m Largeur : 3 m Hauteur : 2,8 m

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

**Tableau 38 : Caractéristiques techniques des éléments constituant du parc éolien**

Description	Données techniques
Fondations	784 m <sup>2</sup> (diamètre 28 m)
Plateforme type	Environ 1 610 m <sup>2</sup>
Postes de livraison	2 PDL 34 m <sup>2</sup> /PDL
Chemin d'accès permanent	Largeur exempte d'obstacle : 5 m

## 2.2 - SECURITE DE L'INSTALLATION

### 2.2.1 - Réglementation en matière de sécurité des éoliennes

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 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. L'exploitation sera confiée à GP JOULE et SEIDER qui exploitent leurs parcs et ne dénombrent aucun accident sur leurs parcs actuellement exploités.

Le porteur du projet s'engage à installer des éoliennes strictement conformes aux exigences énoncées plus haut. Dans le cas des modèles d'éolienne envisagé, 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.

### 2.2.2 - Principaux systèmes de sécurité

**Toutes les éoliennes seront équipées des dernières technologies en matière de sécurité.**

#### 2.2.2.1. Système de balisage

L'arrêté du 29 mars 2022 modifiant l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation abroge et remplace :

- Arrêté du 13 novembre 2009 modifié relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques ;
- Arrêté du 8 mars 2010 modifié relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques et installées sur les îles Wallis-et-Futuna, en Polynésie française ou en Nouvelle-Calédonie ;
- Arrêté du 7 décembre 2010 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne.

Le texte fixe les règles de balisage des parcs éoliens en mer et modifie les règles applicables aux parcs éoliens terrestres. Parmi les différentes dispositions, se trouve notamment la possibilité d'introduire, pour certaines éoliennes au sein d'un parc :

- un balisage fixe ou un balisage à éclat de moindre intensité, notamment l'utilisation de balises à faisceaux « modifiés » (en lieu et place des balises obligatoires), dont l'angle du faisceau est orienté vers le ciel, permettra d'atténuer l'impact visuel pour les observateurs situés au niveau du sol ;
- de baliser uniquement la périphérie des parcs éoliens de jour ;
- la synchronisation obligatoire des éclats des feux de balisage ;
- séquençage : 1/3 ON, 2/3 OFF : le rythme des feux à éclats nocturnes est égale à un tiers de la durée totale d'un cycle.

#### 2.2.2.2. Système de sécurité en cas de tempête

Le freinage du rotor est effectué par rotation des pales jusqu'à la position dite en drapeau (90°) (frein aérodynamique principal). Chaque pale possède son propre moteur de calage et son système de secours. Le calage d'une seule pale étant suffisant pour réguler la vitesse de l'éolienne. L'indépendance de chaque pale assure une redondance de trois de la régulation.

Le système est conçu en « fail-safe » c'est à dire que tout dysfonctionnement du système entraîne l'arrêt de l'éolienne.

Ainsi, le contrôle de l'angle de calage des pales a deux finalités : l'optimisation des performances énergétiques de l'éolienne et la mise en sécurité de l'éolienne en la protégeant des rafales de vent ou en l'arrêtant si nécessaire (mise en drapeau).

**Les éoliennes seront équipées d'un système redondant permettant une mise en drapeau des pales si les vitesses du vent dépassent la vitesse maximale admissible.**

### 2.2.2.3. Système de sécurité contre la foudre

L'éolienne est équipée d'un système parafoudre fiable afin d'éviter que l'éolienne ne subisse de dégâts.

Des pastilles métalliques en acier inoxydable sont disposées à intervalles réguliers sur les deux faces des pales reliées entre elles par une tresse en cuivre située à l'intérieur de la pale. La tresse de cuivre est raccordée à la base de la pale et le courant de foudre est dévié vers la terre via la fondation et des prises profondes.

Pour la protection interne de la machine, les composants principaux tels que l'armoire de contrôle et la génératrice sont protégés par des parasurtenseurs. Toutes les autres platines possédant leur propre alimentation sont équipées de filtres à hautes absorptions. Aussi, la partie télécom est protégée par des parasurtenseurs de lignes et une protection galvanique. Enfin, une liaison de communication télécom en fibre optique entre les machines permet une insensibilité à ces surtensions atmosphériques ou du réseau.

Le transformateur est protégé par les parafoudres. De même, l'anémomètre est protégé et entouré d'un arceau.

**Les éoliennes seront équipées d'une installation de protection anti-foudre conforme à la norme internationale IEC 61024-1 II.**

### 2.2.2.4. Système de sécurité contre le gel

- Système de déduction

Certaines conditions météorologiques peuvent être à l'origine de formations de glace, de givre ou bien de dépôts de neige sur les pales de rotor des éoliennes.

Afin d'éviter la projection de glace et pour garantir un fonctionnement sûr des installations, les constructeurs mettent en place des systèmes de contrôle du givre, et ce, conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.

Chaque aérogénérateur sera équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur sera mis à l'arrêt dans un délai maximal de 60 minutes. L'exploitant définira une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales.

Lorsqu'un référentiel technique permettant de déterminer l'importance de glace formée nécessitant l'arrêt de l'aérogénérateur sera reconnu par le ministre des installations classées, l'exploitant respectera les règles prévues par ce référentiel.

Des panneaux d'informations sur la possibilité de formation de glace sont également implantés sur le chemin d'accès des machines.

**Les éoliennes seront équipées d'un dispositif permettant de détecter la présence de givre sur les pales et d'arrêter la machine ou d'éviter sa mise en fonctionnement après une période d'arrêt. Des panneaux type « Attention, chute de glace » seront mis en place au pied de chaque éolienne pour prévenir du danger.**

### 2.2.2.5. Système de sécurité contre les incendies

Les principaux risques d'incendie étaient causés dans le passé par la foudre. Cependant, les éoliennes modernes sont équipées de systèmes parafoudre dont le fonctionnement est très fiable en raison des nombreux progrès technologiques effectués dans ce domaine. Le système de protection de l'éolienne décrit au paragraphe précédent permet ainsi d'éviter tout dommage. La probabilité d'occurrence d'un incendie est donc très faible.

D'autre part, les risques d'incendie sont parfaitement maîtrisés grâce à un suivi permanent et à une maintenance du fonctionnement de toutes les composantes du parc éolien. L'ensemble des capteurs d'incendie est contrôlé par le système général de l'éolienne.

En cas d'incendie d'une des éoliennes, le parc est automatiquement déconnecté du réseau électrique pour éviter toute perturbation. Le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) est prévenu automatiquement par le système de contrôle à distance, ce qui permet aux pompiers d'intervenir rapidement sur le site.

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 22 juin 2020, chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte et de prévention contre les conséquences d'un incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, composé a minima de deux extincteurs placés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façon bien visible et facilement accessibles. Ils peuvent être utilisés par les agents de maintenance lorsque ceux-ci se trouvent dans l'éolienne.

**Les éoliennes seront équipées de détecteurs permettant de mettre la machine à l'arrêt en cas d'incendie ainsi que d'extincteurs à CO<sub>2</sub> pour faire face à tout début d'incendie lors des visites de contrôle ou de maintenance par les techniciens.**

### 2.2.2.6. Système de freinage

En fonctionnement, les éoliennes sont exclusivement freinées d'une façon aérodynamique par inclinaison des pales en position drapeau. Pour ceci, les trois entraînements de pales indépendants mettent les pales en position de drapeau (c'est-à-dire « les décrochent du vent ») en l'espace de quelques secondes. La vitesse de l'éolienne diminue sans que l'arbre d'entraînement ne soit soumis à des forces additionnelles.

Le rotor n'est pas bloqué même lorsque l'éolienne est à l'arrêt, il peut continuer de tourner librement à très basse vitesse. Le rotor et l'arbre d'entraînement ne sont alors exposés à pratiquement aucune force. En fonctionnement au ralenti, les paliers sont moins soumis aux charges que lorsque le rotor est bloqué.

L'arrêt complet du rotor n'a lieu qu'à des fins de maintenance et en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence. Le dispositif de blocage du rotor ne peut être actionné que manuellement et en dernière sécurité, à des fins de maintenance.

**La mise en position drapeau permet le freinage des éoliennes. Il y a également un système d'arrêt d'urgence.**

### 2.2.2.7. Système d'arrêt d'urgence

Si des personnes ou des pièces de l'éolienne sont en danger, l'éolienne peut être stoppée immédiatement grâce à un système d'arrêt d'urgence, qui peut être déclenché 24h/24 et 7j/7 :

- par le système automatique de télésurveillance, qui analyse les données des capteurs de l'éolienne et évalue s'il existe un risque éventuel ;
- par l'opérateur présent dans le centre de surveillance à distance ;
- par un agent de maintenance présent au niveau de l'éolienne.

L'activation de ce système d'arrêt d'urgence entraîne un freinage immédiat du rotor, avec une inclinaison rapide des pales par l'intermédiaire des unités de réglage et de freinage d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique est actionné simultanément. L'alimentation électrique de tous les composants reste assurée.

Si nécessaire, l'éolienne peut être stoppée immédiatement, en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence (armoire de commande). Ce bouton déclenche un freinage d'urgence sur le rotor, avec une inclinaison rapide par l'intermédiaire

des unités de réglage des pales et de freinage d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique est actionné simultanément. L'alimentation électrique de tous les composants reste assurée.

Une fois l'urgence passée, le bouton d'arrêt d'urgence doit être réarmé pour permettre le redémarrage de l'éolienne.

Si l'interrupteur principal de l'armoire de commande est mis en position d'arrêt, tous les composants de l'éolienne, à l'exception de l'éclairage du mât et de l'armoire électrique, ainsi que les différents interrupteurs d'éclairage et les connecteurs mobiles, sont déconnectés. L'éolienne déclenche l'inclinaison rapide des pales par l'intermédiaire des dispositifs d'inclinaison d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique n'est pas activé lorsque l'interrupteur principal est actionné.

En position d'arrêt, tous les composants de l'éolienne sont déconnectés, à l'exception de l'éclairage du mât et de l'armoire électrique, ainsi que les différents interrupteurs d'éclairage et les connecteurs mobiles. L'éolienne déclenche l'inclinaison rapide des pales par l'intermédiaire des dispositifs d'inclinaison d'urgence des pales du rotor. Le frein d'arrêt mécanique n'est pas activé lorsque l'interrupteur principal est actionné.

**Les éoliennes seront équipées d'un système d'arrêt d'urgence par freinage mécanique qui peut être déclenché 24h/24 et 7j/7.**

#### 2.2.2.8. Certification de conformité aux normes européennes

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

#### 2.2.2.9. Vérification de stabilité des ouvrages

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

#### 2.2.2.10. Accessibilité

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

### 2.3 - OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Conformément à la directive 98/37/CE les machines feront l'objet de contrôles réguliers par des contrôleurs agréés. Le rythme de passage au moins annuel sera fixé et fera l'objet d'un engagement écrit auprès des autorités compétentes. Ce point est repris de manière plus développée et précise au paragraphe 1 - du chapitre 9, page 148.

### 2.4 - STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

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

Durant leur formation, les techniciens reçoivent la consigne de maintenir propres les aérogénérateurs et de ne pas y entreposer de matériaux, combustibles et inflammables ou non. Leur support de formation basique électrique/mécanique le stipule explicitement. Des rappels réguliers sont effectués lors des rappels de sécurité qu'ils suivent tous les 6 mois.

### 3 - FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

#### 3.1 - RESEAUX ELECTRIQUES

##### 3.1.1 - Réseau inter-éolien

Le schéma ci-dessous présente le principe de raccordement d'un parc éolien au réseau d'électricité. La production des éoliennes est fournie en 690 Volts, **tension relevée en 20 000 Volts par un transformateur intégré ou non dans le mât tubulaire ou la nacelle**<sup>1</sup>.

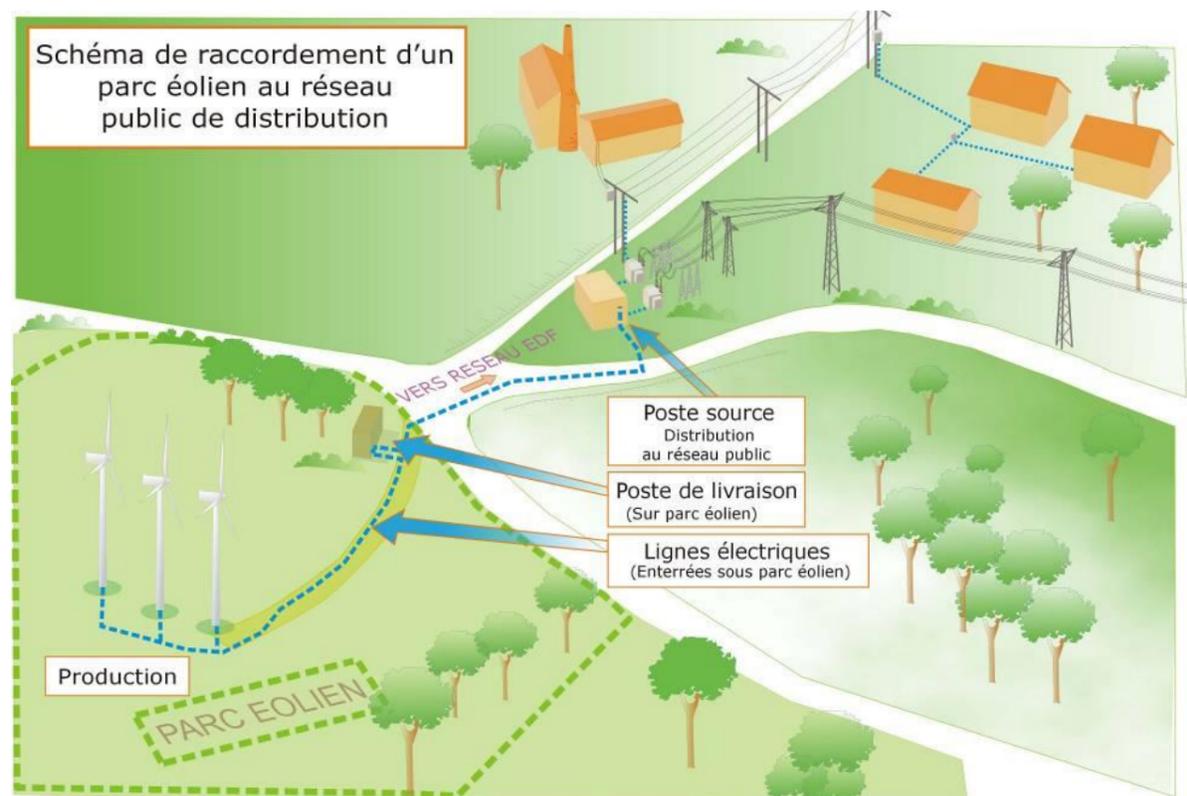


Figure 42 : Composants du parc éolien

Source : ADEME

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.

##### 3.1.2 - Poste de livraison

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).

La localisation exacte des emplacements des postes 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 5 machines du projet éolien du Surouët, deux postes de livraison seront nécessaires. Le poste de livraison n°1 sera localisé sur la parcelle cadastrale ZA 2, sur la commune d'Ouille-l'Abbaye et le poste de livraison n°2 sera localisé sur la parcelle cadastrale ZA 11, sur la commune de Vibeuf.

Chaque poste de livraison comprendra :

- un compteur électrique,
- des cellules de protection,
- des sectionneurs,
- des filtres électriques.

Les postes de livraison seront fermés à clé en permanence afin d'en interdire l'accès au public. Seules les personnes habilitées auront la clé et pourront intervenir pour effectuer les vérifications et la maintenance.

##### 3.1.3 - Raccordement électrique externe

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

Conformément à la procédure de raccordement en vigueur, un chiffrage précis du raccordement au réseau électrique sera effectué ultérieurement, dès réception de la notification du délai d'instruction du permis de construire. Les dispositions imposées par le gestionnaire du réseau seront suivies par le maître d'ouvrage et précisées dans le cahier des charges des entreprises missionnées.

Les conditions de raccordement depuis les postes 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).

Pour le projet de parc éolien du Surouët, le poste source d'Yvetot situé sur la commune d'Harcenville est pressenti.

Les gestionnaires du réseau devront juger de la capacité d'accueil de ces postes afin de raccorder le projet de parc éolien du Surouët. Les capacités d'accueil devront permettre l'évacuation de l'électricité produite pour ce parc de 21 MW maximum (pour des éoliennes de puissance de 4,2 MW).

Conformément à la procédure de raccordement en cours, un chiffrage précis (Proposition Technique et Financière de raccordement au réseau électrique) sera effectué par ENEDIS lorsque les permis de construire et d'autorisation d'exploiter au titre des ICPE auront été obtenus.

<sup>1</sup> Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne ou dans la nacelle, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

Les dispositions imposées par ENEDIS seront suivies par le maître d'ouvrage et précisées dans le cahier des charges des entreprises missionnées.

Sauf dispositions électrotechniques spécifiques, les conditions de raccordement depuis les postes de livraison 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 électrique 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).

Les postes de livraison serviront à relier les 5 éoliennes du projet au poste source par un câble électrique souterrain qui pourra être installé le long des voies communales et des routes départementales.

#### 3.1.4 - Production estimée

La production annuelle du parc éolien du Surouët est estimée à **52 800 MWh/an** (pour 2 200h équivalent pleine puissance), soit la consommation électrique de plus de 10 560 foyers au tout électrique. Cela permettra d'éviter l'émission d'environ **3 669 tonnes de CO<sub>2</sub>/an** par rapport au mix électrique français dans l'atmosphère.

### 3.2 - AUTRES RESEAUX

#### 3.2.1 - Réseaux d'eau

D'après les informations disponibles, il n'y a pas de canalisation d'alimentation en eau potable qui traverse la Z.I.P.

Le fonctionnement du parc éolien ne nécessite pas de raccordement au réseau d'eau potable des communes.

#### 3.2.2 - Réseaux d'hydrocarbures

D'après les renseignements fournis par la société des transports pétroliers par pipeline (TRAPIL), une canalisation d'hydrocarbures est située à 270 m au nord de la zone d'implantation potentielle. Une étude vibratoire a été réalisée par le CATM afin de démontrer la comptabilité du projet (cf. Annexe 1).

Le fonctionnement du parc éolien ne nécessite pas de raccordement à un réseau d'hydrocarbure.

#### 3.2.3 - Réseaux de gaz

D'après les renseignements disponibles sur le site internet [www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr) et GRT gaz, une canalisation de gaz traverse la zone d'implantation potentielle, le long de la RD 142. Une étude a été réalisée par GRT gaz afin de démontrer la comptabilité du projet (cf. Annexe 2).

Le fonctionnement du parc éolien ne nécessite pas de raccordement à un réseau de gaz.

## Chapitre 6 – IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGER DE L'INSTALLATION

Ce chapitre de l'étude de dangers a pour objectif de mettre en évidence les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc. L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle, seront traitées dans l'analyse de risques.

## 1 - POTENTIELS DE DANGERS LIES 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 (mis à part pour les maintenances) ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent potentiellement dangereux pour l'environnement.

Les produits identifiés dans le cadre du projet éolien du Surouët sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

- Produits nécessaires au bon fonctionnement des installations (graisses et huiles de transmission, huiles hydrauliques pour systèmes de freinage ...), qui, une fois usagés, sont traités en tant que déchets industriels spéciaux ;
- Produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyeurs) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...).

L'ensemble de ces produits est listé dans le tableau ci-contre. Aucun brûlage des déchets à l'air libre ne sera réalisé puisqu'interdit.

Des Equipements de Protection Individuelles appropriés sont mis à disposition par l'employeur afin de protéger les opérateurs contre les risques chimiques générés par l'utilisation de certains produits.

Les dangers représentés par l'utilisation de certains produits ainsi que les mesures de prévention associées sont détaillés dans des instructions à usage interne ainsi que dans les plans de prévention des risques qui sont présents dans les éoliennes et dont les opérateurs prennent connaissance avant toute intervention. La liste des substances et produits utilisés lors des maintenances est disponible sur demande, ainsi que les Fiches de Données de Sécurité (FDS) correspondantes. De plus, un tableau regroupant l'ensemble des produits ainsi que les dangers leur étant associés est disponible sur demande. Des détails plus précis sur ces produits seront apportés au moment de la mise en service de l'installation.

Enfin, le suivi des déchets dangereux est réalisé par l'exploitant, notamment grâce aux Bordereaux de Suivi de Déchets (BSD) qui sont systématiquement archivés, et par vérification régulière de l'autorisation des prestataires de transport et traitement des déchets, conformément à l'article 20 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié, relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun matériau combustible ou inflammable ne sera stocké dans les éoliennes ou les postes de livraison.

**Tableau 39: Produits sortants de l'installation**

Code	Désignation	Contenu	Quantités émises	Stockage avant enlèvement	BSD	Opération de traitement
13 02 06	Huiles usagées	Huiles issues des vidanges lors des opérations de maintenance et de dépannage	500 L / tous les 5 ans / éolienne	Cuve fermée sur rétention	Oui	Régénération
15 01 01	Cartons	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	-	Container fermé	Non	Recyclage

Code	Désignation	Contenu	Quantités émises	Stockage avant enlèvement	BSD	Opération de traitement
15 01 02	Emballages plastiques	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	-	Container fermé	Non	Recyclage
15 02 02	Matériaux souillés	Chiffons, contenants souillés par de la graisse, de l'huile, de la peinture	250 kg / maintenance	Bacs fermés sur rétention	Oui	Valorisation énergétique
16 01 07	Filtres à huile ou carburant	Filtres remplacés lors des opérations de maintenance et de dépannage	60 kg / maintenance	Fûts fermés sur rétention	Oui	Recyclage
16 05 04	Aérosols	Aérosols usagés de peinture, graisse, solvants, etc. utilisés lors des maintenances et dépannages	10 kg / maintenance	Fûts fermés sur rétention	Oui	Traitement
16 06 01	Batteries au plomb et acide	Batteries des équipements électriques et électroniques remplacées lors des maintenances et dépannages	-	Bacs sur rétention	Oui	Recyclage
17 04 11	Câbles alu	Câbles électriques remplacés lors des maintenances	-	Bacs	Non	Recyclage
20 01 35	DEEE	Disjoncteurs, relais, condensateurs, sondes, prises de courant	60 kg / maintenance	Bacs	Oui	Recyclage
20 01 40	Ferraille	Visserie, ferrailles diverses	-	Bacs	Non	Recyclage
20 03 01	DIB	Equipements de Protection Individuelle usagés, déchets divers (alimentaires, poussières)	-	Container fermé	Non	Valorisation énergétique

BSD : Bordereau de Suivi des Déchets

DEEE : Déchets d'Équipement Électrique et Électronique

DIB : Déchets Industriels Banals

## 2 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement d'un parc éolien sont de cinq types :

- Chute d'éléments de l'aérogénérateur (boulons, morceaux d'équipements, etc.) ;
- Projection d'éléments (morceau 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).

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant.

**Tableau 40: Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation**

Source : guide INERIS/SER/FEE, 2012

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission de l'énergie mécanique	Survitesse	Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique
Pale	Prise au vent	Bris de pale ou chute de pale	Energie cinétique d'éléments de pales
Aérogénérateur	Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne	Effondrement	Energie cinétique de chute
Poste de livraison, intérieur de l'aérogénérateur	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d'éléments	Energie cinétique de projection
Rotor	Transfert de l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute de nacelle	Energie cinétique de chute

### 3 - REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGER A LA SOURCE

#### 3.1 - PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

Cette partie explique les choix qui ont été effectués par le porteur de projet au cours de la conception du projet pour réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

- Les conditions de vent sont connues grâce aux données du parc en exploitation depuis plus de dix ans. Le modèle de machines choisi est adapté à ces conditions.
- Lors de la démarche de conception du projet, le porteur du projet a étudié plusieurs scénarii d'implantation afin de déterminer celui qui minimise les impacts vis-à-vis des intérêts mentionnés par l'article L. 511-1 du Code de l'environnement. La variante finale comporte 7 éoliennes et respecte un maximum de contraintes, notamment écologiques et paysagères.
- Dans le cadre de l'étude d'impacts, le choix de la localisation des éoliennes a fait l'objet d'études spécifiques en fonction des contraintes suivantes :
  - o L'analyse paysagère ;
  - o L'analyse de l'environnement naturel ;
  - o L'analyse de l'environnement humain ;
  - o Les analyses des contraintes techniques et pratiques agricoles ;
  - o La disponibilité foncière ;
  - o Les volontés politiques locales.
- Le respect des prescriptions générales de l'arrêté du 26 août 2011 modifié, impose au projet :
  - o Un éloignement des éoliennes de 500 m des zones dédiées à l'habitation,
  - o Un choix d'éoliennes respectant des normes de sécurité et disposant d'équipements de prévention des risques,
  - o La réalisation obligatoire d'un contrôle technique des ouvrages.
- Le projet prévoit un éloignement des éoliennes des routes structurantes du département.
- Le projet bénéficie de l'expérience de SEIDER dans le développement de projets éoliens.

Lors de l'exploitation, les principaux potentiels de dangers liés aux produits utilisés pour la maintenance, et à l'installation en elle-même (éoliennes et réseaux électriques) sont réduits au maximum à la source :

- Produits :
  - o Aucun stockage dans l'aérogénérateur ou dans les postes électriques ;
  - o Apport de la quantité nécessaire et suffisante uniquement ;
  - o Personnel formé aux risques présentés par les produits utilisés ;
  - o Consignes de sécurité strictes, affichées et connues des employés (interdiction de fumer ou d'apporter une flamme nue, arrêt de l'éolienne lors des opérations de maintenance, équipements de travail adaptés, présence d'équipements de lutte incendie...);
  - o La maintenance annuelle prévoit un contrôle des systèmes hydrauliques (fuite, niveaux, etc.) ;
  - o La tour et la nacelle jouent le rôle de rétentions.

- Installation :
  - o Conception de la machine (normes et certifications) ;
  - o Maintenance régulière ;
  - o Contrôle des différents paramètres d'exploitation (vent, température, niveau de vibrations, puissance électrique, etc.) ;
  - o Fonctions de sécurité ;
  - o Report des messages d'alarmes au centre de conduite.

#### 3.2 - UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, dite directive IPPC (« Integrated Pollution Prevention and Control »), afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles.

Pour l'essentiel, la directive IPPC vise à minimiser la pollution émanant de différentes sources industrielles dans toute l'Union Européenne. Les exploitants des installations industrielles relevant de l'Annexe I de la directive IPPC doivent obtenir des autorités des Etats-membres une autorisation environnementale avant leur mise en service.

Les installations éoliennes, ne consommant pas de matières premières et ne rejetant aucune émission dans l'atmosphère, ne sont pas soumises à cette directive.

##### 3.2.1 - Choix techniques effectués par l'exploitant

Suite à une première analyse, le site du projet 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 :

- un éloignement des aérogénérateurs par rapport aux habitations de plus de 500 m
- des servitudes aéronautiques ou radioélectriques qui ne compromettent pas l'implantation d'éoliennes puissantes.

##### 3.2.2 - Réduction des potentiels de dangers liés aux produits

Les produits dangereux présents sur l'éolienne ne peuvent pas être supprimés car ils sont nécessaires au bon fonctionnement du procédé (lubrification).

##### 3.2.3 - Réduction des potentiels de dangers liés au fonctionnement

###### 3.2.3.1. Conformité des éoliennes

Une éolienne est une machine au sens de la directive européenne 98/37/CE concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux machines et qui est transposée en droit français par les articles L. 233-5 et suivants du code du travail ainsi que par les décrets d'applications de ces textes.

Les éoliennes installées sur le site seront conformes à la directive 98/37/CE et aux dispositions pertinentes du code du travail.

Ainsi, les éoliennes :

- satisfèront aux exigences essentielles de sécurité de cette directive ou les normes harmonisées traduisant ces exigences ;
- seront revêtues du marquage "CE" ;
- disposeront d'une déclaration de conformité délivrée par le fabricant au titre de l'article R. 233-73 du code du travail, attestant de la conformité de la machine aux prescriptions techniques la concernant.

La directive 98/37/CE sera appliquée par les dispositions suivantes :

- chaque machine portera de manière lisible et indélébile les indications minimales suivantes (point 1.7.3 de l'Annexe 1 sous l'article R. 233-84 du Code du Travail) :
  - le nom du fabricant et son adresse ;
  - le marquage "CE" de conformité constitué des initiales "CE" (art R. 233-73 du Code du Travail) ;
  - la désignation de la série ou du type ;
  - le numéro de série (s'il existe) ;
  - l'année de construction .
- l'exploitant disposera de la déclaration "CE" de conformité (art R. 233-73 du Code du Travail) établit par le fabricant pour attester la conformité des machines et des composants de sécurité à la directive pour chacune des machines ou chacun des composants de sécurité fabriqués ;
- l'exploitant disposera de la notice d'instructions (point 1.7.4 de l'Annexe 1 sous l'article R. 233-84 du Code du Travail) pour chaque machine qui comportera notamment les instructions nécessaires pour que la mise en service, l'utilisation et la maintenance s'effectuent sans risque.

De plus, les éoliennes du parc éolien seront dimensionnées afin de répondre aux exigences de :

- bonne application des principes généraux de prévention (art. L. 230-1 et suivants) ;
- stabilité des machines (point 1.3.1 de l'Annexe 1 sous art. R. 233-84 du Code du Travail) ;
- risques de rupture en service (point 1.3.2 de l'Annexe 1 sous art. R. 233-84 du Code du Travail) ;
- risques dus aux chutes et projections d'objets (point 1.3.3 de l'Annexe 1 sous art. R. 233-84 du Code du Travail) ;
- risques de chutes (point 1.5.15 de l'Annexe 1 sous art. R. 233-84 du Code du Travail).

Elles disposeront d'un dossier de maintenance (art. R.235-5) ou d'un dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage.

Lorsque les travaux seront réalisés, en fonction de la coordination mise en œuvre :

- soit le plan de prévention sera établi en respect des prescriptions particulières applicables aux travaux réalisés dans des sites en exploitation (art. R. 237-1 et suivants) ;
- soit la mise en œuvre de la coordination s'effectuera en respect des prescriptions particulières applicables aux opérations de bâtiment ou de génie civil (art. R. 238-1 et suivants).

### 3.2.3.2. Contrôle technique des éoliennes

Le décret n° 2007-1327 du 11 septembre 2007 introduit un contrôle technique obligatoire pour les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle est supérieure à 12 mètres.

Ces contrôles seront réalisés durant la phase de construction de l'éolienne. Ils concernent le massif de stabilité (fondation) de l'éolienne ainsi que les liaisons entre ce massif et la machine.

### 3.2.3.3. Maintenance et entretien du matériel

L'inspection et l'entretien du matériel sont effectués par des opérateurs des constructeurs des éoliennes, formés pour ces interventions.

Tout au long des années de fonctionnement de l'éolienne, des opérations de maintenance programmées vérifient l'état et le fonctionnement des sous-systèmes de l'éolienne :

- à chaque anniversaire de la première mise en route de l'éolienne,
- tous les 4 ou 5 ans (selon l'élément) après la première mise en route de l'éolienne,
- tous les 10 ans après la première mise en route de l'éolienne.

### 3.2.3.4. Autres contrôles réglementaires périodiques

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

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

Les équipements et accessoires de levage feront également l'objet de contrôles périodiques par des organismes agréés.

Le matériel incendie sera contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme agréé extérieur.

Les résultats des contrôles des installations électriques, des équipements de levage et du matériel incendie seront consignés dans des registres tenus à la disposition de l'Inspection des installations classées.

### 3.2.3.5. Maintenance curative

Il s'agit des opérations de maintenance réalisées suite à des défaillances de matériels ou d'équipements (ex : remplacement d'un capteur défaillant, ajout de liquide de refroidissement faisant suite à une fuite, etc.). Ces opérations sont faites à la demande, dès détection du dysfonctionnement, de façon à rendre l'équipement à nouveau opérationnel.

### 3.2.3.6. Formation du personnel

Le personnel intervenant sur les installations (monteurs, personnel affecté à la maintenance) est formé et encadré. La formation porte notamment sur :

- la présentation générale d'une éolienne et les risques associés à son fonctionnement,
- les règles de sécurité à respecter,
- l'utilisation des équipements de protection individuelle, notamment les dispositifs de protection contre les chutes,
- le travail en hauteur,
- la lutte contre l'incendie,
- les habilitations électriques.

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.

## 3.3 - UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, dite directive IPPC (« Integrated Pollution Prevention and Control »), afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles.

Pour l'essentiel, la directive IPPC vise à minimiser la pollution émanant de différentes sources industrielles dans toute l'Union Européenne. Les exploitants des installations industrielles relevant de l'Annexe I de la directive IPPC doivent obtenir des autorités des Etats-membres une autorisation environnementale avant leur mise en service.

Les installations éoliennes, ne consommant pas de matières premières et ne rejetant aucune émission dans l'atmosphère, ne sont pas soumises à cette directive.

## Chapitre 7 – ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

*L'objectif de ce chapitre de l'étude de dangers est de rappeler les différents incidents et accidents qui sont survenus dans la filière éolienne, afin d'en faire une synthèse en vue de l'analyse des risques pour l'installation et d'en tirer des enseignements pour une meilleure maîtrise du risque dans les parcs éoliens.*

*Il n'existe actuellement aucune base de données officielle recensant l'accidentologie dans la filière éolienne. Néanmoins, il a été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisée, etc.). Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information.*

*L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accidents rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans la partie 8 pour l'analyse détaillée des risques.*

## 1 - INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien du Surouët. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012).

L'accidentologie relatée ci-après résulte de la consultation principalement de :

- La base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles – Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire) qui recense et analyse les accidents et incidents, survenus en France ou à l'étranger, depuis le 1er janvier 1992 (date de création du BARPI). Les événements les plus graves qui ont pu se produire avant 1992 sont également répertoriés (6% des accidents français ou étrangers recensés dans ARIA sont antérieurs à 1988).
- La note technique accidentologie du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) – France Energie Eolienne (FEE)<sup>2</sup> recense des incidents liés aux parcs éoliens en France, sur la base des informations suivantes :
  - rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004),
  - base de données ARIA,
  - communiqués de presse du SER – FEE et/ou des exploitants éoliens,
  - site Internet de l'association « Vent de Colère » (anti-éolien),
  - site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable » (anti-éolien),
  - articles de presse divers,
  - données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France.

Cette note fournit également, dans sa deuxième partie des indications qualitatives sur les typologies d'accidents ayant affectés des parcs éoliens dans le reste du monde. La note précise qu'il apparaît impossible aujourd'hui d'effectuer un recensement exhaustif à l'échelle internationale, en raison notamment du grand nombre de parcs installés et du manque de retours d'expérience dans certains pays.

### 1.1 - INVENTAIRES DES ACCIDENTS EN FRANCE

Dans le cadre de ce recensement, il n'a pas été réalisé d'enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d'incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

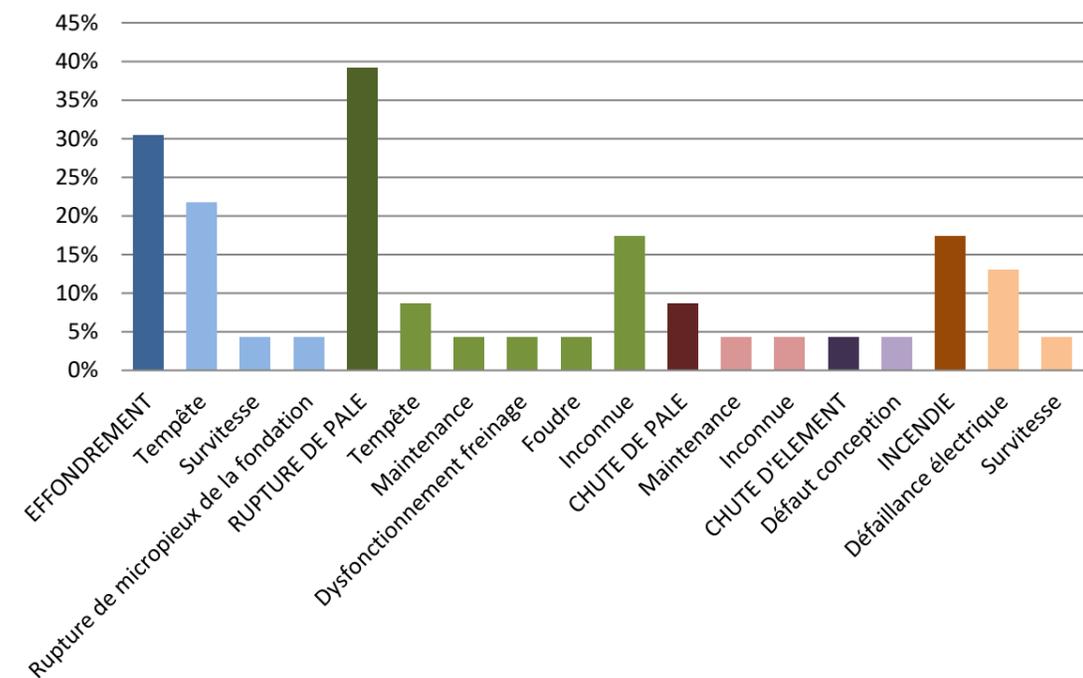
Dans l'état actuel, la base de données réalisée par le groupe de travail de SER/FEE, ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens, apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affectés le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 130 incidents a pu être recensé entre 2000 et juillet 2023 (cf. ANNEXE 4 : TABLEAU DES ACCIDENTS SURVENUS EN FRANCE page 163). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

Il apparaît dans ce recensement que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011 :

- La répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie, par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur foncée ;
- La répartition des causes premières pour chacun des événements décrits ci-dessus. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur claire.

**Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011**



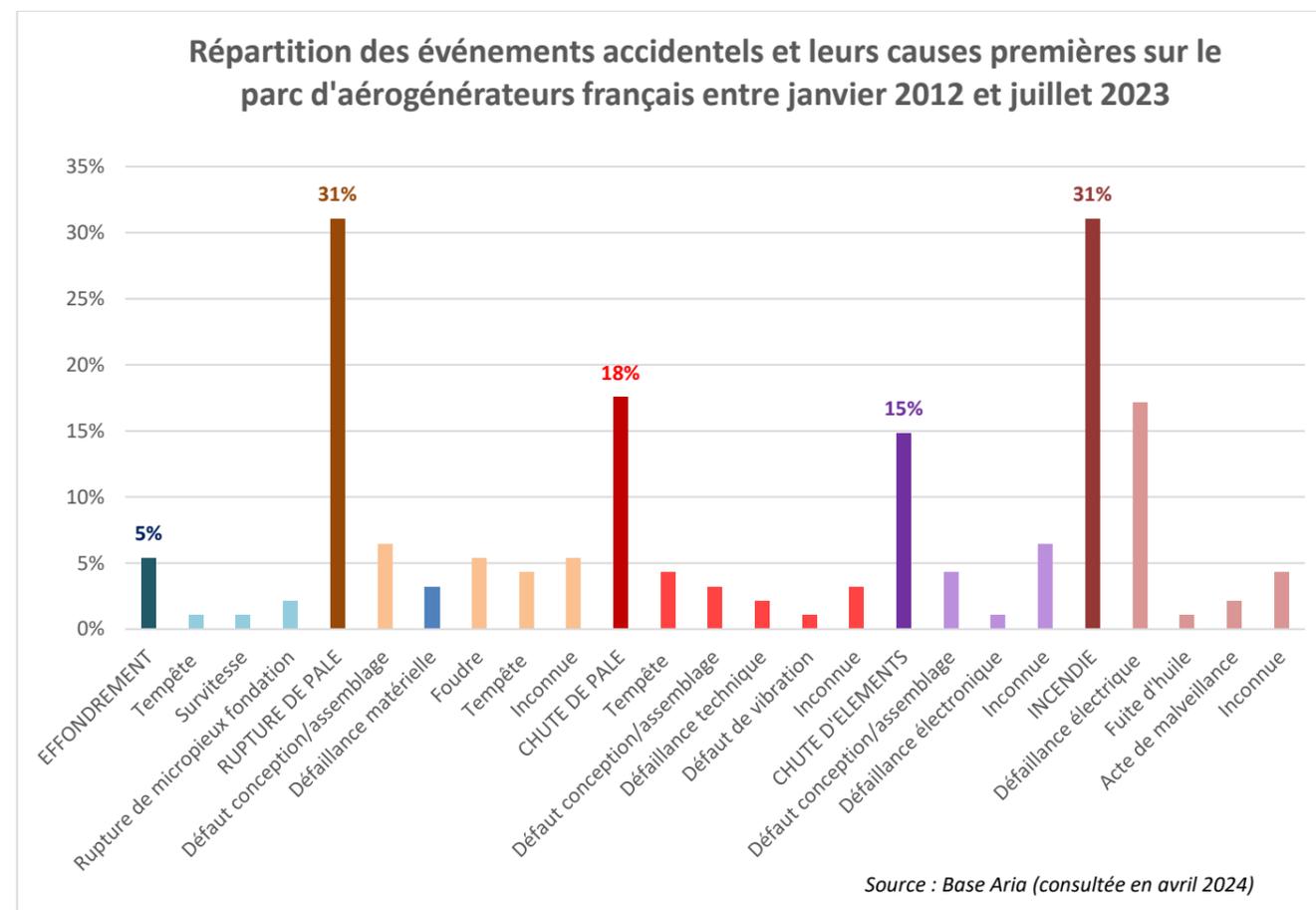
**Figure 43 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011**

Source : Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers – Mai 2012 (Groupe de travail SER-FEE)

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés entre 2000 et 2011 sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. Ces accidents ont pour cause principale les tempêtes.

<sup>2</sup> Note technique accidentologie, SER – FEE, Groupe de Travail Etudes de Dangers, Avril 2011

Le graphique ci-dessous montre la répartition des événements accidentels sur le parc d'aérogénérateurs français entre janvier 2012 et juillet 2023. Ce graphique a été réalisé de la même façon que le graphique précédent, les histogrammes de couleur foncé représentent la répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments, incendie, fuite d'huile et autres par rapport à la totalité des accidents observés en France et les histogrammes de couleur claire représentent les causes premières. Ces données proviennent intégralement de la base ARIA qui a été consultée en avril 2024. L'ensemble de ces accidents est détaillé dans le tableau en ANNEXE 4 : TABLEAU DES ACCIDENTS SURVENUS EN FRANCE page 163.



**Figure 44 : Répartition en pourcentage des événements accidentels sur le parc d'aérogénérateurs français entre janvier 2012 et juillet 2023**

Source : Base ARIA – consultée en avril 2024

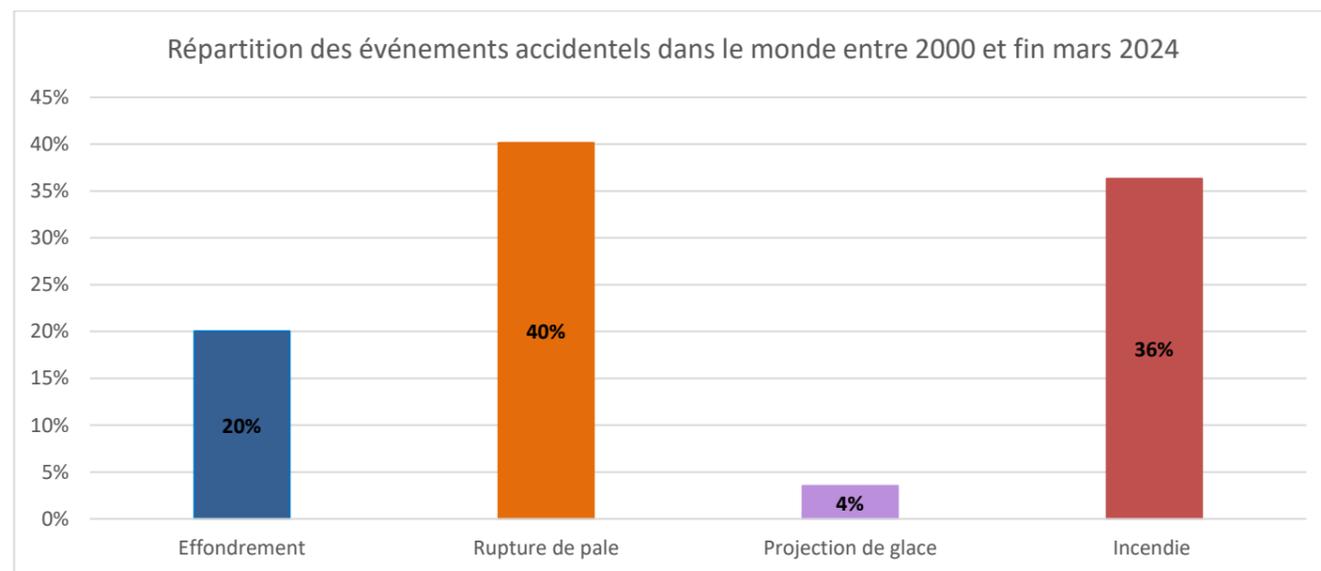
La répartition des événements accidentels est différente par rapport au graphique précédent. En effet, par ordre d'importance, les accidents les plus recensés entre janvier 2012 et juillet 2023 sont les incendies (31%), les ruptures de pale (31%), les chutes de pale (18%), les chutes des autres éléments de l'éolienne (15%) et l'effondrement (5%). Cette différence peut s'expliquer par le fait que contrairement au graphique précédent, les données entre janvier 2012 et juillet 2023 sont issues de la base ARIA alors que celles entre 2000 et 2011 proviennent d'une synthèse d'un groupe de travail dont les sources sont multiples (sites internet association, article de presse, etc...).

## 2 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne au 31 mars 2024.

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 3 540 accidents décrits dans la base de données (jusqu'au 31 mars 2024) par le groupe de travail précédemment mentionné, seuls 169 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.

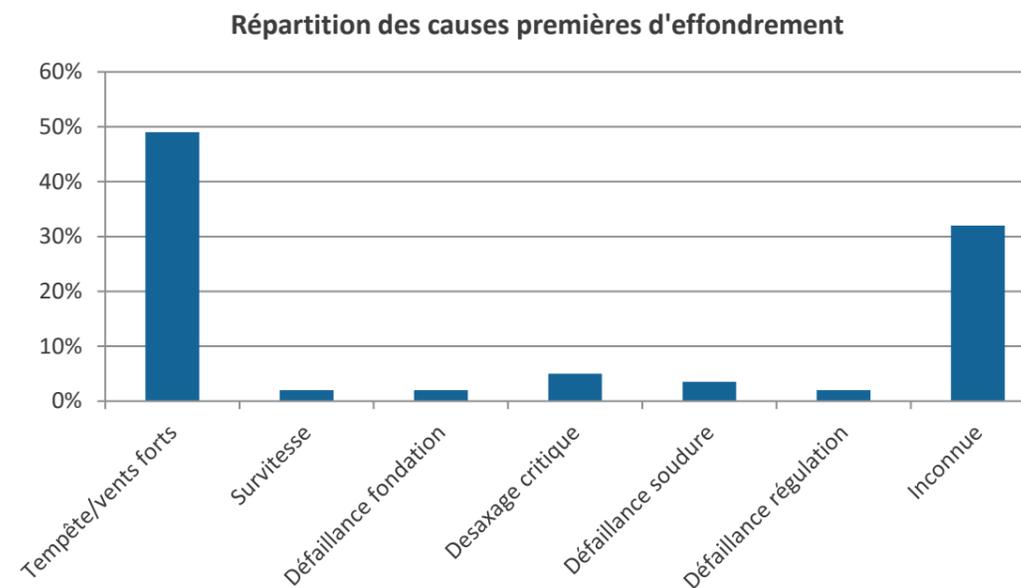


**Figure 45 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et fin mars 2024**

Source : <https://scotlandagainstspin.org/turbine-accident-statistics/>

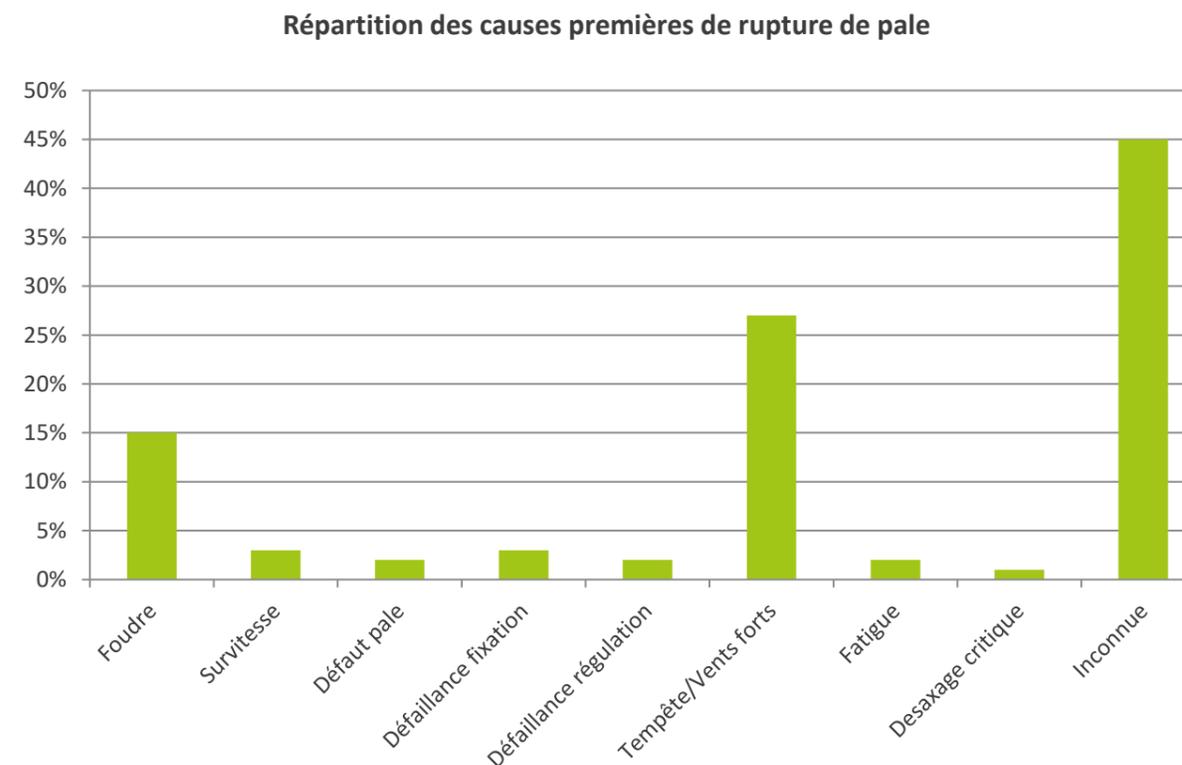
La répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2024 est du même ordre de grandeur que celle qui avait été observée entre 2000 et 2011 par le groupe de travail de SER/FEE (cf. Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers – Mai 2012).

Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés entre 2000 et fin 2011 (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés).



**Figure 46 : Répartition causes premières d'effondrement**

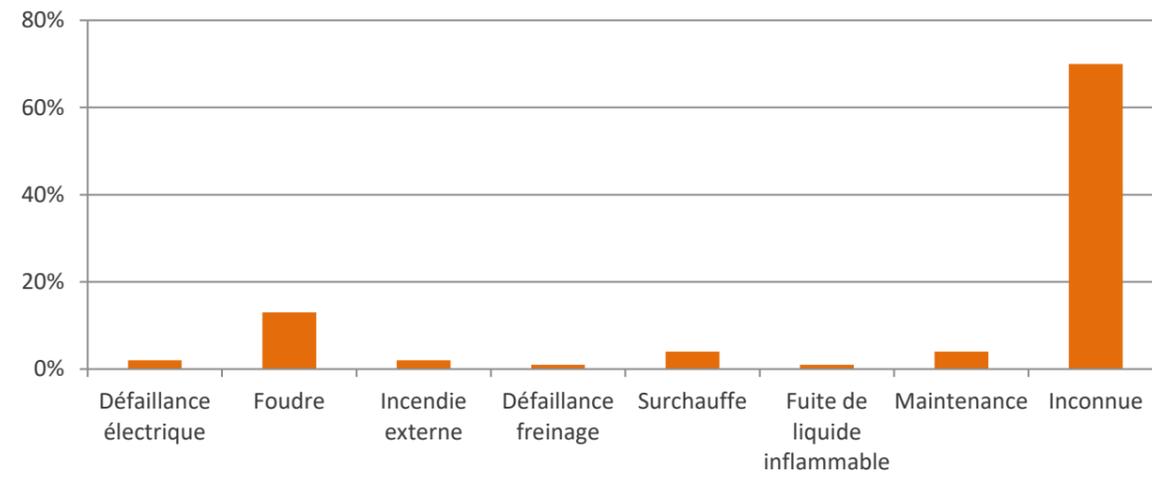
Source : Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers – Mai 2012 (Groupe de travail SER-FEE)



**Figure 47 : Répartition des causes premières de rupture de pale**

Source : Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers – Mai 2012 (Groupe de travail SER-FEE)

### Répartition des causes premières d'incendie



**Figure 48 : Répartition des causes premières d'incendies**

Source : Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers – Mai 2012 (Groupe de travail SER-FEE)

Tout comme pour le retour d'expérience français, ce retour d'expérience montre l'importance des causes « tempêtes et vents forts » dans les accidents. Il souligne également le rôle de la foudre dans les accidents. Une part importante relève tout de même de l'inconnu. Néanmoins, ceci fait partie des limites du recensement de l'accidentologie : les événements recensés ne sont pas systématiques et détaillés, les causes de certains événements peuvent donc ne pas être référencées.



### 3 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DES EXPLOITANTS

La société « **Parc éolien du Surouët** » n'exploite pas encore de parc éolien.

Parmi les parcs éoliens exploités par la société mère, SEIDER, aucun accident n'est à déplorer.

## 4 - SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

### 4.1 - ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

À partir de l'ensemble des phénomènes dangereux qui ont été recensés, il est possible d'étudier leur évolution en fonction du nombre d'éoliennes installées.

La figure ci-dessous montre cette évolution et il apparaît clairement que le nombre d'accidents n'augmente pas proportionnellement à la puissance éolienne installée (et donc au nombre d'éoliennes installées). Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'accidents par an n'augmente pas significativement.

Cette tendance s'explique principalement par un parc éolien français assez récent, qui utilise majoritairement des éoliennes de nouvelle génération, équipées de technologies plus fiables et plus sûres. À l'inverse, les éoliennes implantées dans le début des années 2000 commencent à vieillir et cela peut expliquer l'augmentation des incidents depuis 2015. On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005.

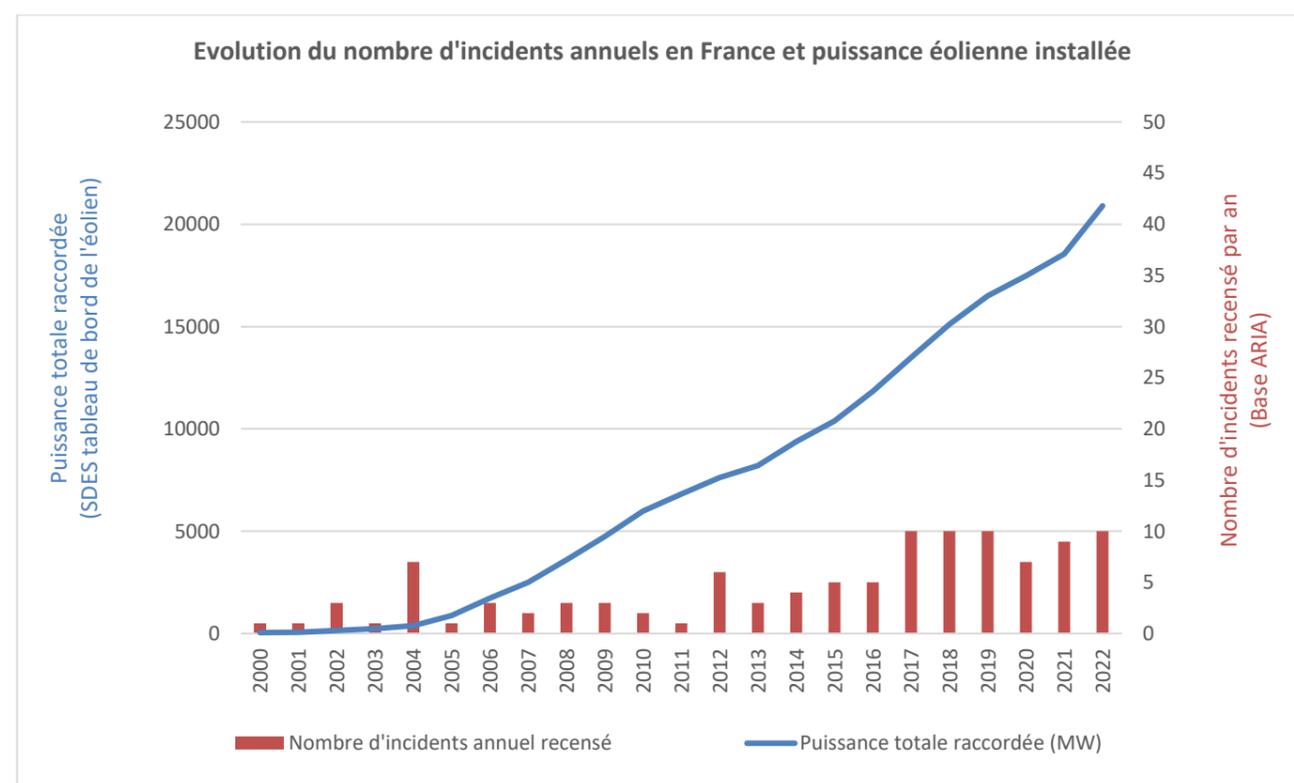


Figure 49 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et de la puissance éolienne installée d'après la base de données de l'ARIA et IRIS, et du SDES

Source : Base ARIA et SDES tableau de bord de l'éolien

### 4.2 - ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

Le retour d'expérience de la filière éolienne française et internationale permet d'identifier les principaux événements redoutés suivants :

- Effondrements ;
- Ruptures de pales ;
- Chutes de pales et d'éléments de l'éolienne ;
- Incendie.

## 5 - LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

Ces retours d'expérience doivent être pris avec précaution. Ils comportent notamment les biais suivants :

- La **non-exhaustivité des événements** : ce retour d'expérience, constitué à partir de sources variées, ne provient pas d'un système de recensement organisé et systématique. Dès lors certains événements ne sont pas reportés. En particulier, les événements les moins spectaculaires peuvent être négligés : chutes d'éléments, projections et chutes de glace.
- La **non-homogénéité des aérogénérateurs** inclus dans ce retour d'expérience : les aérogénérateurs observés n'ont pas été construits aux mêmes époques et ne mettent pas en œuvre les mêmes technologies. Les informations sont très souvent manquantes pour distinguer les différents types d'aérogénérateurs (en particulier concernant le retour d'expérience mondial).
- Les **importantes incertitudes** sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident : de nombreuses informations sont manquantes ou incertaines sur la séquence exacte des accidents.

L'analyse du retour d'expérience permet ainsi de dégager de grandes tendances, mais à une échelle détaillée, elle comporte de nombreuses incertitudes.



## Chapitre 8 – ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)

Les outils d'analyse des risques sont nombreux (ex : AMDEC, APR, HAZOP, etc.). Le guide technique de l'INERIS propose l'utilisation de la méthode APR qui est souple d'utilisation, adaptée et plus facile à mettre en œuvre et à instruire dans le contexte des éoliennes. La présente analyse reprend cette méthode.

## 1 - OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

## 2 - RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

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

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

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

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

### 3 - RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les « agressions externes potentielles ». Ces agressions provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes. Par exemple, un séisme peut endommager les fondations d'une éolienne et conduire à son effondrement. Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

- Les agressions externes liées aux activités humaines ;
- Les agressions externes liées à des phénomènes naturels.

#### 3.1 - AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

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

Tableau 41: Agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre*	Distance par rapport au mât des éoliennes				
					E1	E2	E3	E4	E5
RD 142	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	693 m	496 m	318 m	221 m	634 m
RD 55	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	954 m	302 m	357 m	860 m	1,3 km
RD 255	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	1,4 km	772 m	<b>118 m**</b>	295 m	653 m
Voie ferrée	Transport	Sortie de voie du train	Energie cinétique du train et flux thermiques	500 m	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Ligne électrique BARNABOS PALUEL 1 & 2 (RTE)	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	150 m	289 m	375 m	486 m	330 m	228 m
Ligne électrique BARNABOS PALUEL 3 & 4 (RTE)	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	150 m	230 m	314 m	426 m	269 m	168 m
Canalisation d'hydrocarbures (TRAPIL)	Transport d'hydrocarbures	Inflammation d'un panache de gaz naturel provoqué par une fuite, explosions d'un nuage gazeux non confiné (UVCE)	Flux thermique, effet de surpression (explosion)	***	381 m	990 m	1,6 km	1,9 km	2,2 km
Canalisation de gaz (GRT gaz)	Transport de gaz	Inflammation d'un panache de gaz naturel provoqué par une fuite, explosions d'un nuage gazeux non confiné (UVCE)	Flux thermique, effet de surpression (explosion)	300 m	794 m	456 m	<b>205 m****</b>	331 m	742 m
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Néant	Néant	Néant	E5 : 474 m	E4 : 474 m

\* Distance à partir de laquelle l'infrastructure considérée ne constitue plus un agresseur potentiel.

\*\* Cette distance est compatible avec le règlement de voirie de Seine-Maritime qui préconise un éloignement des éoliennes de 91 m vis-à-vis de la RD 55 et RD 255.

\*\*\* L'étude vibratoire (réalisée par CATM) conclut à l'absence de risque de vibrations générés par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche sur la canalisation d'hydrocarbure.

\*\*\*\* Une étude pour l'éolienne E3 a été réalisée par GRT gaz démontrant la compatibilité du projet avec leurs préconisations.

Remarque : les autres aérogénérateurs situés dans le rayon de 500 m des éoliennes E4 à E5 sont les éoliennes du présent projet du Surouët

### 3.1.1 - Danger lié aux ICPE

D'après le site Géorisques, L'ICPE la plus proche est le GAEC DE L'EPINE située à 598 m au nord de la Z.I.P. Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021, les éoliennes seront implantées à plus de 300 m d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement. De plus, compte tenu de l'absence de servitudes relatives à un PPRT, le risque industriel au niveau de la zone d'implantation potentielle est nul.

Il n'y a pas d'autre aérogénérateur (autre que ceux du projet du Surouët) dans un rayon de 500 m autour des éoliennes du projet éolien du Surouët. Concernant les effets dominos, cette partie est traitée dans le paragraphe 5 - du chapitre 7, page 116.

**Les éoliennes seront implantées à plus de 300 m d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement.**

### 3.1.2 - Danger lié aux voies de circulation

D'après les données du Département de la Seine-Maritime, le trafic sur les routes départementales traversant ou à proximité de la Z.I.P, est détaillé dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 42 : Comptages routiers sur les routes départementales, à proximité de la Z.I.P.**

Source : Département de Seine-Maritime

Route	Nombre total de véhicules par jour (en TMJ*)	Dont poids lourds	Date des mesures
D 25	288	7,4 %	2021
D 55	743	3,7 %	2021
D 142	3 649	7,5 %	2021

\*TMJ : Trafic Moyen Journalier

Le tableau ci-dessous indique les plus courtes distances entre les routes du secteur et les éoliennes :

**Tableau 43 : Distance entre les éoliennes et les routes du secteur**

Eolienne	Distance la plus courte par rapport à...		
	RD 142	RD 55	RD 255
E1	693 m	954 m	1,4 km
E2	496 m	302 m	772 m
E3	318 m	357 m	118 m
E4	221 m	860 m	295 m
E5	634 m	1,3 km	653 m

**Compte-tenu des distances, les risques pour le projet de parc éolien du Surouët sont exclus. De plus, le projet se situe au-delà des recommandations du règlement départemental de voirie de Seine-Maritime qui préconise un éloignement des éoliennes de 180 m vis-à-vis de la RD 142 ainsi qu'un éloignement des éoliennes de 91 m vis-à-vis de la RD 55 et RD 255.**

### 3.1.3 - Danger lié aux aérodromes

D'après la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC), « le projet se situe en dehors de toute servitude aéronautique ou radioélectrique associée à des installations de l'aviation civile »

D'après la DGAC, l'altitude maximale à ne pas dépasser est de 309 mètres NGF sur le site du projet. D'après le Tableau 20 page 47, les éoliennes respectent les préconisations et ne dépassent pas 306 m NGF.

Les éoliennes seront équipées d'un balisage diurne et nocturne : il conviendra de respecter l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne.

**D'après la DGAC, le projet se situe en dehors de toute servitude aéronautique ou radioélectrique associée à des installations de l'aviation civile. L'altitude maximale à ne pas dépasser est de 309 mètres NGF sur le site du projet.**

### 3.1.4 - Danger lié aux lignes électriques

D'après les renseignements disponibles sur le site internet [www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr), la zone d'implantation potentielle est traversée par deux lignes aériennes gérées par RTE :

- La ligne aérienne 400 000 volts, BARNABOS PALUEL 1 & 2, entre les pylônes n°137 et N°127 ;
- La ligne aérienne 400 000 volts, BARNABOS PALUEL 3 & 4, entre les pylônes n°338 et N°327.

La ligne électrique est très fortement chargée électriquement. Cela induit une différence de potentiel électrique (tension) entre la ligne et tout objet extérieur.

L'air est un isolant naturel. En situation normale, la distance entre un être humain au sol et les câbles électriques est suffisamment importante pour écarter tout risque d'arc électrique.

Un phénomène d'arc électrique se forme lorsque la distance entre l'objet et la ligne électrique est trop courte. L'air perd alors son caractère isolant et devient localement conducteur, ce qui permet aux particules électriques de la ligne de se frayer un chemin vers l'objet. Dès lors, un arc électrique se forme.

Le tableau ci-dessous et la carte ci-après indiquent les plus courtes distances entre les lignes électriques RTE et les éoliennes :

**Tableau 44 : Distances entre les éoliennes et les lignes électriques RTE**

	E1	E2	E3	E4	E5
Distance à la ligne électrique BARNABOS PALUEL 1 & 2	289 m	375 m	486 m	330 m	228 m
Distance à la ligne électrique BARNABOS PALUEL 3 & 4	230 m	314 m	426 m	269 m	168 m



Figure 50 : Localisation de la canalisation d'hydrocarbures par rapport aux éoliennes en projet

La rupture d'un câble de la ligne électrique peut survenir suite à un évènement météorologique majeur (accumulation de neige collante, tempête) ou un problème technique (fragilisation des supports des câbles). Dans ce cas, le ou les câble(s) de la ligne électrique peuvent chuter au sol. Le danger est présent au voisinage des câbles pour des personnes car il n'y a plus la protection par le caractère isolant de l'air.

Dans le cas des éoliennes du parc du Surouët avec une longueur de pale de 57,3 m, la distance entre les lignes électriques (168 m à la ligne RTE la plus proche) et l'extrémité des pales serait d'au moins 110,7 m ce qui écarte tout risque de formation d'arc électrique compte-tenu des distances. En raison du pouvoir isolant de l'air, les risques de formation d'un arc électrique entre la ligne et l'extrémité d'une pale des éoliennes sont totalement exclus que ce soit en situation normale ou en situation dégradée.

**Vis-à-vis des éoliennes du projet, même en situation dégradée, la distance entre les lignes électriques et l'extrémité des pales serait d'au moins 110,7 m ce qui écarte tout risque de formation d'arc électrique.**

### 3.1.5 - Danger lié à la canalisation de gaz

D'après le guide de l'INERIS concernant les canalisations de transport, les risques principaux sont les effets de surpression et les effets thermiques.

Les phénomènes dangereux générant des effets de surpression sont notamment des UVCE (explosions d'un nuage gazeux non confiné). Les effets de surpression sont générés par des explosions consécutives à des pertes de confinement survenant sur des canalisations de transport de fluides inflammables, tels que l'éthylène ou l'essence par exemple

Concernant les effets thermiques, le risque principal découle d'une fuite accidentelle pouvant se produire en cas de défaillance matérielle, ou d'atteinte externe involontaire par des engins de travaux publics (travaux effectués par des tiers à proximité d'une canalisation, mais non déclarés au gestionnaire). Ces chocs peuvent provoquer des brèches plus ou moins larges, voire rompre complètement la canalisation. Le risque le plus grave est celui de l'inflammation d'un panache de gaz naturel provoqué par une fuite et affectant une ou plusieurs personnes situées à proximité de l'ouvrage.

Dans son courrier en date du 25 août 2023 (cf. Annexe 2), GRT gaz indique que la distance minimale à respecter entre les ouvrages de transport de gaz naturel haute pression et une éolienne doit être supérieure ou égale à 2 fois la hauteur totale de l'aérogénérateur, soit dans ce cas 300 m. (cf. 2.6.4 -Canalisation de gaz page 72).

Le tableau ci-dessous et la carte ci-après indiquent les plus courtes distances entre la canalisation de gaz et les éoliennes :

Tableau 45 : Distance entre les éoliennes et la canalisation de gaz

	E1	E2	E3	E4	E5
Distance à la canalisation de gaz	794 m	456 m	205 m	331 m	742 m

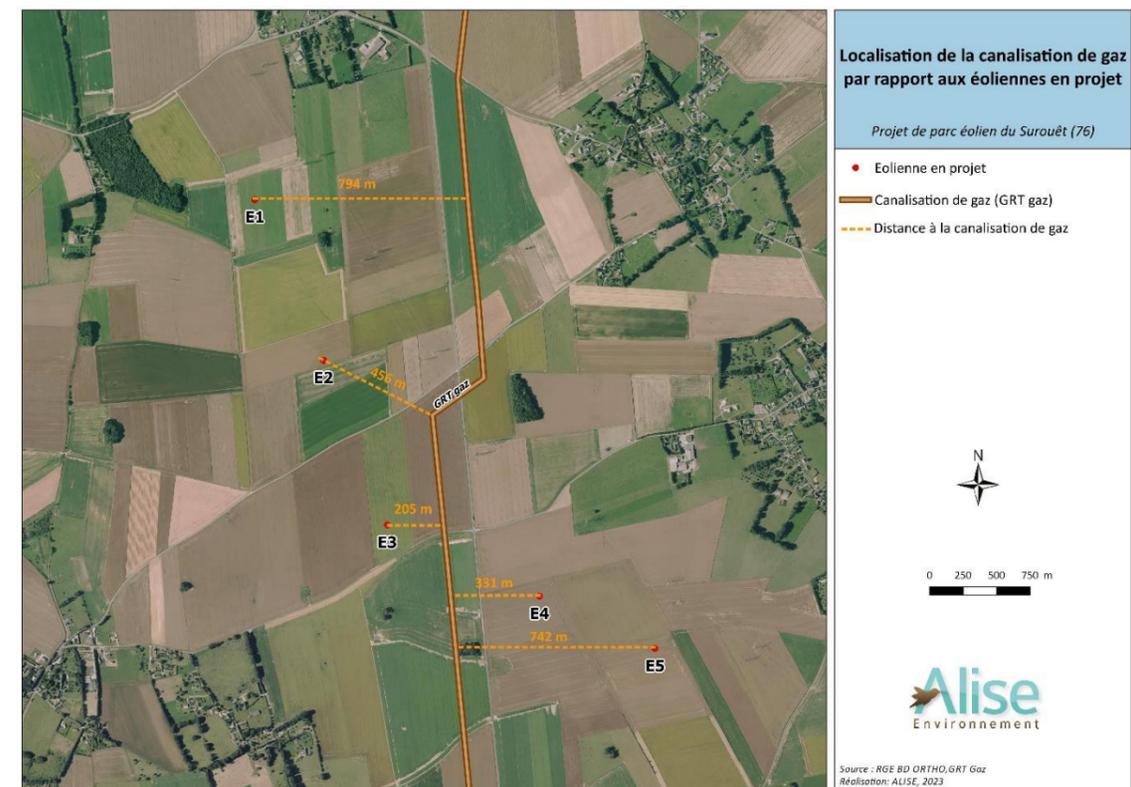


Figure 51 : Localisation de la canalisation d'hydrocarbures par rapport aux éoliennes en projet

D'après GRT gaz, l'une des éoliennes projetées (E3) se situe à une distance inférieure à 2 fois sa hauteur (tour + pâle) de la canalisation de gaz. Une étude de compatibilité a été réalisée par GRT gaz prenant en compte les caractéristiques ci-dessous :

**Caractéristiques de l'éolienne:**

- Distance minimale de la canalisation : 205 m
- Hauteur de la tour : 91 m
- Longueur des pales : 60 m
- Masse supérieure (nacelle + rotor) : 194,76 t
- Masse du mat supportant la charge : 191 t

**Cette distance étant compatible avec les préconisations de GRT gaz. Le gestionnaire GRT gaz n'a pas d'observation à émettre sur le projet d'implantation des éoliennes. Aucune mesure n'est nécessaire.**

**D'après GRT gaz, l'implantation des éoliennes est compatible avec leurs préconisations.**

**3.1.6 - Danger lié à la canalisation du TRAPIL**

D'après le guide de l'INERIS concernant les canalisations de transport, les risques principaux sont les effets de surpression et les effets thermiques.

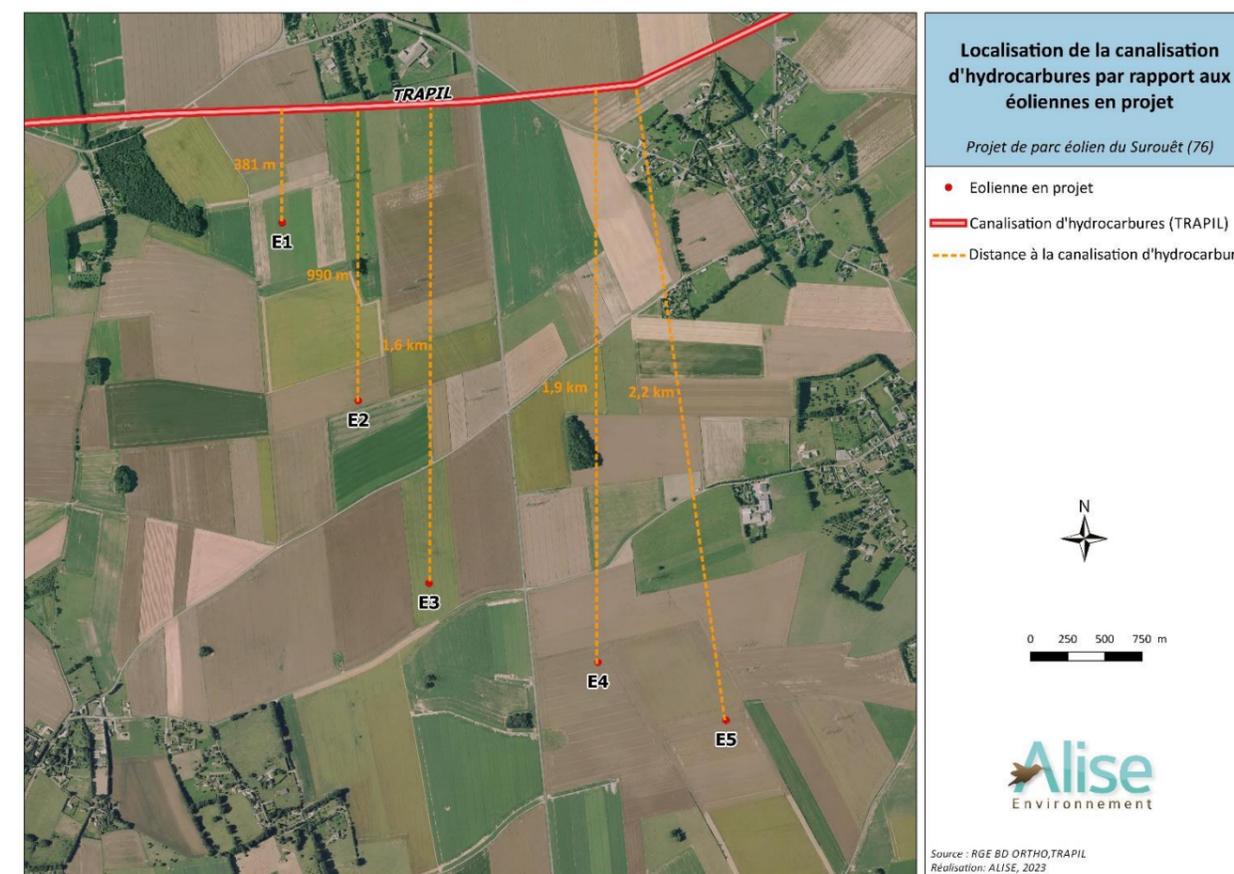
Les phénomènes dangereux générant des effets de surpression sont notamment des UVCE (explosions d'un nuage gazeux non confiné). Les effets de surpression sont générés par des explosions consécutives à des pertes de confinement survenant sur des canalisations de transport de fluides inflammables, tels que l'éthylène ou l'essence par exemple

Concernant les effets thermiques, le risque principal découle d'une fuite accidentelle pouvant se produire en cas de défaillance matérielle, ou d'atteinte externe involontaire par des engins de travaux publics (travaux effectués par des tiers à proximité d'une canalisation, mais non déclarés aux gestionnaires). Ces chocs peuvent provoquer des brèches plus ou moins larges, voire rompre complètement la canalisation. Le risque le plus grave est celui de l'inflammation d'un panache de gaz naturel provoqué par une fuite et affectant une ou plusieurs personnes situées à proximité de l'ouvrage.

Le tableau ci-dessous et la carte ci-après indiquent les plus courtes distances entre la canalisation d'hydrocarbures et les éoliennes :

**Tableau 46 : Distance entre les éoliennes et la canalisation d'hydrocarbures**

	E1	E2	E3	E4	E5
Distance à la canalisation d'hydrocarbure	381 m	990m	1,6 km	1,9 km	2,2 km



**Figure 52 : Localisation de la canalisation d'hydrocarbures par rapport aux éoliennes en projet**

Dans le cadre du projet éolien du Surouët, une étude vibratoire a été réalisée par la société Conseil Assistance Terrassement Minage (CATM). Cette étude est présente en Annexe 1 du présent document. D'après les conclusions de l'étude, les vibrations générées par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche seraient inférieures à 3mm/s au niveau de la conduite TRAPIL, soit très inférieures au seuil de 40 mm/s admissible. La création du parc éolien ne présente donc pas de risques vis-à-vis de la conduite TRAPIL.

**L'étude vibratoire, réalisée dans le cadre du projet, conclut à l'absence de risque de vibrations généré par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche sur la canalisation d'hydrocarbure.**

### 3.2 - AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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

**Tableau 47: Agressions externes liées aux phénomènes naturels**

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	De manière générale, le département de Seine-Maritime est soumis à des vents entre 112 et 126 km/h en automne/hiver, et entre 94 et 108 km/h pendant le printemps/été.
Foudre	Il est à retenir, d'une part que la densité de foudroiement est d'infime à faible sur les communes voisines selon Météorage, d'autre part que les phénomènes de tornades et orages violents sont rares. De plus, les éoliennes respectent la norme IEC 61 400-24, qui permet de protéger l'éolienne de la foudre.
Glissement de sols/ affaissement miniers	Aléa faible de retrait et gonflement des argiles. Des cavités souterraines ont été recensées dans l'aire de l'étude de dangers. Des investigations sont en cours de réalisation.

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

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 ci-après.

En ce qui concerne la foudre, on considère que le respect des normes rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable (risque électrique, risque d'incendie, etc.). En effet, le système de mise à la terre permet d'évacuer l'intégralité du courant de foudre. Cependant, les conséquences indirectes de la foudre, comme la possible fragilisation progressive de la pale, sont prises en compte dans les scénarios de rupture de pale.

#### 4 - SCENARII ETUDIÉS DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Le tableau ci-après présente une proposition d'analyse générique des risques. Celui-ci est construit de la manière suivante :

- une description des causes et de leur séquençage (événements initiateurs et événements intermédiaires),
- une description des événements redoutés centraux qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident,
- une description des fonctions de sécurité permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux,
- une description des phénomènes dangereux dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident,
- une évaluation préliminaire de la zone d'effets attendue de ces événements.

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

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

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

**Tableau 48 : Analyse préliminaire des risques**

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Intensité
<b>« G » les scénarii concernant la glace</b>						
<b>G01</b>	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
<b>G02</b>	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
<b>« I » les scénarii concernant l'incendie</b>						
<b>I01</b>	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
<b>I02</b>	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5) Prévenir les effets de la foudre (N°6)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
<b>I03</b>	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
<b>I04</b>	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
<b>I05</b>	Conditions climatiques Humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
<b>I06</b>	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
<b>I07</b>	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
<b>« F » les scénarii concernant les fuites</b>						
<b>F01</b>	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur Fuite groupe hydraulique	Écoulement d'huile hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
<b>F02</b>	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Écoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
<b>« C » les scénarii concernant la chute d'éléments de l'éolienne</b>						
<b>C01</b>	Défaut de fixation	Chute de trappe ou autre pièce	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
<b>C02</b>	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
<b>C03</b>	Défaut fixation nacelle – pivot central - mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Intensité
<b>« P » les scénarii concernant les risques de projection</b>						
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie de pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de pale	Prévenir les effets de la foudre (N°6) Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
<b>« E » les scénarii concernant les risques d'effondrement</b>						
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute de fragments et chute de mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute de fragments et chute de mât	2
E03	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute de fragments et chute de mât	2
E04	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Chute de fragments et chute de mât	2
E05	Vents forts	Défaillance fondation/fixation fondation mât/défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute de fragments et chute de mât	2
E06	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10) Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute de fragments et chute de mât	2
E07	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute de fragments et chute de mât	2

Ce tableau présentant le résultat d'une analyse des risques peut être considéré comme représentatif des scénarii d'accidents pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.

Des précisions sur les différents scénarii décrits dans ce tableau sont disponibles en Annexe 4.

## 5 - 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. Par exemple, la projection de pale impactant les canalisations d'une usine à proximité peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses. Ce phénomène est appelé « effet domino ».

Les effets dominos susceptibles d'impacter les éoliennes sont décrits dans le tableau d'analyse des risques génériques présenté ci-dessus.

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 ».

Concernant la présence de la canalisation du TRAPIL, une étude vibratoire a été réalisée par la société Conseil Assistance Terrassement Minage (CATM). Cette étude est présente en Annexe 1 du présent document. Cette étude conclut sur l'absence de risque de vibrations générés par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche sur la canalisation d'hydrocarbure.

Concernant la présence de la canalisation de GRT gaz, une étude a été réalisée par GRT gaz afin de démontrer la comptabilité du projet avec leurs préconisations. Cette étude est présente en Annexe 2 du présent document.

Ainsi, les conséquences des effets dominos seront négligées dans le cadre de la présente étude.

## 6 - MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

La troisième étape de l'analyse préliminaire des risques consiste à identifier les parades de sécurité sur les aérogénérateurs et qui interviennent dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux listés dans le tableau APR et de leurs conséquences.

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et qui pourront être mises en œuvre sur les éoliennes du projet éolien du Surouët. Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement d'« empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple (cf. Tableau 49 ci-dessus)
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne devront être présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.
- **Indépendance (« oui » ou « non »)** : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarii d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).
- **Temps de réponse (en secondes ou en minutes)** : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité (de l'équipement).
- **Efficacité (100% ou 0%)** : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.
- **Test (fréquence)** : Il s'agit ici de reporter les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.
- **Maintenance (fréquence)** : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

Tableau 49: Mesures de sécurité

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
<b>Mesures de sécurité</b>	Système de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage		
<b>Description</b>	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.		
<b>Indépendance</b>	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
<b>Temps de réponse</b>	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
<b>Mesures de sécurité</b>	Signalisation du risque en pied de machine ou sur le chemin d'exploitation Eloignement des zones habitées et fréquentées		
<b>Description</b>	Mise en place de panneaux de signalisation en pied de machine informant du risque de chute de glace (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié).		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	NA		
<b>Efficacité</b>	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux de signalisation et de l'entretien prévu de ceux-ci, l'information des passants sera systématique.		
<b>Tests</b>	NA		
<b>Maintenance</b>	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
<b>Mesures de sécurité</b>	Sondes de température sur pièces mécaniques Suivant les niveaux d'alarme et les capteurs, la machine peut être bridée ou mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement. Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont au-dessous des seuils d'alarme.		
<b>Description</b>	Des capteurs de température sont mis en place sur certains équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur). Ces capteurs ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine < 1 min		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de températures de chaque capteur.		
<b>Maintenance</b>	Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de température de chaque capteur (comparaison avec les données des autres éoliennes du parc). Remplacement de la sonde de température en cas de dysfonctionnement de l'équipement. Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité :
<b>Mesures de sécurité</b>	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.	
<b>Description</b>	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. 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.	
<b>Indépendance</b>	Oui	
<b>Temps de réponse</b>	De l'ordre de la seconde	
<b>Efficacité</b>	100 %	
<b>Tests</b>	/	
<b>Maintenance</b>	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.	

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
<b>Mesures de sécurité</b>	Détection de survitesse et système de freinage.		
<b>Description</b>	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, 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.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.		
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel (avec notamment contrôle de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence), Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés (selon une périodicité définie en fonction des conditions météorologiques et qui ne peut excéder 6 mois) / Contrôle des équipements de sécurité (selon une fréquence qui ne peut excéder un an), conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
<b>Mesures de sécurité</b>	Système de protection contre la foudre conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400.		
<b>Description</b>	Compte tenu de leur situation et des matériaux de construction, les pales sont les éléments les plus sensibles à la foudre. Des pastilles métalliques en acier inoxydable permettant de capter les courants de foudre sont disposées à intervalles réguliers sur les deux faces des pales. Elles sont reliées entre elles par une tresse en cuivre, interne à la pale. Le pied de pale est muni d'une plaque métallique en acier inoxydable, sur une partie de son pourtour, raccordée à la tresse de cuivre. Un dispositif métallique flexible (nommé LCTU – Lightning Current Transfer Unit) assure la continuité électrique entre la pale et le châssis métallique de la nacelle (il s'agit d'un système de contact glissant comportant deux points de contact par pale). Ce châssis est relié électriquement à la tour, elle-même reliée au réseau de terre disposé en fond de fouille. En cas de coup de foudre sur une pale, le courant de foudre est ainsi évacué vers la terre via la fondation et des prises profondes. L'aérogénérateur peut être équipé en option de « copper cap », c'est à dire d'un habillage de l'extrémité de la pale d'une plaque de cuivre qui améliore le captage de l'arc de foudre et assure ainsi une meilleure protection de la pale.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Immédiat, dispositif passif		
<b>Efficacité</b>	100%		
<b>Tests</b>	Avant la première mise en route de l'éolienne, une mesure de mise à la terre est effectuée.		
<b>Maintenance</b>	Contrôle visuel semi-annuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Contrôle de l'état de l'installation de mise à la terre dans le mât à chaque maintenance préventive.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
<b>Mesures de sécurité</b>	1. Sondes de température sur pièces mécaniques. Suivant les niveaux d'alarme et les capteurs, la machine peut être bridée ou mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement. Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont au-dessous des seuils d'alarme. 2. Système de détection incendie		
<b>Description</b>	1. Des sondes de température sont mises en place sur les équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur). Ces sondes ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor. 2. Les éoliennes sont équipées par défaut d'un système autonome de détection composé de plusieurs capteurs de fumée et de chaleur disposés aux possibles points d'échauffements tels que : <ul style="list-style-type: none"> <li>• La chambre du transformateur ;</li> <li>• Le générateur ;</li> <li>• La cellule haute tension ;</li> <li>• Le convertisseur ;</li> <li>• Les armoires électriques principales ;</li> <li>• Le système de freinage.</li> </ul> En cas de détection, une sirène est déclenchée, l'éolienne est mise à l'arrêt en « emergency stop » et isolement électrique par ouverture de la cellule en pied de mât. De façon concomitante un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance via le système de contrôle commande. Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secours (UPS). Vis-à-vis de la protection incendie, deux extincteurs sont présents, un dans la nacelle et un en pied de tour (utilisables par le personnel sur un départ de feu).		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Temps de détection de l'ordre de la seconde Le couplage des éléments de détection de fumée au système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes, selon les instructions de l'exploitant. L'exploitant sera ainsi en mesure de transmettre l'alerte aux services d'Urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément à l'article 23 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.		
<b>Efficacité</b>	100%		
<b>Tests</b>	Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans Vérification de la plausibilité des mesures de température		
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé annuellement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
<b>Mesures de sécurité</b>	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution		
<b>Description</b>	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. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : <ul style="list-style-type: none"> <li>– de contenir et arrêter la propagation de la pollution ;</li> <li>– d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ;</li> <li>– de récupérer les déchets absorbés.</li> </ul> Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
<b>Indépendance</b>	Oui		
<b>Temps de réponse</b>	Dépendant du débit de fuite		
<b>Efficacité</b>	100 %		
<b>Tests</b>	/		
<b>Maintenance</b>	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

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 Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi 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.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.		

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	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 (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 min		
Efficacité	100 %. NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.		
Tests	Procédure de vérification sur site : contrôle de l'adéquation par rapport à des mesures de fonctionnement.		
Maintenance	Les paramètres d'entrée en cas d'arrêt sectoriel sont régulièrement mis à jour et contrôlés lors des modifications de matériel.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure de maintenance.		
Description	Préconisation du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100%		
Tests	Traçabilité : rapport de service. Audits de maintenance et contrôles des éoliennes réalisés régulièrement par l'exploitant.		
Maintenance	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	Mise en place d'une procédure de veille cyclonique et d'intervention + mise en œuvre d'éoliennes équipées de dispositifs anticycloniques permettant abattage et arrimage au sol des éléments les plus sensibles, en particulier les pales		
Description	L'ensemble de la structure [mât et/ou nacelle + hélice] peut être rabattu et arrimé au sol Détection des cyclones Formation des opérateurs Mise en place d'une procédure d'intervention suivant les niveaux d'alerte		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Quelques secondes (<2 min)		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Contrôle et entretien des équipements de repli cyclonique		

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011 modifié.

Notamment, suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalise une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

## 7 - CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

A l'issue de l'analyse préliminaire des risques, l'étude de dangers doit préciser quels scénarii sont retenus en vue de l'analyse détaillée des risques. Ne sont retenues que les séquences accidentelles dont l'intensité est telle que l'accident peut avoir des effets significatifs sur la vie humaine.

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

**Tableau 50 : Scénarii exclus de l'étude détaillée**

Nom du scénario exclu	Justification
<b>Incendie de l'éolienne (effets thermiques)</b>	<p>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<sup>2</sup> n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 août 2011 modifié, encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.</p> <p>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.</p>
<b>Incendie des postes de livraison ou du transformateur</b>	<p>En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur du bâtiment (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 modifié, [9] impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200).</p>
<b>Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C</b>	<p>Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul.</p> <p><b>Dans le cadre du projet éolien du Surouët, les températures peuvent être inférieures à 0°C, les scénarios seront donc étudiés.</b></p>
<b>Infiltration d'huile dans le sol</b>	<p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent mineurs.</p> <p>Ce scénario ne sera pas détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques car aucune implantation n'est présente dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.</p>

**Les cinq catégories de scénarii 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.

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

**Concernant la présence de canalisation du TRAPIL, une étude vibratoire a été réalisée par la société Conseil Assistance Terrassement Minage (CATM). Cette étude est présente en Annexe 1 du présent document. Cette étude conclut sur l'absence de risque de vibrations généré par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche sur la canalisation d'hydrocarbure.**

**Concernant la présence de la canalisation de GRT gaz, une étude a été réalisée par GRT gaz afin de démontrer la comptabilité du projet avec leurs préconisations. Cette étude est présente en Annexe 2 du présent document.**



## Chapitre 9 – ETUDE DETAILLEE DES RISQUES (EDR)

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.

## 1 - RAPPEL DES DEFINITIONS

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 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 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 national 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 - 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 (Cf. référence [13] en Annexe 8), 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 - INTENSITE

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 [Cf. référence 13 en Annexe 8]).

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

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 [Cf. référence 13 en Annexe 8] 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 51 : 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 %

### 1.3 - GRAVITE

Par analogie aux niveaux de gravité retenus dans l'Annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies dans le paragraphe précédent.

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

**Tableau 52 : Echelle de gravité des conséquences sur l'homme**

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
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	Pas de zone de létalité hors établissement	Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

## 1.4 - PROBABILITE

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 53 : 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.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
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, on pourra rappeler que la probabilité qu'un accident sur une personne ou un bien se produise est très largement inférieure à la probabilité de départ de l'événement redouté.

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

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

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

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

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

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

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

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

Pour chacun des phénomènes dangereux étudiés, l'acceptabilité des accidents potentiels est déterminée en croisant la gravité des conséquences avec la classe de probabilité selon la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 :

**Tableau 54 : Acceptabilité des conséquences selon la classe de probabilité**

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

### Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	Green	acceptable
Risque faible	Yellow	acceptable
Risque important	Red	non acceptable

## 2 - CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

### 2.1 - EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE

#### 2.1.1 - Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale :

- soit 149,5 m pour les éoliennes E1, E2 et E3, dans le cas du projet éolien du Surouët.
- Soit 143,5m pour le éoliennes E4 et E5, dans le cas du projet éolien du Surouët.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (Cf. références [5] et [6] en Annexe 8). Les risques d'atteinte d'une personne ou d'un bien en dehors de cette zone d'effet sont négligeables et ils n'ont jamais été relevés dans l'accidentologie ou la littérature spécialisée.

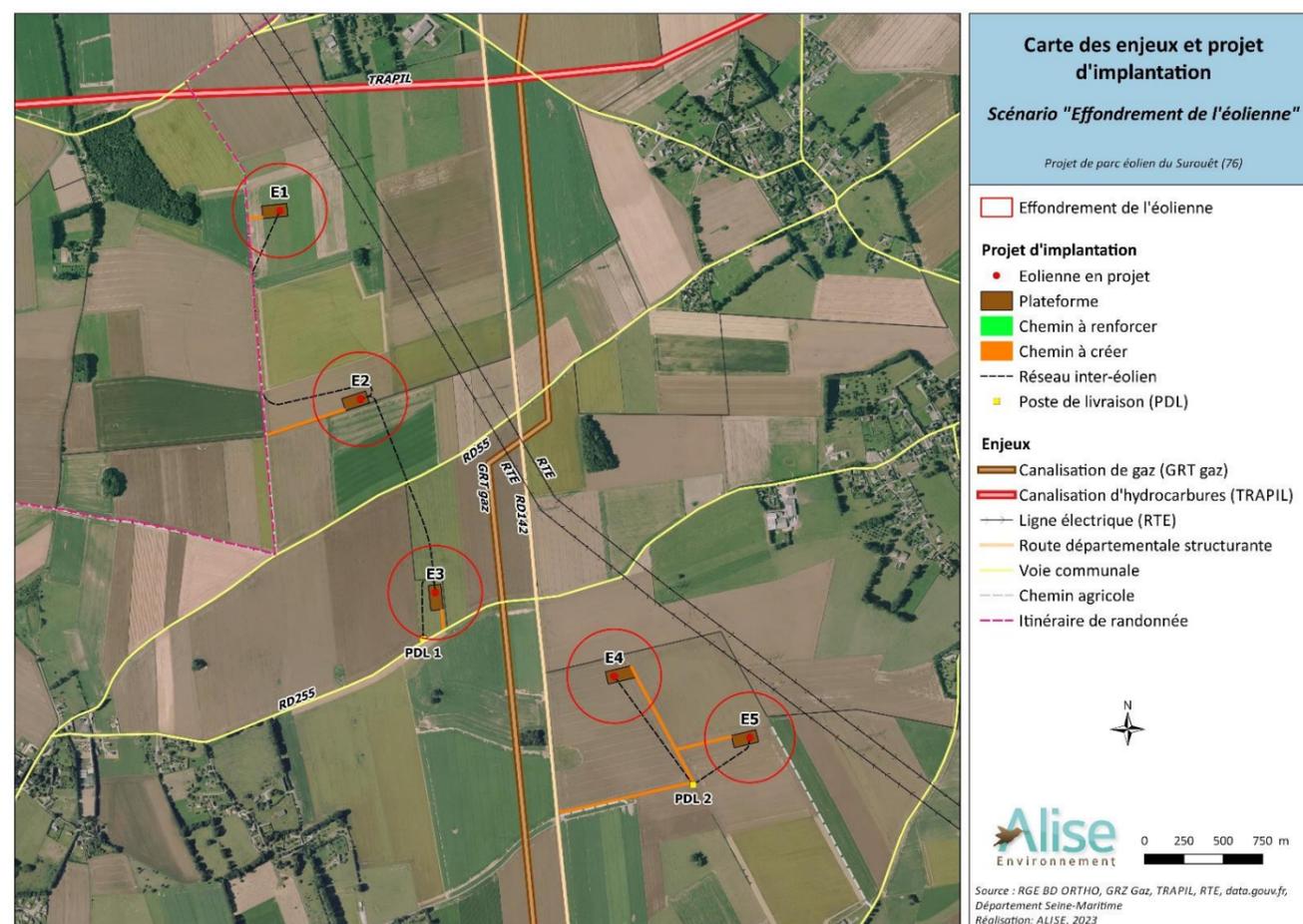


Figure 53 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Effondrement de l'éolienne »

#### 2.1.2 - Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale balayée par le rotor et la surface du mât non balayée par le rotor, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part.

- R est la longueur de pale
- H la hauteur du mât au sens ICPE
- L la largeur du mât à la base
- LB la largeur de la base de la pale

Les valeurs de ces caractéristiques sont reportées dans le tableau ci-après pour chaque gabarit d'éolienne maximisant :

Tableau 55 : Valeurs des caractéristiques selon les gabarits d'éoliennes maximisant

Eoliennes	R Rayon du rotor	H Hauteur mât au sens ICPE (m)	L Largeur de la base de la pale (m)	LB Largeur du mât à la base (m)
E1, E2, E3	58,4	88,9	2,4	4,3
E4, E5	58,4	82,9	2,4	4,3

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement pour les gabarits d'éoliennes maximisant dans le cas du projet éolien du Surouët, avec :

Tableau 56 : Intensité du phénomène « Effondrement de l'éolienne » - Gabarit d'éolienne maximisant

Effondrement de l'éolienne – Gabarit d'éolienne maximisant (dans un rayon $\leq$ à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)				
Eoliennes concernées	Zone d'impact en $m^2$	Zone d'effet du phénomène étudié en $m^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
E1, E2, E3	$Z_i = H \times L + 3 \times R \times LB/2$ $Z_i = 588,6 \text{ m}^2$	$Z_e = \pi \times (H+D/2)^2$ $Z_e = 68 \text{ 164 m}^2$	$d = Z_i/Z_e$ $d = 0,863 \%$ ( $d < 1\%$ )	Exposition modérée
E4, E5	$Z_i = H \times L + 3 \times R \times LB/2$ $Z_i = 562,8 \text{ m}^2$	$Z_e = \pi \times (H+D/2)^2$ $Z_e = 62 \text{ 724 m}^2$	$d = Z_i/Z_e$ $d = 0,897 \%$ ( $d < 1\%$ )	Exposition modérée

L'intensité du phénomène d'effondrement pour l'éolienne est nulle au-delà de la zone d'effondrement.

**La zone d'impact est de 588,6 m<sup>2</sup> et la zone d'effet du phénomène étudié est de 68 164 m<sup>2</sup> pour le gabarit maximisant des éoliennes E1 à E3. La zone d'impact est de 562,8 m<sup>2</sup> et la zone d'effet du phénomène étudié est de 62 724 m<sup>2</sup> pour le gabarit maximisant des éoliennes E4 et E5.**

### 2.1.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 1.3 -, page 124), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

- ⇒ Plus de 100 personnes exposées → « Désastreux »
- ⇒ Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique »
- ⇒ Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important »
- ⇒ Au plus 1 personne exposée → « Sérieux »
- ⇒ Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré »

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Effondrement de l'éolienne ».

**Tableau 57 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Effondrement de l'éolienne »**

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes*	Total équivalent personnes permanentes
E1	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	6,8 ha	$6,8 \times 1/10 = 0,68$	1,12
	Itinéraire de randonnées	218 m	$0,218 \times 2 = 0,436$	
E2	Zone agricole + Chemin d'accès + Plateforme permanente	6,8 ha	$6,8 \times 1/10 = 0,68$	0,68
E3	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente + RD 255	6,8 ha	$6,8 \times 1/10 = 0,68$	0,68
E4	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	6,3 ha	$6,3 \times 1/10 = 0,63$	0,63
E5	Zone agricole + Chemin d'accès + Chemin agricole + Plateforme permanente +	6,3 ha	$6,3 \times 1/10 = 0,63$	0,63

\*La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en Annexe 3. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Rappel de la méthode de comptage des enjeux humains :

- **Zone agricole et boisement (terrains non aménagés et très peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 100 ha ;**
- **Chemin d'exploitation et chemin d'accès (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;**
- **Route communale non structurante (<2 000 véhicules/jour) : 1 personne par tranche de 10 ha ;**
- **Plateformes permanentes : 1 personne par tranche de 10 ha ;**
- **Itinéraire de randonnées : 2 personnes/1 km / 100 promeneurs par jour**

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour la RD 142 et l'itinéraire de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains

<sup>3</sup> Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée :

**Tableau 58 : Gravité du phénomène « Effondrement de l'éolienne »**

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon ≤ à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	1,12	Important
E2	0,68	Sérieux
E3	0,68	Sérieux
E4	0,63	Sérieux
E5	0,63	Sérieux

### 2.1.4 - Probabilité

Pour l'effondrement d'une éolienne, les valeurs retenues dans la littérature sont détaillées dans le tableau suivant :

**Tableau 59 : Probabilité du phénomène « Effondrement de l'éolienne »**

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk-based zoning of wind turbines (Cf. référence [5] en Annexe 8)	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances (Cf. référence [6] en Annexe 8)	$1,8 \times 10^{-4}$ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » selon l'arrêté du 29 septembre 2005.

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience<sup>3</sup>, soit une probabilité de  $4,47 \times 10^{-4}$  par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C », à savoir : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place sur les machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement.

Ces mesures de sécurité sont notamment :

- respect intégral des dispositions de la norme IEC 61 400-1,
- contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages,
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage,
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique.

On note d'ailleurs, dans le retour d'expérience français, qu'aucun effondrement n'a eu lieu sur les éoliennes mises en service après 2005.

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité d'effondrement.

**Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D », à savoir : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité ».**

### 2.1.5 - Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet éolien, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

**Tableau 60 : Acceptabilité du phénomène « Effondrement de l'éolienne »**

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon $\leq$ à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Important	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Sérieux	Acceptable
E5	Sérieux	Acceptable

**Ainsi, pour le projet éolien du Surouët, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.**

## 2.2 - CHUTE DE GLACE

### 2.2.1 - Considérations générales

Les périodes de gel et l'humidité de l'air peuvent entraîner, dans des conditions de température et d'humidité de l'air bien particulières, une formation de givre ou de glace sur l'éolienne, ce qui induit des risques potentiels de chute de glace.

Selon l'étude WECO (Cf. référence [15] en Annexe 8), une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concernée par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

Lors des périodes de dégel qui suivent les périodes de grand froid, des chutes de glace peuvent se produire depuis la structure de l'éolienne (nacelle, pales). Normalement, le givre se forme en fine pellicule sur les pales de l'éolienne et fond avec le soleil. En cas de vents forts, des morceaux de glace peuvent se détacher. Ils se désagrègent généralement avant d'arriver au sol. Ce type de chute de glace est similaire à ce qu'on observe sur d'autres bâtiments et infrastructures.

### 2.2.2 - Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le projet éolien du Surouët, **la zone d'effet est donc un disque de rayon de 58,4 m pour les deux gabarits d'éolienne maximisant.**

Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

### 2.2.3 - Intensité

Pour le phénomène de chute de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-contre permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace pour les deux gabarits d'éolienne maximisant dans le cas du projet éolien du Surouët, avec :

- d : le degré d'exposition,
- ZI est la zone d'impact,
- ZE est la zone d'effet,
- R est le rayon du rotor (R = 58,4 m),
- SG est la surface du morceau de glace majorant (SG= 1 m<sup>2</sup>),

**Tableau 61 : Intensité du phénomène « Chute de glace » - Gabarit d'éolienne maximisant**

Chute de glace – Gabarit d'éolienne maximisant (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
ZI = SG Z <sub>I</sub> = 1 m <sup>2</sup>	Z <sub>E</sub> = π x R <sup>2</sup> Z <sub>E</sub> = 10 715 m <sup>2</sup>	D = Z <sub>I</sub> /Z <sub>E</sub> d = 0,0093 % ( < 1 % )	Exposition modérée

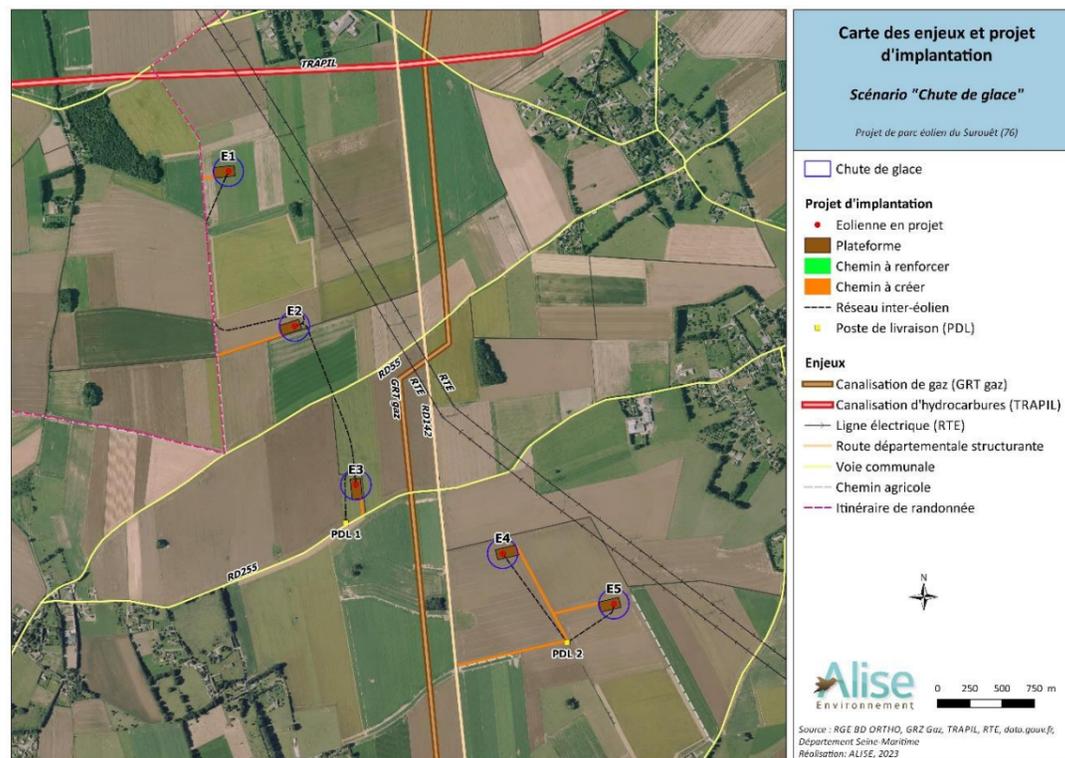
L'intensité est nulle hors de la zone de survol.

**La zone d'impact est de 1 m<sup>2</sup> et la zone d'effet du phénomène étudié est de 10 715 m<sup>2</sup> pour les deux gabarits d'éolienne maximisant.**

### 2.2.4 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 1.3 -), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »



**Figure 54 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Chute de glace »**

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Chute de glace » :

**Tableau 62 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Chute de glace »**

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes*	Total équivalent personnes permanentes
E1	Zone agricole + Plateforme permanente	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$	<b>0,11</b>
E2	Zone agricole + Plateforme permanente	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$	<b>0,11</b>
E3	Zone agricole + Plateforme permanente	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$	<b>0,11</b>
E4	Zone agricole + Plateforme permanente	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$	<b>0,11</b>
E5	Zone agricole + Plateforme permanente	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$	<b>0,11</b>

\*La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en Annexe 3. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Rappel de la méthode de comptage des enjeux humains :

- **Zone agricole (terrains non aménagés et très peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 100 ha ;**
- **Plateformes permanentes : 1 personne par tranche de 10 ha ;**

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour la RD 142 et l'itinéraire de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute de glace et la gravité associée :

**Tableau 63 : Gravité du phénomène « Chute de glace »**

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,11	Modéré
E2	0,11	Modéré
E3	0,11	Modéré
E4	0,11	Modéré
E5	0,11	Modéré

### 2.2.5 - Probabilité

De façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A », c'est-à-dire une probabilité supérieure à  $10^{-2}$ .

### 2.2.6 - Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet éolien, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

**Tableau 64 : Acceptabilité du phénomène « Chute de glace »**

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable

**Ainsi, pour le projet éolien du Surouët, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.**

Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur (identifié par un numéro identique à celui généré à l'issue de la déclaration), c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

## 2.3 - CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE

### 2.3.1 - Zone d'effet

La chute d'éléments comprend la chute de tous les équipements situés en hauteur : trappes, boulons, morceaux de pales ou pales entières. Le cas majorant est ici le cas de la chute de pale. Il est retenu dans l'étude détaillée des risques pour représenter toutes les chutes d'éléments.

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à **un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor soit 58,4 m pour les deux gabarits d'éolienne maximisant.**

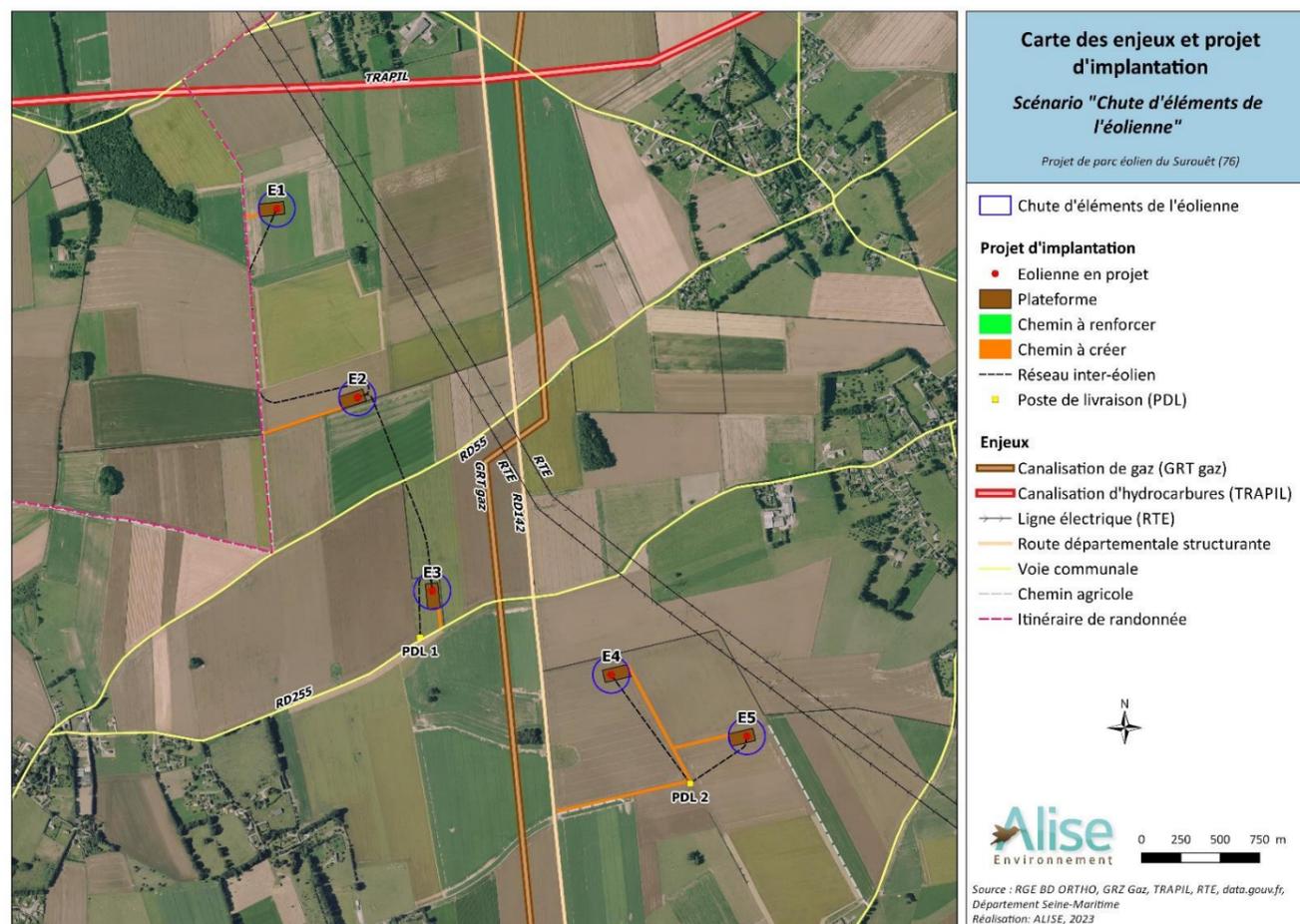


Figure 55 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Chute d'éléments des éoliennes »

### 2.3.2 - Intensité

Pour le phénomène de chute d'éléments, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière se détachant de l'éolienne) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments pour les deux gabarits maximisant dans le cas du projet éolien du Surouët, avec :

- d : le degré d'exposition,
- $Z_i$  : la zone d'impact,
- $Z_E$  : la zone d'effet,
- R la longueur de pale (R= 57,3 m),
- LB : la largeur de la base de la pale (LB= 2,4 m).

Tableau 65 : Intensité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne » - Gabarit d'éolienne maximisant

Chute d'éléments de l'éolienne – Gabarit d'éolienne maximisant (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R \times LB/2$ $Z_i = 68,8 \text{ m}^2$	$Z_E = \pi \times R^2$ $Z_E = 10\,715 \text{ m}^2$	$d = Z_i/Z_E$ $d = 0,64 \%$ ( $d < 1\%$ )	Exposition modérée

L'intensité en dehors de la zone de survol est nulle.

**La zone d'impact est de 68,8 m<sup>2</sup> et la zone d'effet du phénomène étudié est de 10 715 m<sup>2</sup> pour les deux gabarits d'éolienne maximisant.**

### 2.3.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 1.3 -, page 124), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne, dans la zone de survol de l'éolienne (le phénomène de chute d'élément engendrant une zone d'exposition modérée) :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne » :

**Tableau 66 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Chute d'éléments de l'éolienne »**

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes*	Total équivalent personnes permanentes
E1	Zone agricole + Plateforme permanente	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$	<b>0,11</b>
E2	Zone agricole + Plateforme permanente	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$	<b>0,11</b>
E3	Zone agricole + Plateforme permanente	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$	<b>0,11</b>
E4	Zone agricole + Plateforme permanente	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$	<b>0,11</b>
E5	Zone agricole + Plateforme permanente	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$	<b>0,11</b>

\*La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en Annexe 3. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Rappel de la méthode de comptage des enjeux humains :

- Zone agricole (terrains non aménagés et très peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 100 ha ;
- Plateformes permanentes : 1 personne par tranche de 10 ha ;

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour la RD 142 et l'itinéraire de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne et la gravité associée :

**Tableau 67 : Gravité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne »**

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,11	Modéré
E2	0,11	Modéré
E3	0,11	Modéré
E4	0,11	Modéré
E5	0,11	Modéré

### 2.3.4 - Probabilité

Peu d'éléments sont disponibles dans la littérature pour évaluer la fréquence des événements de chute de pales ou d'éléments d'éoliennes.

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit  $4.47 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 Septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

**Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.**

### 2.3.5 - Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet éolien, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

**Tableau 68 : Acceptabilité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne »**

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable

**Ainsi, pour le projet éolien du Surouët, le phénomène de chute d'éléments des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.**

## 2.4 - PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

### 2.4.1 - Zone d'effet

Dans l'accidentologie française, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 mètres par rapport au mât de l'éolienne. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent des distances d'effet inférieures.

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne [Cf. référence 3 en Annexe 8].

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études [Cf. référence 5 en Annexe 8] et [Cf. référence 6 en Annexe 8].

Sur la base de ces éléments et de façon conservatrice, **une distance d'effet de 500 mètres** est considérée comme distance raisonnable pour la prise en compte des projections de pales ou de fragments de pales dans le cadre des études de dangers des parcs éoliens.

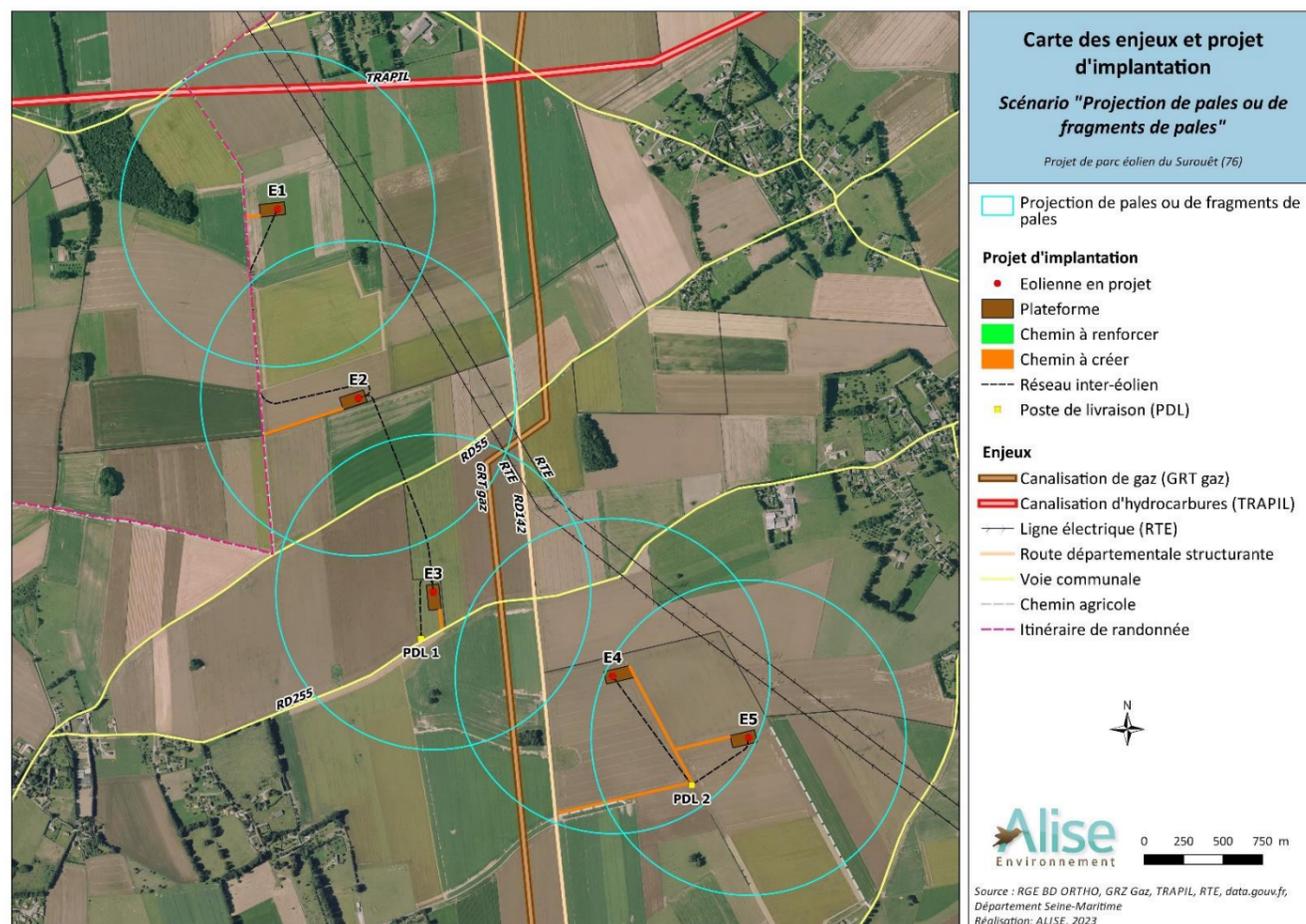


Figure 56 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Projection de pales ou de fragments de pales »

### 2.4.2 - Intensité

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragments de pale, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (500 m).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de pale ou de fragments de pale dans le cas du projet du projet éolien du Surouët avec :

- d : est le degré d'exposition,
- $Z_i$  : la zone d'impact,
- ZE : la zone d'effet,
- R : la longueur des pales (R = 57,3 m),
- LB : la largeur de la base de la pale (LB = 2,4 m),
- P : Zone de 500m autour de chaque éolienne.

Tableau 69 : Intensité du phénomène « Projection de pale ou de fragments de pale » - Gabarit d'éolienne maximisant

Projection de pale ou de fragments de pale – Gabarit d'éolienne maximisant (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R \times LB/2$ $Z_i = 68,8 \text{ m}^2$	$Z_E = \pi \times P^2$ $Z_E = 785\,398 \text{ m}^2$	$d = (Z_i / Z_E)$ $d = 8,75 \cdot 10^{-3} \%$ ( < 1 % )	Exposition modérée

**La zone d'impact est donc de 68,8 m<sup>2</sup> et la zone d'effet du phénomène étudié est de 785 398 m<sup>2</sup> pour les deux gabarits d'éolienne maximisant.**

### 2.4.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 1.3 -, page 124, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

- ⇒ Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- ⇒ Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- ⇒ Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- ⇒ Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- ⇒ Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

Le tableau ci-contre indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Projections de pales ou de fragments de pale ».

**Tableau 70 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Projections de pales ou de fragments de pale »**

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes*	Total équivalent personnes permanentes
E1	Zone agricole + Boisements + Chemins d'accès + Plateforme permanente	78,5 ha	$78,5 \times 1/10 = 7,85$	9,77
	Itinéraire de randonnées	960 m	$0,960 \times 2 = 1,92$	
E2	Zone agricole + Boisement + Chemins d'accès + Plateforme permanente + RD 55	78,5 ha	$78,5 \times 1/10 = 7,85$	11,2
	RD 142	122 m	$0,4 \times 0,122 \times (3\ 649/100) = 1,78$	
	Itinéraire de randonnées	784 m	$0,784 \times 2 = 1,57$	
E3	Zone agricole + Boisement + Chemins d'accès + Plateforme permanent + RD 55 + RD 255	78,5 ha	$78,5 \times 1/10 = 7,85$	19,09
	RD 142	770 m	$0,4 \times 0,770 \times (3\ 649/100) = 11,24$	
E4	Zone agricole + Boisement + Chemins d'accès + Plateformes permanentes + RD 255	78,5 ha	$78,5 \times 1/10 = 7,85$	20,91
	RD 142	895 m	$0,4 \times 0,895 \times (3\ 649/100) = 13,06$	
E5	Zone agricole + Boisement + Chemins d'accès + Chemin agricole + Plateformes permanentes + RD 255	78,5 ha	$78,5 \times 1/10 = 7,85$	7,85

\*La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en Annexe 3. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Rappel de la méthode de comptage des enjeux humains :

- Zone agricole et boisement (terrains non aménagés et très peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 100 ha ;
- Chemin d'exploitation et chemin d'accès (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Plateformes permanentes : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Voies de circulation structurante RD 142 : 0,4 personnes par kilomètre exposée par tranche de 100 véhicules/jour ;
- Itinéraire de randonnées : 2 personnes/1 km / 100 promeneurs par jour

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour la RD 142 et l'itinéraire de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection de pale ou de fragment de pale et la gravité associée :

**Tableau 71 : Gravité du phénomène « Projections de pales ou de fragments de pales »**

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	9,77	Sérieux
E2	11,2	Important
E3	19,09	Important
E4	20,91	Important
E5	7,85	Sérieux

#### 2.4.4 - Probabilité

Les valeurs retenues dans la littérature pour une rupture de tout ou partie de pale sont détaillées dans le tableau suivant :

**Tableau 72 : Probabilité du phénomène « Projection de pales ou de fragments de pales »**

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assessment for a wind farm project (Cf. référence [4] en Annexe 8)	$1 \times 10^{-6}$	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk-based zoning of wind turbines (Cf. référence [5] en Annexe 8)	$1,1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances (Cf. référence [6] en Annexe 8)	$6,1 \times 10^{-4}$	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

Ces valeurs correspondent à des classes de probabilité de « B », « C » ou « E ». Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit  $7,66 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 Septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évoluées, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place notamment :

- ⇒ les dispositions de la norme IEC 61 400-1,
- ⇒ les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre,
- ⇒ système de détection des survitesses et un système redondant de freinage,
- ⇒ système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique,
- ⇒ utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.).

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité de projection.

**Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D » : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctrices réduisant significativement la probabilité ».**

#### 2.4.5 - Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet éolien, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

**Tableau 73 : Acceptabilité du phénomène « Projection de pale ou de fragment de pale »**

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Important	Acceptable
E3	Important	Acceptable
E4	Important	Acceptable
E5	Sérieux	Acceptable

**Ainsi, pour le projet éolien du Surouët, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.**

## 2.5 - PROJECTION DE GLACE

### 2.5.1 - Zone d'effet

L'accidentologie rapporte quelques cas de projection de glace. Ce phénomène est connu et possible, mais reste difficilement observable et n'a jamais occasionné de dommage sur les personnes ou les biens.

Dans le cadre du projet éolien, le nombre de jours moyen concernés par des températures inférieures à -5°C est relativement faible à la station de Rouen-Boos (5,5 jours par an). La zone d'implantation potentielle n'est donc pas sensible quant à la formation de glace et de givre (cf. Tableau 22 page 53).

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence [15] en Annexe 8 propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt en cas de givre ou de glace :

$$\text{Distance d'effet} = 1,5 * (\text{hauteur}_{\text{moyeu}} + \text{diamètre}_{\text{rotor}})$$

Soit : **311,7 m pour le gabarit maximisant des éoliennes E1 à E3**

Soit : **302,7 m pour le gabarit maximisant des éoliennes E4 et E5**

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (cf. référence [17] en Annexe 8). A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

### 2.5.2 - Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m<sup>2</sup>) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace pour les gabarits d'éolienne maximisant dans le cas du projet éolien du Surouët :

- d : le degré d'exposition,
- Z<sub>I</sub> : la zone d'impact,
- Z<sub>E</sub> : la zone d'effet,
- D : le diamètre du rotor,
- H : la hauteur au moyeu,
- SG : la surface majorante d'un morceau de glace (SG = 1 m<sup>2</sup>)

Les valeurs de ces caractéristiques sont reportées dans le tableau ci-après pour chaque gabarit d'éolienne maximisant :

**Tableau 74 : Valeurs des caractéristiques selon les gabarits d'éoliennes maximisant**

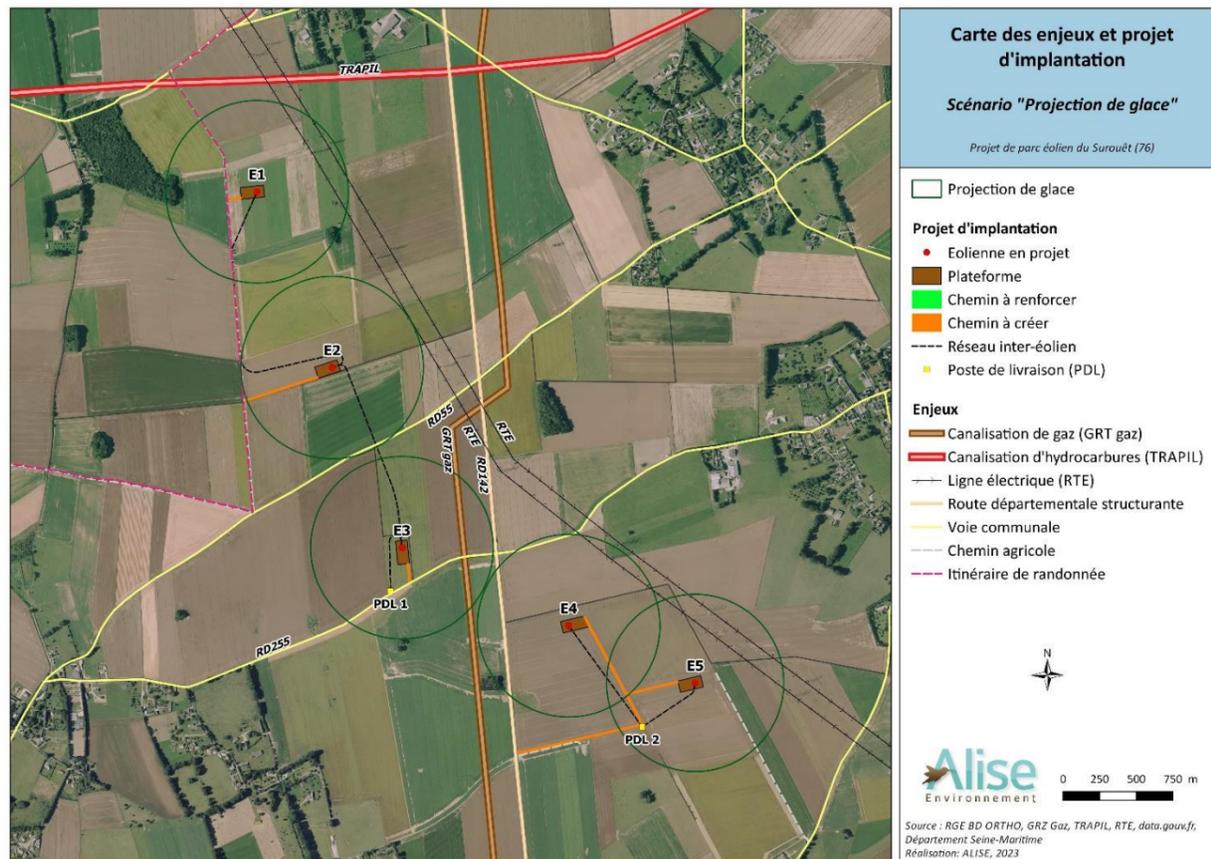
Eoliennes	D Rayon du rotor	H Hauteur au moyeu (m)
E1, E2, E3	116,8	91
E4, E5	116,8	85

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement pour les gabarits d'éoliennes maximisant dans le cas du projet éolien du Surouët, avec :

**Tableau 75 : Intensité du phénomène « Projection de morceaux de glace » - Gabarit d'éolienne maximisant**

Projection de morceaux de glace – Gabarit d'éolienne maximisant (dans un rayon de R <sub>PG</sub> = 1,5 x (H+D) autour de l'éolienne)				
Eoliennes concernées	Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
E1, E2, E3	Z <sub>I</sub> = SG Z <sub>I</sub> = 1 m <sup>2</sup>	Z <sub>E</sub> = π x (1,5*(H <sub>moyeu</sub> +D)) <sup>2</sup> Z <sub>E</sub> = 305 227 m <sup>2</sup>	d = (Z <sub>I</sub> / Z <sub>E</sub> ) d = 3,28.10 <sup>-4</sup> % ( < 1 % )	Exposition modérée
E4, E5	Z <sub>I</sub> = SG Z <sub>I</sub> = 1 m <sup>2</sup>	Z <sub>E</sub> = π x (1,5*(H <sub>moyeu</sub> +D)) <sup>2</sup> Z <sub>E</sub> = 287 856 m <sup>2</sup>	d = (Z <sub>I</sub> / Z <sub>E</sub> ) d = 3,47.10 <sup>-4</sup> % ( < 1 % )	Exposition modérée

**La zone d'impact est donc de 1 m<sup>2</sup> et la zone d'effet du phénomène étudié est de 305 227 m<sup>2</sup> pour le gabarit maximisant des éoliennes E1 à E3. La zone d'impact est de 1 m<sup>2</sup> et la zone d'effet du phénomène étudié est de 287 856 m<sup>2</sup> pour le gabarit maximisant des éoliennes E4 et E5.**



**Figure 57 : Carte des enjeux et projet d'implantation – Scénario « Projection de glace »**

### 2.5.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 1.3 -, page 124, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

- ⇒ Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- ⇒ Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- ⇒ Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- ⇒ Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- ⇒ Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

**Il a été observé dans la littérature disponible (Cf. référence [17] en Annexe 8) qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.**

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Projections de morceau de glace » :

**Tableau 76 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Projection de morceaux de glace »**

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes*	Total équivalent personnes permanentes
E1	Zone agricole + Boisements + Chemins d'accès + Plateforme permanente	30,5 ha	$30,5 \times 1/10 = 3,05$	4,2
	Itinéraire de randonnées	577 m	$0,577 \times 2 = 1,154$	
E2	Zone agricole + Chemins d'accès + Plateforme permanente	30,5 ha	$30,5 \times 1/10 = 3,05$	3,21
	Itinéraire de randonnées	80 m	$0,080 \times 2 = 0,16$	
E3	Zone agricole + Boisement + Chemins d'accès + Plateforme permanent	30,5 ha	$30,5 \times 1/10 = 3,05$	3,05
E4	Zone agricole + Boisement + Chemin d'accès + Plateformes permanentes	28,8 ha	$28,8 \times 1/10 = 2,88$	2,88
E5	Zone agricole + Chemins d'accès + Chemin agricole + Plateformes permanentes	28,8 ha	$28,8 \times 1/10 = 2,88$	2,88

\*La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en Annexe 3. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Rappel de la méthode de comptage des enjeux humains :

- Zone agricole et boisement (terrains non aménagés et très peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 100 ha ;
- Chemin d'exploitation et chemin d'accès (terrains aménagés mais peu fréquentés) : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Plateformes permanentes : 1 personne par tranche de 10 ha ;
- Itinéraire de randonnées : 2 personnes/1 km / 100 promeneurs par jour

Pour simplifier l'analyse, dans le cas où l'occupation du sol est différente pour une même éolienne, nous ne différencierons pas les éléments (sauf pour la RD 142 et l'itinéraire de randonnées) et nous classerons donc les champs et les prairies en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha. Cette hypothèse est majorante vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection de morceaux de glace et la gravité associée :

**Tableau 77 : Gravité du phénomène « Projections de morceaux de glace »**

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	4,20	Sérieux
E2	3,21	Sérieux
E3	3,05	Sérieux
E4	2,88	Sérieux
E5	2,88	Sérieux

### 2.5.4 - Probabilité

Au regard de la difficulté d'établir un retour d'expérience précis sur cet événement et considérant des éléments suivants :

- ⇒ les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021 ;
- ⇒ le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace.

**Une probabilité forfaitaire « B – événement probable » est proposé pour cet événement.**

Selon la circulaire du 10 mai 2010, une fonction de sécurité est une fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

Les systèmes de déduction et de détection de glace sont des systèmes de prévention « visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux ».

### 2.5.5 - Acceptabilité

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « sérieux ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 10 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet éolien, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

**Tableau 78 : Acceptabilité du phénomène « Projection de morceaux de glace » avec application du système d'arrêt en cas de présence de givre**

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Sérieux	Acceptable
E5	Sérieux	Acceptable

**Ainsi, pour le projet éolien du Surouët, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.**

### 3 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

#### 3.1 - TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Les tableaux regroupent les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Tableau 79 : Synthèse des scénarios étudiés

Scénario	Abrév.	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Eff	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Important pour E1	Acceptable
						Sérieux pour E2 à E5	Acceptable
Chute de glace	ChG	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré pour toutes les éoliennes	Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	ChE	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré pour toutes les éoliennes	Acceptable
Projection de pales ou fragments de pales	PrP	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieux pour E1 et E5	Acceptable
						Important pour E2 à E4	Acceptable
Projection de glace	PrG	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieux pour toutes les éoliennes	Acceptable

#### 3.2 - 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.

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Eff (E1) PrP (E2 à E4)			
Sérieux		Eff (E2 à E5) PrP (E1 et E5)		PrG	
Modéré			ChE		ChG

##### Légende de la matrice :

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

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

**Au regard de la matrice ainsi complétée, l'ensemble des scénarios présente un niveau de risque acceptable.**

Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé très faible pour le scénario « Chute d'éléments de l'éolienne ».

Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé faible pour les scénarios « Chute de glace » et « Projection de glace ».

Pour le scénario « Effondrement de l'éolienne », le risque est jugé faible pour l'éolienne E1 et très faible pour les éoliennes E2 à E5.

Pour le scénario « Projection de pales ou fragments de pale », le risque est jugé très faible pour les éoliennes E1 et E5 et faible pour les éoliennes E2 à E4.

De manière générale, les scénarios d'accident doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible.

Les cartes de synthèse ci-après présentent les zones d'effets les plus importantes pour les cinq phénomènes étudiés (Effondrement de l'éolienne, Chute de glace, Chute d'éléments de l'éolienne, Projection de pale ou fragments de pale, Projection de glace).

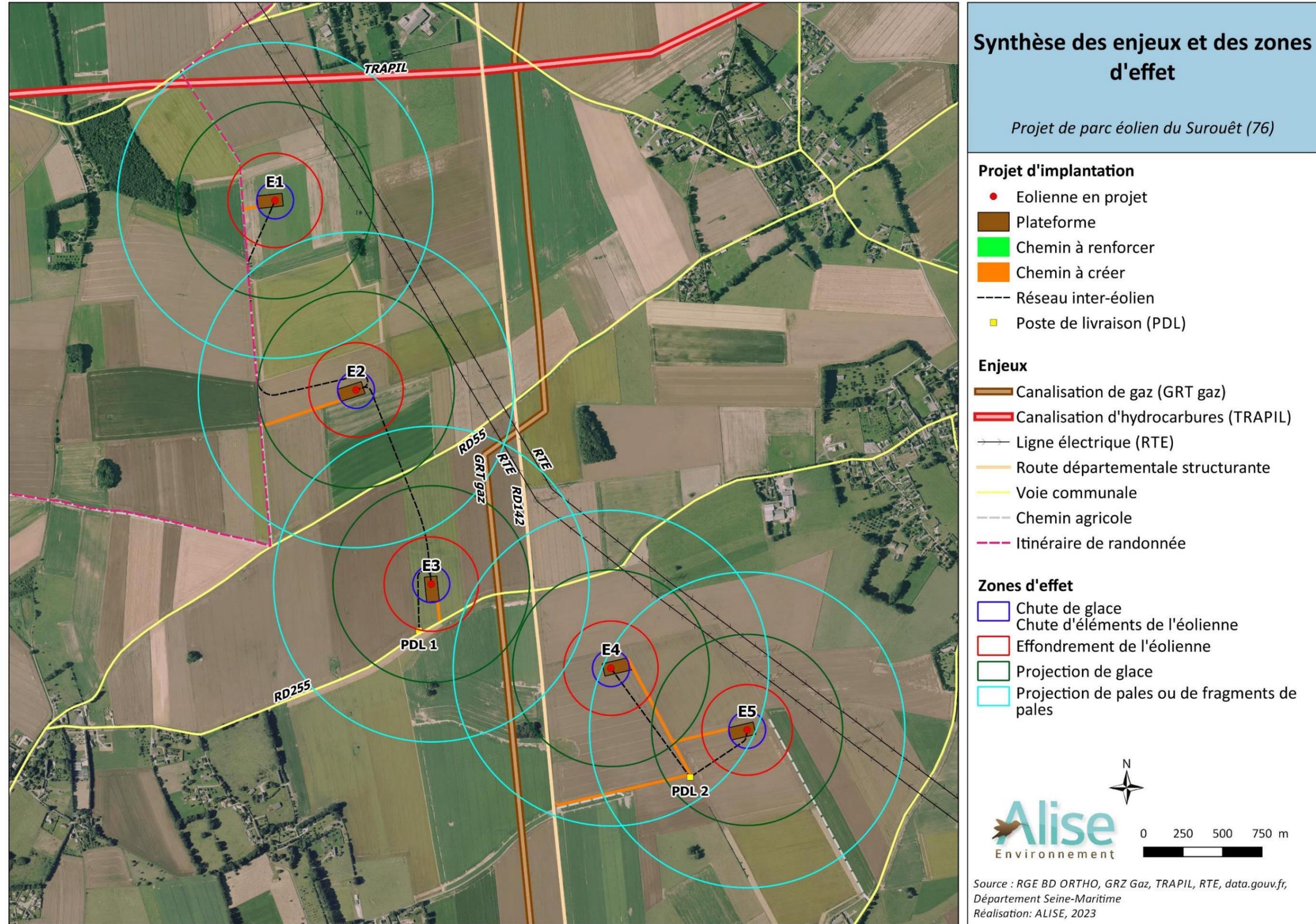


Figure 58 : Carte de synthèse des enjeux et des zones d'effet du projet éolien du Surouët

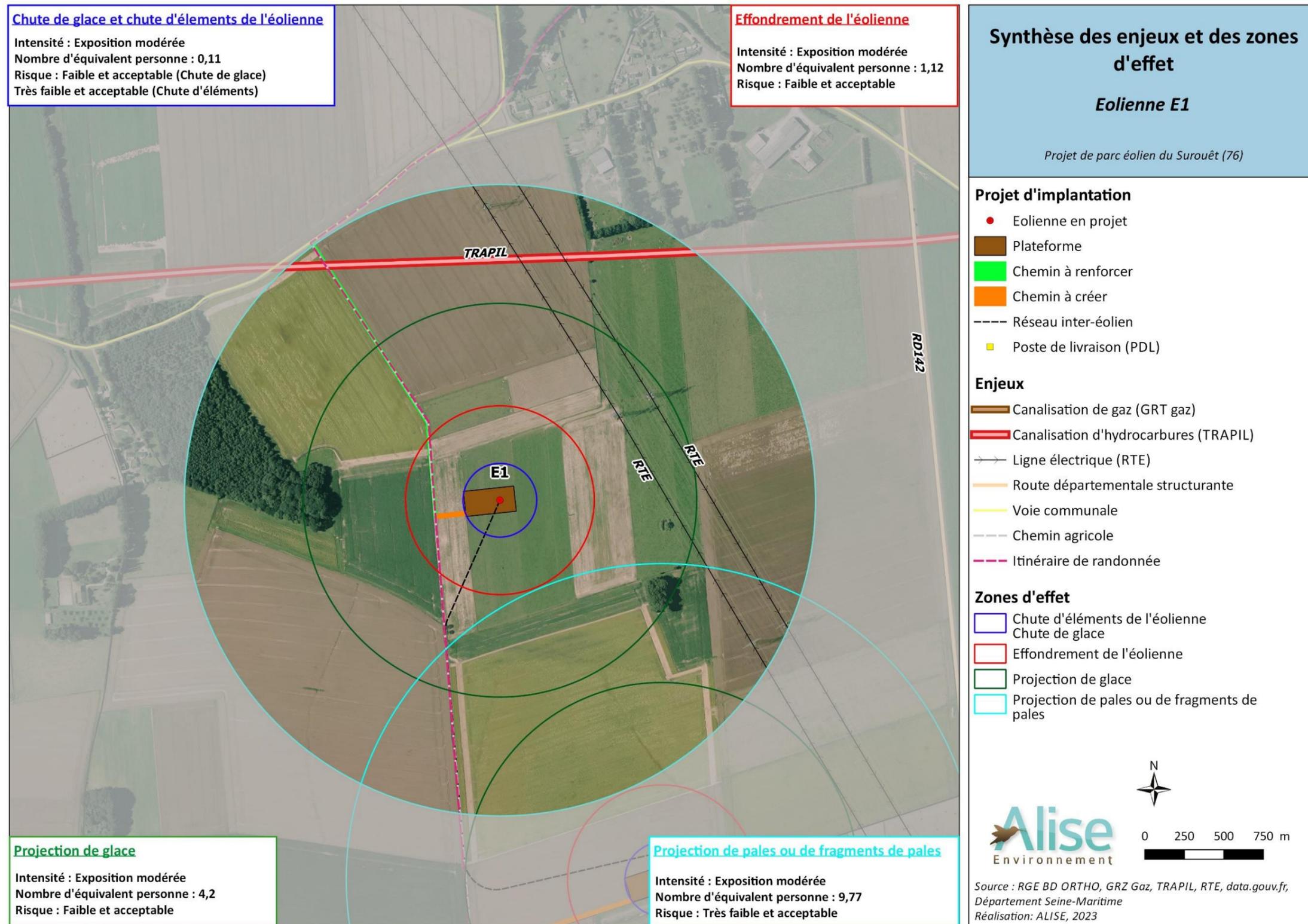


Figure 59 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E1 du projet éolien du Surouët

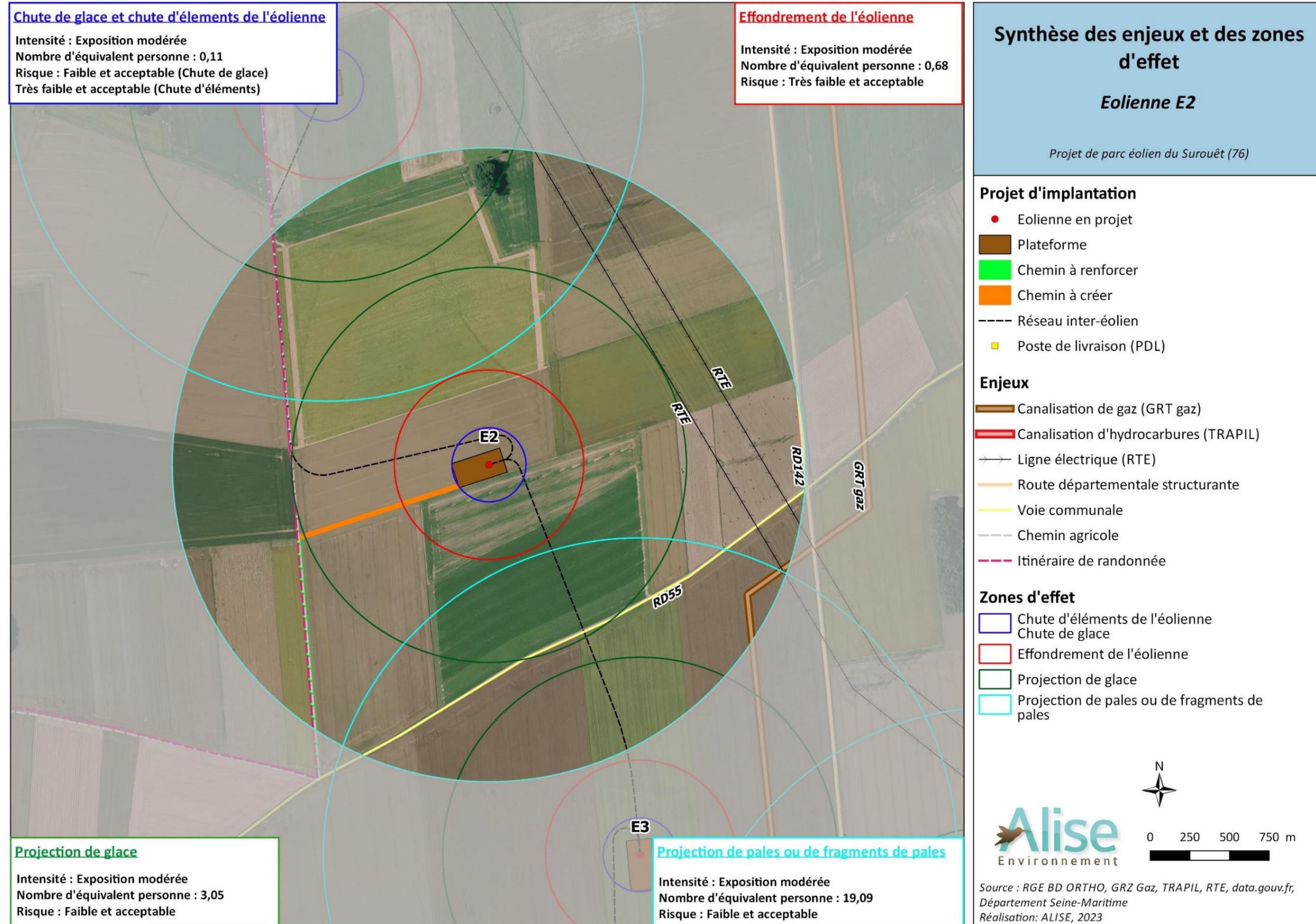


Figure 60 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E2 du projet éolien du Surouët

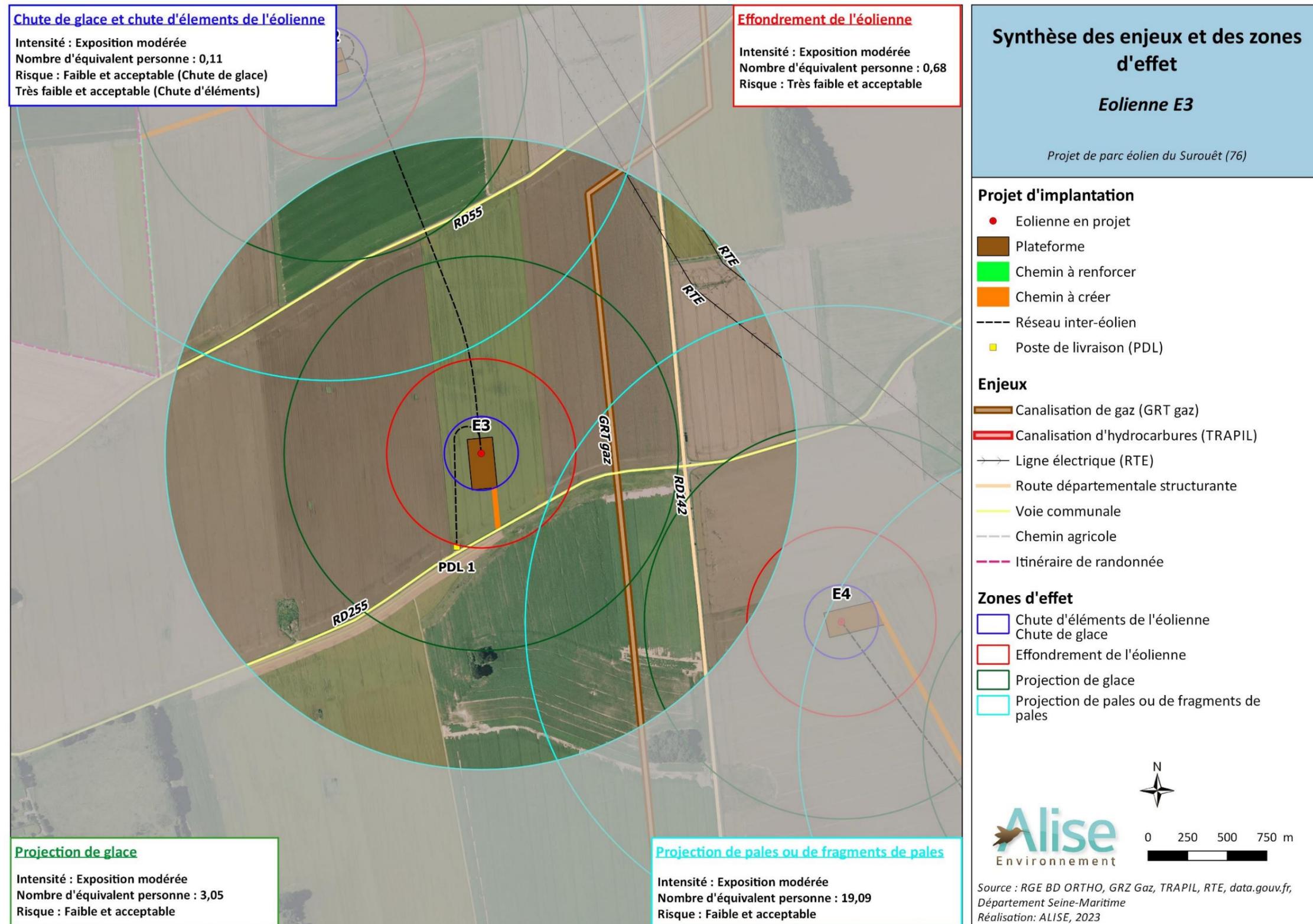


Figure 61 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E3 du projet éolien du Surouët

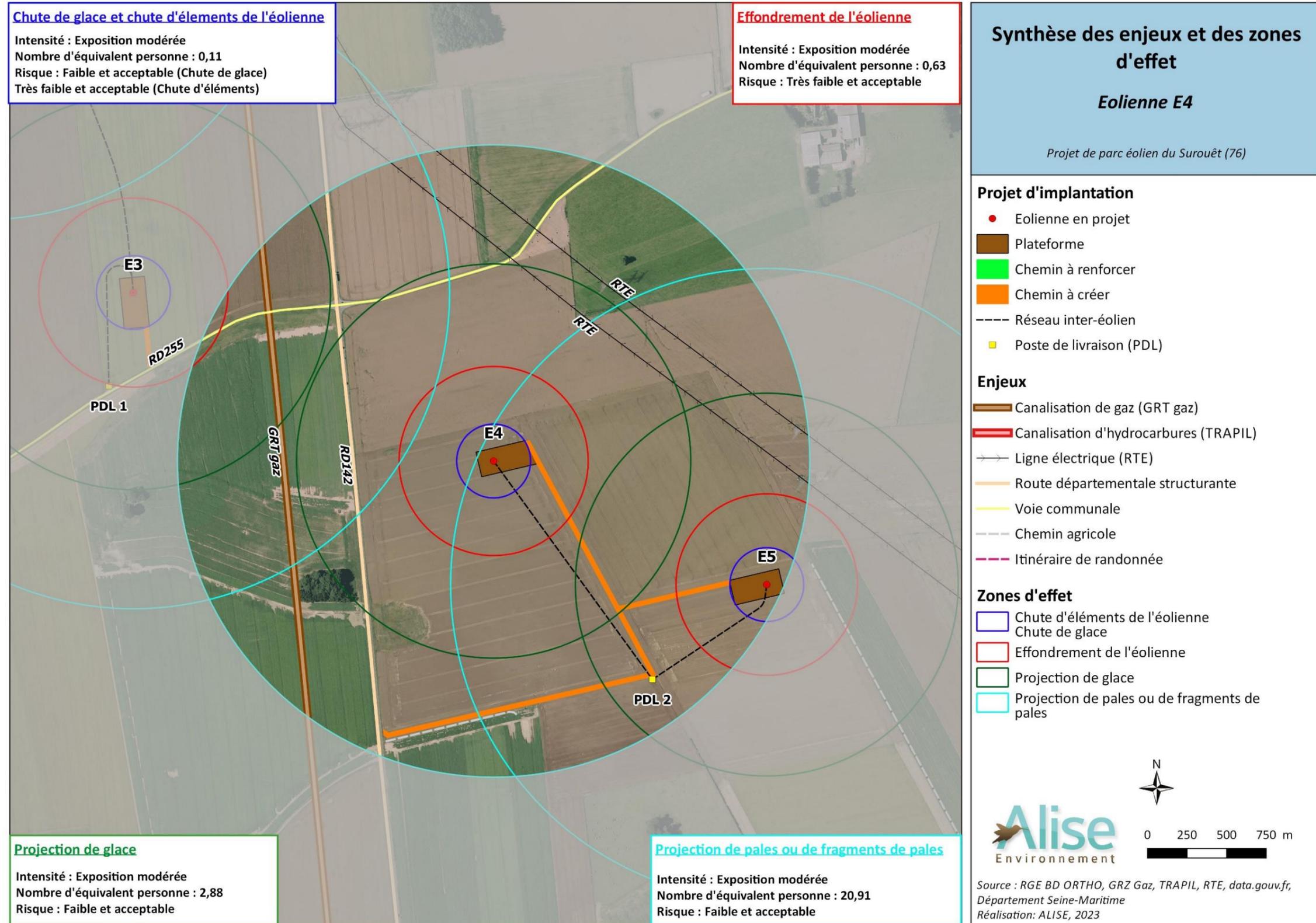


Figure 62 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E4 du projet éolien du Surouët

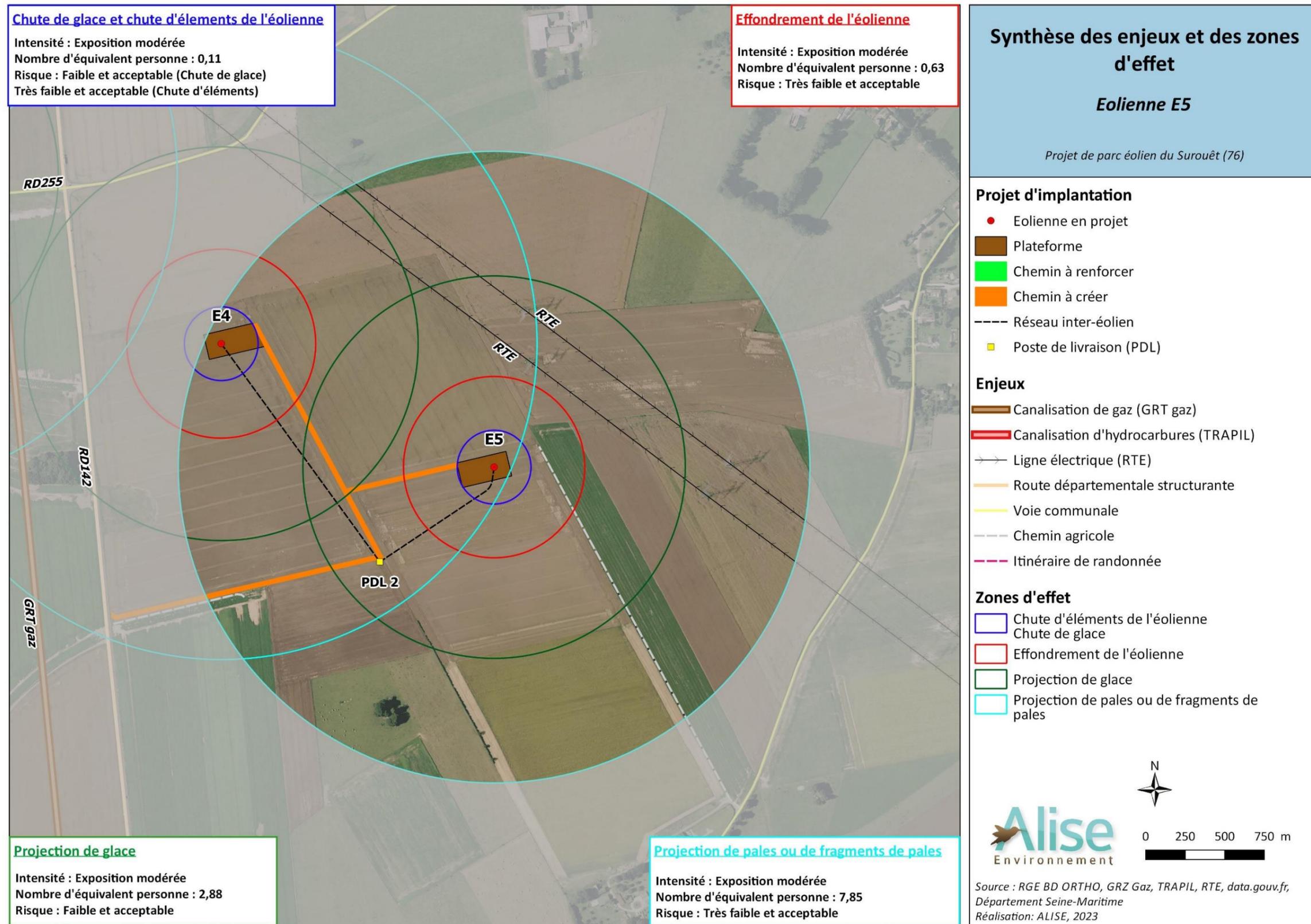


Figure 63 : Carte de synthèse des risques pour l'éolienne E5 du projet éolien du Surouët



## Chapitre 10 - MOYENS D'INTERVENTIONS ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES DES DANGERS

## 1 - MOYENS INTERNES

### 1.1 - ORGANISATION EN CAS DE DYSFONCTIONNEMENT

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

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

Dès que le dysfonctionnement détecté est susceptible d'avoir des conséquences sur la sécurité (mise en arrêt, déclenchement de la détection incendie, etc.), l'information est immédiate afin que l'intervention se fasse le plus rapidement possible.

Les détecteurs incendie sont placés au voisinage des principaux composants électriques et permettent, en cas de détection :

- d'arrêter l'éolienne,
- d'émettre une alarme sonore afin d'informer les éventuelles équipes de maintenance en cours d'intervention dans l'éolienne,
- d'émettre une alarme informant l'exploitant du parc et le constructeur de l'éolienne de la survenance de l'incendie, ce qui peut lui permettre d'informer les services de secours.

En cas de déclenchement de la détection d'incendie, le responsable régional est informé (hors heures ouvrables, il est informé sur son téléphone mobile) afin de se rendre sur place et de coordonner l'action des équipes d'intervention.

La détection des accidents peut également être faite par des personnels externes (détection visuelle d'un incendie ou de la chute d'une partie de pale par des personnes du public par exemple), le constructeur de l'éolienne en est informé par l'intermédiaire le plus souvent de l'exploitant du parc. En complément d'une équipe de techniciens en charge d'assurer les interventions, la société dépêche sur site une équipe technique chargée d'analyser les causes de l'accident et éventuellement en première urgence d'assister les secours externes.

Les enseignements retirés des anomalies ou des accidents constatés sont pris en compte pour éviter le renouvellement de ces dysfonctionnements.

### 1.2 - MOYENS MATERIELS

L'accident principal nécessitant une action rapide et immédiate est avant tout l'incendie en nacelle ou en pied de mât.

Vis-à-vis de ce risque, l'installation est équipée de détecteurs d'incendie, de type détecteur de fumée qui, lors de leur déclenchement, conduisent à la mise en arrêt de la machine. Des détecteurs de température disposés dans la nacelle conduisent à des actions similaires.

Les éoliennes sont équipées d'extincteurs (1 dans la nacelle et 1 en pied de tour) qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).

Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur agréé.

### 1.3 - MOYENS HUMAINS

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.

## 2 - MOYENS EXTERNES

En cas d'incendie sur le parc éolien, le personnel d'astreinte de l'unité de surveillance est en mesure de transmettre l'alerte au service de secours le plus proche 24h sur 24, 7 jours sur 7.

Le temps de réponse pour l'enclenchement de l'alarme suite à la détection d'un incendie est inférieur à 1 minute. L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur.

Le temps d'intervention des services de secours quant à lui dépend de la zone géographique. En cas d'incendie, en 1<sup>er</sup> appel, le Centre d'Incendie et de Secours intervenant est celui de Centre d'Incendie et de Secours de Yerville qui se trouve à moins de 5 km du site du projet par les routes départementales D929 et D142.

Ce centre de secours dispose des moyens d'assurer les missions d'incendie et de secours d'urgence aux personnes (notamment de fourgons pompe tonne, de véhicules échelle, de dévidoirs auto-mobile). Ils peuvent être renforcés en 2<sup>ème</sup> appel par d'autres Centres d'Incendie et de Secours comme celui de Saint-Laurent-en-Caux ou de Doudeville.

En cas d'alerte, la procédure d'intervention sur Installation Classée pour la Protection de l'Environnement serait lancée.

Les coordonnées des services de secours les plus proches sont indiquées dans le tableau suivant :

**Tableau 80 : Coordonnées des services de sécurités et de secours publics ou privés**

SERVICE	ADRESSE	TELEPHONE
Gendarmerie Nationale	483 Av. Charles de Gaulle 76760 Yerville	17 02 35 96 84 12
Pompiers	Rés des Pommiers 76760 Yerville	18
Ambulances	Ambulances Val De Saane 18 Rte de Veules 76760 Yerville	02 35 96 83 04
Centre hospitalier	Centre Hospitalier du Rouvray 22 Rue Edmond Labbé, 76190 Yvetot	02 35 96 83 04
Médecin	Centre Médico-Social Département de la Seine Maritime (C.M.S) de Yerville Rue Charles de Foucauld 76760 Yerville	02 35 96 81 12

## Chapitre 11 - CONCLUSION

La présente étude de dangers a été réalisée dans le cadre du projet éolien du Surouët, situé sur les communes de Boudeville, Ouville-l'Abbaye et Vibeuf dans le département de la Seine-Maritime (76).

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

**Les risques d'origine externe sont minimes car le site du projet ne présente pas de dangers particuliers. Il est en dehors des zones concernées par des risques naturels ou anthropiques majeurs.**

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

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

Chaque phénomène dangereux présenté par le projet éolien du Surouët a été analysé en croisant son niveau de gravité avec sa probabilité. Il en résulte une représentation graphique qui présente trois parties (cf. Tableau 81) :

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

Le tableau suivant présente la matrice de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus :

**Tableau 81 : Hiérarchisation des phénomènes dangereux**

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Déastreux					
Catastrophique					
Important		Eff (E1) PrP (E2 à E4)			
Sérieux		Eff (E2 à E5) PrP (E1 et E5)		PrG	
Modéré			ChE		ChG

**Légende de la matrice :**

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

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

Le tableau suivant présente le niveau d'acceptabilité des risques potentiels du projet éolien du Surouët :

**Tableau 82 : Niveau d'acceptabilité des risques**

Scénario	Acceptabilité	
Effondrement de l'éolienne	Acceptable pour E1	Acceptable pour E2 à E5
Chute de glace	Acceptable	
Chute d'élément de l'éolienne	Acceptable	
Projection de pales ou fragments de pales	Acceptable pour E1 et E5	Acceptable pour E2 à E4
Projection de glace	Acceptable	

**Au regard de la matrice ainsi complétée, l'ensemble des scénarios présente un niveau de risque acceptable.**



Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé très faible pour le scénario « Chute d'éléments de l'éolienne ».

Pour l'ensemble des éoliennes, le risque est jugé faible pour les scénarios « Chute de glace » et « Projection de glace ».

Pour le scénario « Effondrement de l'éolienne », le risque est jugé faible pour l'éolienne E1 et très faible pour les éoliennes E2 à E5.

Pour le scénario « Projection de pales ou fragments de pale », le risque est jugé très faible pour les éoliennes E1 et E5 et faible pour les éoliennes E2 à E4.

Ces scénarios d'accident doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible.

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

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

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

## Chapitre 12 – ANNEXES A L'ETUDE DE DANGERS



## SOMMAIRE DES ANNEXES

Annexe 1 : Etude vibratoire « Renversement Eolienne & Projection pale », CATM ;

Annexe 2 : Courrier de GRT GAZ du 25 août 2023 ;

Annexe 3 : Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne ;

Annexe 4 : Tableau de l'accidentologie française ;

Annexe 5 : Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques ;

Annexe 6 : Probabilité d'atteinte et risque individuel ;

Annexe 7 : Glossaire ;

Annexe 8 : Bibliographie et références utilisées.

**ANNEXE 1 – ETUDE VIBRATOIRE « RENVERSEMENT EOLIENNE & PROJECTION PALE », CATM**

 Estimation de vibrations  
 Parc éolien du Surouët

2

**7 Ter Impasse des mimosas**  
**34 990 JUVIGNAC**  
 Tél : 04.67.79.73.40  
 Fax : 04.67.79.73.40

**Conseil**  
**Assistance**  
**Terrassement et**  
**Minage**

## Parc Eolien du Surouët

### Renversement Eolienne

### Projection pale

## Estimation des vibrations

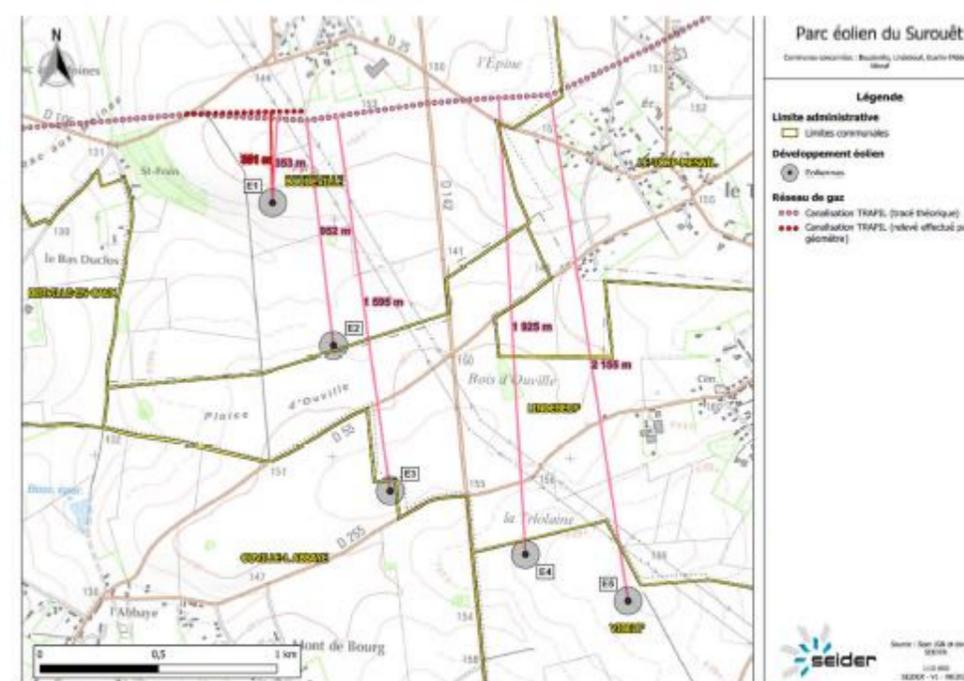
### sur conduite TRAPIL

Indice	Date	Réalisé par	État	Modifications Observations
0	08/08/2023	Laurent BOUSQUET	Ori	RP23-110 CATM/LB

**Présentation**

La société du Parc éolien du Surouët envisage la mise en place d'éoliennes sur les communes de BOUDEVILLE, LINDEBEUF, OUVILLE L'ABBAYE et VIBEUF. Le parc est composé de 5 aérogénérateurs d'une hauteur en bout de pale de 143 à 150m.

Dans l'environnement du parc d'éoliennes, on note la présence d'une canalisation d'hydrocarbures haute pression opérée par la société TRAPIL.



Une des éoliennes étant située à 381m de la conduite, soit à moins de 600m (4x la hauteur), il est nécessaire de réaliser une estimation des vibrations qui seraient générés à l'aplomb et à proximité de la canalisation pour les scénarios d'effondrement d'éolienne, de chute d'élément d'éolienne ou de projection de pale.

La société du Parc Eolien du Surouët a confié cette mission à C.A.T.M., bureau d'étude spécialisé.

En l'absence d'étude spécifique (type lâcher de masse) pour analyser la réaction du sol, il ne s'agit bien ici que de donner des ordres de grandeur pour les vibrations et d'en déduire une distance minimale à respecter avec un coefficient de sécurité suffisant.



### Hypothèses prises en compte

Hypothèses prises en compte

Caractéristiques de l'Eolienne :

Le modèle de l'Eolienne prise en compte est la NORDEX N117 avec un mât de 91m dont les caractéristiques sont les suivantes :

Hauteur du mât : 91 m  
Diamètre du rotor : 116,8 m  
Hauteur totale : 150 m

Masse des différents éléments :

- Mât : 191 tonnes
- Nacelle + Rotor = 160 tonnes
- Pales = 11,7 tonnes chacune

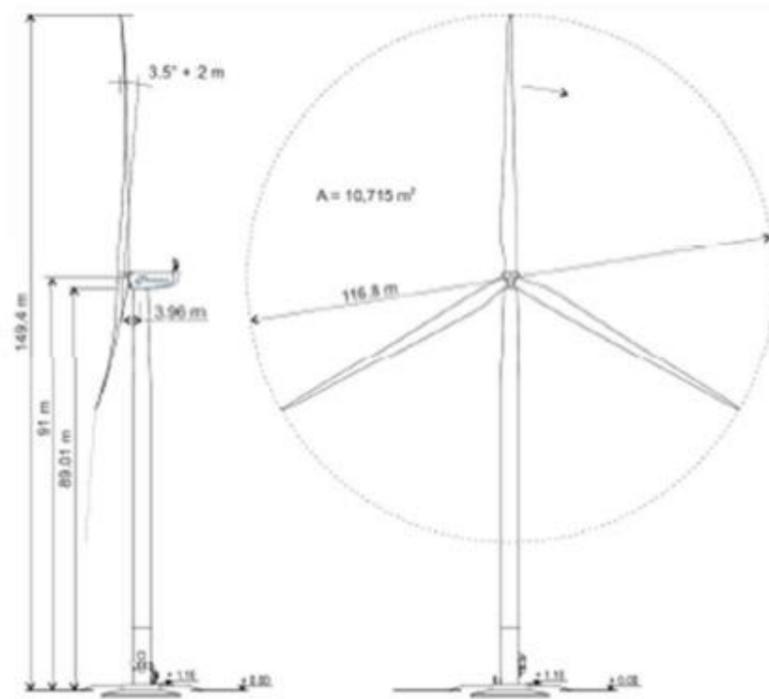
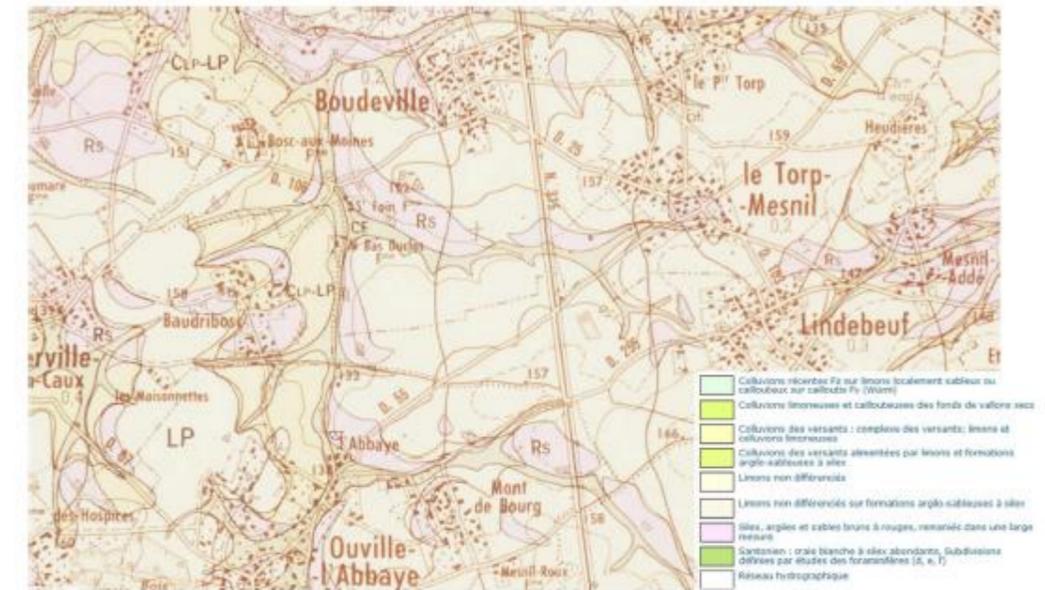


Schéma de l'éolienne



Nature des sols :

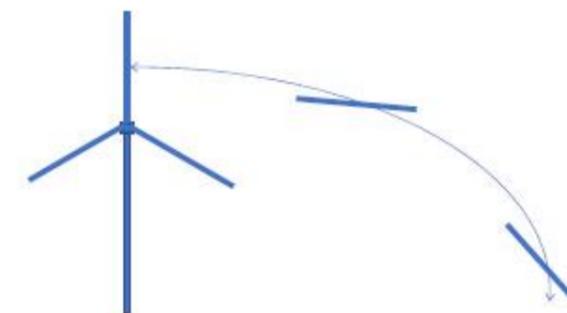
Selon la carte du BRGM ci-dessous, le parc se situe sur un sol meuble à dominance limoneuse sur formation argilo-sableuse :



### Projection d'une pale

Calcul de la distance de projection d'une pale :

On considère ici l'éjection d'une pale à la vitesse maximale de rotation (14,1 trs/mn).





On calcule la trajectoire du centre d'inertie comme s'il agissait d'un objet ponctuel éjecté à une hauteur H (hauteur de la tour + 50% longueur pale) à une vitesse horizontale de v m/s ( $2\pi \times r/2 \times v_{rot}/60$ ).

En faisant abstraction de la traînée et de la portance, on obtient alors :

$$\text{Durée du vol : } t = \sqrt{2h/g}$$

$$\text{Distance parcourue : } d = v \times t$$

Lors de l'impact, le centre d'inertie de la pale serait à d m de l'éolienne. Dans le cas le plus défavorable, l'extrémité de la pale toucherait donc le sol à  $d + 0,5l_{pale}$  m.

ILs résultats sont renseignés dans le tableau ci-dessous :

Modèle d'éolienne	
Modèle	N117 - Mat 91m
Hauteur totale (m)	150
Distance Projection pale	
Diamètre du rotor (m)	116,8 m
Longueur de la pale (m)	57,6 m
Vitesse de rotation max ( $v_{rot}$ )	14,1 tr/mn
vitesse d'éjection	43,09 m/s
Hauteur du mat au moyeu (m)	91,00 m
Hauteur du centre d'inertie de la pale :	120,20 m
Durée du vol : $t = \sqrt{2h/g}$	4,95 s
Distance parcourue : $d = v \times t$	213 m
Distance impact extrémité pale	242 m
vitesse de la pale lors de l'impact	
vitesse horizontale = vitesse d'éjection	43,09 m/s
vitesse verticale = $t \times g$	48,56 m/s
vitesse totale à l'impact	64,93 m/s

Ces calculs simplifiés sont plutôt maximisant puisqu'ils ne tiennent pas compte de la résistance de l'air. En outre, pour que la rotation des pales soit en direction de la conduite, il faudrait un vent perpendiculaire qui pourrait dévier la trajectoire.



### Calcul des vibrations générées en fonction de la distance :

Il existe dans la littérature plusieurs lois de propagations des vibrations pour des chutes de masse. On effectuera les calculs avec deux formules classiques et les coefficients issus de l'expérience. (M = masse de l'objet en T, D distance à la conduite en m, h hauteur).

Formule 1 :

$$V = K \left[ \frac{D}{\sqrt{E}} \right]^{-\alpha}$$

Avec  $E = 1/2Mv^2/n$  (m en T)

K,  $\alpha$  et n sont des coefficient dépendant du site. La loi classique est établie avec  $\alpha=1,8$

Pour des sols meubles, on retiendra  $n=10^{-5}$  et on fera varier K entre 6000 et 12000.

On obtient alors les résultats suivants en fonction de la distance.

distance	Vitesse vibratoire avec K=6 000	Vitesse vibratoire avec K=12 000
10 m	38 mm/s	76 mm/s
15 m	18 mm/s	37 mm/s
20 m	11 mm/s	22 mm/s
50 m	2 mm/s	4 mm/s
100 m	1 mm/s	1 mm/s

Formule 2 :

$$V = kM \left( \frac{v}{\sqrt{2g}} \right) D^{-1,5}$$

k est un coefficient dépendant du site, pris entre 2,5 et 5 pour des sols meubles

On obtient alors les résultats suivants en fonction de la distance :

distance	Vitesse vibratoire avec K=2,5	Vitesse vibratoire avec K=5
10 m	20 mm/s	40 mm/s
15 m	11 mm/s	22 mm/s
20 m	7 mm/s	14 mm/s
50 m	2 mm/s	4 mm/s
100 m	1 mm/s	1 mm/s



Pour respecter un seuil de 40 mm/s sur la conduite, en prenant le cas le plus défavorable, une distance minimale de 20 m doit donc être respecté entre le point de chute de la pale et la conduite, soit une distance minimale entre l'éolienne et la conduite de 262 m (242m + 20 m).

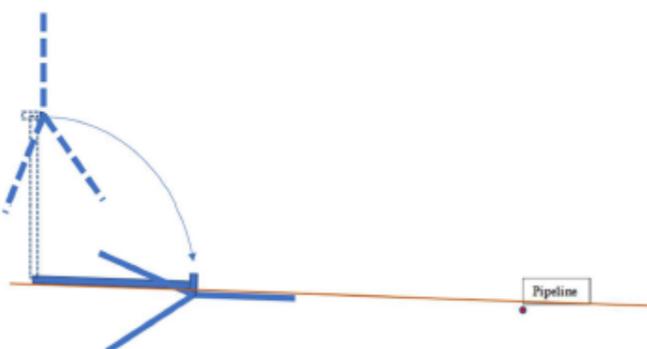
La distance de l'éolienne la plus proche à la conduite Trapil étant de 380 m environ, en cas de projection d'une pale en direction de la conduite, son extrémité toucherait le sol à plus de 100m de la conduite et les vibrations générées seraient inférieures à 1 mm/s, soit très inférieures au seuil de 40 mm/s. Il n'y a donc pas de risque pour la conduite

### Renversement de l'éolienne ou chute d'un élément

On va maintenant vérifier que les vibrations générées par le renversement d'une éolienne sont acceptables.

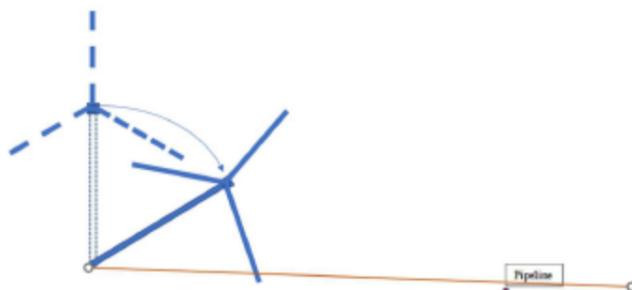
Le scénario maximisant serait le renversement de l'éolienne dans la direction de la conduite :

Renversement frontal :



L'impact principal serait au niveau de la nacelle, à 290 m (381m - 91m) de la conduite  
 En effet, si une pale venait à toucher préalablement, elle se casserait ou se déformerait, ce qui amortirait le choc.

Renversement latéral :



En cas de renversement latéral, si une pale venait à toucher le sol en premier, elle s'enfoncerait, se casserait ou se déformerait. En outre, la hauteur de chute serait bien moindre. L'énergie du choc serait donc sensiblement moindre et même si la distance à la conduite serait diminuée, les vibrations transmises seraient plus faibles.

Chute d'un élément :

La chute d'un élément (nacelle, pale, ...) au pied de l'éolienne générerait dans tous les cas des vibrations beaucoup plus faibles au niveau de la conduite (masse et donc énergie du choc inférieure, distance supérieure)

Hypothèse retenue :

Pour les calculs, on étudiera donc le scénario n°1 et on assimilera le renversement de l'éolienne à la chute d'une masse M (masse de la nacelle+rotor + 50% masse du mat) d'une hauteur de mat à 91m, soit à une distance D=290 m de la conduite. Ce scénario est maximisant car il ne tient pas compte de la résistance de l'ouvrage au basculement.

Calcul des vibrations générées :

On utilisera les mêmes formules que précédemment pour l'estimation des vibrations en modifiant l'énergie.

Formule 1 :

$$V = K \left[ \frac{D}{\sqrt{E}} \right]^{-\alpha}$$

Avec  $E = Mgh/n$  (m en T)

K,  $\alpha$  et n sont des coefficient dépendant du site. La loi classique est établie avec  $\alpha=1,8$

Pour des sols meubles, on retiendra  $n=10^{-5}$  et on fera varier K entre 6000 et 12000.

On obtient alors les résultats suivants en fonction de la distance :

distance point d'impact / conduite	Vitesse vibratoire avec K=6 000	Vitesse vibratoire avec K=12 000
25 m	38 mm/s	77 mm/s
50 m	11 mm/s	22 mm/s
100 m	3 mm/s	6 mm/s
290 m	0,5 mm/s	1 mm/s



Formule 2 :

$$V = kM\sqrt{hD}^{-1,5}$$

k est un coefficient dépendant du site, pris entre 2,5 et 5 pour des sols meubles

On obtient alors les résultats suivants en fonction de la distance :

distance point d'impact / conduite	Vitesse vibratoire avec K=2,5	Vitesse vibratoire avec K=5
25 m	49 mm/s	97 mm/s
50 m	17 mm/s	34 mm/s
100 m	6 mm/s	12 mm/s
290 m	1 mm/s	2,5 mm/s

On constate dans tous les cas que les vibrations générées par l'impact à 290 m de la conduite seraient inférieures à 3 mm/s, soit très inférieur au seuil de 40 mm/s.

### Conclusion

Quelles que soient les hypothèses retenues, on constate que les vibrations générées par la projection d'une pale, la chute d'un élément ou le renversement de l'éolienne la plus proche génèrerait des vibrations inférieures à 3mm/s au niveau de la conduite Trapil, soit très inférieures au seuil de 40 mm/s admissible.

La création du parc éolien ne présente donc pas de risques vis-à-vis de la conduite TRAPIL.

Laurent BOUSQUET

**CATM**  
 7, 7<sup>e</sup> Impasse des Mimosas  
 34 990 JUVIGNAC  
 Tél : 04.67.79.73.40  
 catm-ingenierie.fr

**ANNEXE 2 – COURRIER DE GRT GAZ DU 25 AOUT 2023**


Équipe Travaux Tiers, Urbanisme et Études de Dangers  
 Direction des Opérations - Pôle Exploitation Val de Seine  
 Immeuble Clever, 7 rue du 19 mars 1962  
 92622 Gennevilliers Cedex  
 +33 1 56 04 01 00  
[www.grtgaz.com](http://www.grtgaz.com)

Seider  
 4, LA CROIX  
 38200 CEAULMONT

Affaire suivie par : Madame MASADE Claire

VOS REF. -  
 NOS REF. P2022-008631  
 INTERLOCUTEUR Marie DUMOULIN - blg-grt-do-pvs\_ett@grtgaz.com  
 OBJET Projet de parc éolien sur les communes de Boudeville, Lindebeuf, Ouville-l'Abbaye et Vibeuf (76)

Gennevilliers, le 25 août 2023

Madame,

Nous avons bien pris note du projet de création de Parc Eolien sur le territoire des communes citées en référence.

Nous confirmons la proximité de nos ouvrages de gaz haute pression :

Canalisation	DN	PMS (bar)	Largeur des effets dominos (1) - 8 kW/m <sup>2</sup> (m)
DN200-1986-MESNIL_PANNEVILLE-SASSETOT_LE_MALGARDE	200	67.7	55

(1) Bande des effets dominos, située de part et d'autre des ouvrages, associée au phénomène dangereux de référence majorant.

Comme mentionné à l'art 10 de l'arrêté du 05/03/2014, GRTgaz a pour obligation de définir la distance minimale entre un projet et ses installations et les mesures de sécurité à prendre vis-à-vis des installations classées pour la protection de l'environnement, notamment celles susceptibles de produire des interactions en fonctionnement normal ou en cas d'accident (par exemple d'autres canalisations parallèles ou en croisement, ou des lignes électriques, ou des éoliennes).

L'une des éoliennes projetées (E3) se situe à une distance inférieure à 2 fois sa hauteur (tour + pâle) de notre réseau. Nous avons donc réalisé une étude de compatibilité prenant en compte les caractéristiques ci-dessous.

Caractéristiques de l'éolienne:  
 Distance minimale de la canalisation ..... 205 m  
 Hauteur de la tour ..... 91 m  
 Longueur des pales ..... 80 m  
 Masse supérieure (nacelle + rotor) ..... 194,78 t  
 Masse du mat supportant la charge ..... 191 t



**Cette distance étant compatible avec nos préconisations, nous n'avons pas d'observation à émettre sur le projet d'implantation des éoliennes.** Si la structure est définitive, il sera nécessaire de nous communiquer la production d'une étude de sécurité montrant que la probabilité de la chute de la grue est inférieure à 10-6 événements par an.

En cas de maintien de votre projet en l'état, il appartiendra à la DREAL (DRIEE) de se positionner lors de l'instruction du dossier ICPE.

**Par ailleurs, les aspects électriques HTA devant être analysés à moins de 500 m de notre ouvrage, nous souhaitons également avoir le plan définitif des différentes liaisons électriques, l'implantation du/des poste(s) ainsi que les mises à la terre afin d'étudier les possibles interactions avec notre protection cathodique protégeant nos canalisations et définir ainsi les mesures correctives si nécessaires.**

Il conviendra que les aménagements et constructions connexes (voiries incluses) respectent les recommandations techniques jointes en annexe au courrier et fassent l'objet d'une concertation avec nos services afin d'éviter toute atteinte à nos ouvrages.

Conformément à l'article R.554-26 du Code de l'Environnement, tout projet doit faire l'objet d'une consultation sur le guichet unique, lorsque le nom de GRTgaz est indiqué en réponse à la consultation du Guichet Unique des réseaux, **les travaux ne peuvent être entrepris tant que GRTgaz n'a pas répondu à la DICT.**

Vous trouverez également en pièce-jointe un plan approximatif de nos ouvrages. En cas de nécessité, notre interlocuteur technique du secteur de CAUX-PORTE-OCEANE (0667491714), peut effectuer à titre gracieux, à la demande du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre, le repérage de notre canalisation sur le terrain et la matérialisation de la bande de servitude.

Nous restons à votre disposition pour tout renseignement complémentaire et vous prions d'agréer, Madame, l'expression de notre considération distinguée.

Marie DUMOULIN  
 Technicienne Travaux Tiers et Urbanisme

### ANNEXE 3 – METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées dans chacune des zones d'effet des phénomènes dangereux identifiés.

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (partie III.4), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

D'autre part, cette méthode permet ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques (partie VIII).

#### TERRAINS NON BATIS

Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.

#### VOIES DE CIRCULATION

Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes. En effet, les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicule/jour) sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

##### Voies de circulation automobiles

Dans le cas général, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Exemple : 20 000 véhicules/jour sur une zone de 500 m =  $0,4 \times 0,5 \times 20\,000/100 = 40$  personnes.

Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic											
		Linéaire de route compris dans la zone d'effet (en m)									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Trafic (en véhicules/jour)	2 000	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8
	3 000	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
	4 000	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16
	5 000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	7 500	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	10 000	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
	20 000	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
	30 000	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
	40 000	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
	50 000	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	60 000	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
	70 000	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
80 000	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320	
90 000	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	
100 000	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	

#### Voies ferroviaires

Train de voyageurs : compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie.

#### Voies navigables

Compter 0,1 personne permanente par kilomètre exposé et par péniche/jour.

#### Chemins et voies piétonnes

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Pour les chemins de promenade, de randonnée : compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

#### LOGEMENTS

Pour les logements : compter la moyenne INSEE par logement (par défaut : 2,5 personnes), sauf si les données locales indiquent un autre chiffre.

### ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du code de la construction et de l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès (cf. paragraphe sur les voies de circulation automobile).

Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante :

- compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ;
- compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste.

Les chiffres précédents peuvent être remplacés par des chiffres issus du retour d'expérience local pour peu qu'ils restent représentatifs du maximum de personnes présentes et que la source du chiffre soit soigneusement justifiée.

Une distance d'éloignement de 500 m aux habitations est imposée par la loi. La présence d'habitations ou d'ERP ne se rencontreront peu en pratique.

### ZONES D'ACTIVITE

Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public) : prendre le nombre de salariés (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.

**ANNEXE 4 : TABLEAU DES ACCIDENTS SURVENUS EN FRANCE**

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	VESTAS V39	0,5	1993	N	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	TURBOWINDS T400-34	0,4	1997	N	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle - Sigean	Aude	GAMESA G47	0,66	2000	O	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20 kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Non utilisable
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	GAMESA G52/850	0,85	2002	O	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	LAGERWEY LW750-52	0,75	2002	N	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	WINDMASTER 300 kW	0,3	1996	N	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micro-pieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2001	N	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Nota : cet incident s'est produit 2 fois à 15 jours d'intervalle)
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2001	N	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Nota : cet incident s'est produit 2 fois à 15 jours d'intervalle)
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	JEUMONT J48/750	0,75	2003	N	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Rupture de pale	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	JEUMONT J48/750	0,75	2004	N	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	ATTENTION : projection de pale + incendie !
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	TURBOWINDS T400-34	0,4	1997	N	Bris de pale		Site Vent de Colère	
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2004	N	Chute d'une pale de 20m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	GAMESA G47	0,66	2001	O	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	LAGERWEY LW80-18	0,08	1993	N	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137 Km/h)	Article de presse (La Voix du Nord)	
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	GE 1.5sl	1,5	2005	O	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Non utilisable (incident pendant un chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Marne	VESTAS V47/660	0,66	2005	N	Rupture d'un morceau de pale de 4m et éjection à plus de 200m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED	Défaut de fabrication. Attention, les bouts de pales ne sont pas partis à plus de 80 m de la turbine
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	SIEMENS SWT 1.3	1,3	2007	N	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2002	N	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable d'un point de vue statistique (événement unique, sans répercussion sur les tiers)
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	ENERCON E66/2000	2	2004	O	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Non utilisable
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	GAMESA G90	2	2007	O	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse Française d'Eoliennes - Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	GAMESA	2	2006	O	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	GAMESA G90	2	2007	O	Chute de pale		Communiqué de presse Française d'Eoliennes Article de presse (l'Est Républicain)	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	NEG-MICON NM92	2,75	2004	O	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Non utilisable
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	NORDEX N90	2,3	2009	O	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable pour les projections ou les chutes (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	GAMESA G80/2000	2	2006	O	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Site FED	
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	VESTAS V80/2000	2	2005	O	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	Problème sur armoire électrique
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	Bonus B23 / SIEMENS	0,3	1993	N	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Non utilisable
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	Vestas V25	0,2	1991	N	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	JEUMONT J48/750	0,75	2004	N	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tpm	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	ENERCON E70	2,3	2010	O	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER	Non utilisable
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Non utilisable
Rupture de pale	14/12/2011			NORDEX N80	2,5	2003	O	Pale endommagée par la foudre. Fragments de pales retrouvés par l'exploitant à une distance n'excédant pas 300 m	Foudre	Constructeur - Mainteneur	Distance évaluée par l'exploitant qui a collecté les fragments. A mesurer plus précisément sur site.
Incendie	03/01/2012			NORDEX N90	2,3	2006	O	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : La porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a tenté d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Constructeur - Mainteneur	Le feu ne s'est pas propagé dans l'éolienne (les pneus introduits dans l'éolienne n'ont pas brûlé)
Rupture de pale	04/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	JEUMONT J48/750	0,75	2000	N	Bris d'une pale, dont des fragments ont pu être projetés jusqu'à 200 m environ.	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant Base de données ARIA	-
Chute d'une pale d'éolienne	11/04/2012	Sigean	Aude	VESTAS V47	0.66	1991	N	Bris d'une pale, dont un fragment a été projeté à 20 m environ.	Impact de foudre	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Chute d'une pale d'éolienne	18/05/2012	Fresnay-L'Evêque	Eure-et-Loir	REPOWER MM92	2	2008	O	Chute de pale au pied de l'éolienne	Corrosion dans les trous d'alésages, qui proviendrait des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement.	Base de données ARIA	-
Chute d'une éolienne	30/05/2012	Port la Nouvelle	Aude	-	0.2	1991	N	Chute d'une éolienne	Rafales de vent à 130 km/h	Base de données ARIA	-
Chute d'un élément d'une pale d'éolienne	01/11/2012	Vieillespesse	Cantal	NORDEX N90	2.5	2011	O	Un élément de 400g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât	-	Base de données ARIA	-
Incendie	05/11/2012	Sigean	Aude	VESTAS V47	0.66	1991	N	Un feu se déclare sur une éolienne. Des projections incandescentes enflamment 80 m2 de garrigue environnante. Une pale chute.	Un feu s'est déclaré dans l'armoire électrique en pied d'éolienne. Un dysfonctionnement de disjoncteur a entraîné la propagation de courants de court-circuit.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	GAMESA G58	0.85	2008	O	A la suite d'un défaut de vibration, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Le lendemain, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des trois pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât.	Défaut de vibration.	Base de données ARIA	-
Incendie	17/03/2013	Euvy	La Marne	GE Energy GE 100	2,5	2011	O	Un feu s'est déclaré dans la nacelle d'une éolienne. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. 450 l d'huile s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols.	Au moment du départ du feu, le vent soufflait à 11m/s. La puissance de l'éolienne était proche de sa puissance nominale. La gendarmerie évoque une défaillance électrique.	Base de données ARIA	-
Pale et réseau électrique endommagé	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche	ENERCON E44/900	0,9	2009		Un impact de foudre endommage une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées.	Impact de foudre (impact enregistré le plus proche de l'éolienne au moment de l'orage est donné avec une intensité de 94 kA)	Base de données ARIA	-
Projection d'un équipement	01/07/2013	Cambon-et-Salvergues	Hérault	ENERCON E70	1,3	2006	O	Alors qu'il vient de faire l'appoint en gaz d'un cylindre sous pression faisant partie du dispositif d'arrêt d'urgence des pales d'une éolienne, un technicien de maintenance démonte l'embout d'alimentation vissable. L'ensemble démonté est projeté au visage de l'opérateur et lui brise le nez et plusieurs dents. Le jet de gaz affecte ses voies respiratoires.	Afin d'éviter de tels accidents, la visserie de la vanne présentait une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace liée à la détente du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total.	Base de données ARIA	-
Maintenance	03/08/2013	Moréac	Morbihan	GAMESA G90/2000	2,0	2010	O	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique.	-	Base de données ARIA	-
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	NORDEX N100/2500	2,5	2013	O	Un feu se déclare au niveau de la partie moteur d'une éolienne.	Incident électrique ?	Base de données ARIA	-
Chute de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	GAMESA G47/660	0,66	2000	N	Chute d'une pale de 20 m au pied du mât d'une éolienne	Lors de l'accident le vent soufflait entre 18 m/s et 22 m/s. Des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée « alu ring », située à la base de la pale.	Base de données ARIA	-
Chute de pale	14/11/2014	St-Cirgues-en-Montagne	Ardèche	SENVION MM8/2050	2,05	2011	O	Chute de pale au pied de l'éolienne lors d'un orage et de vents violent. Des débris sont projetés à 150 m	Lors de l'accident, des rafales de vent atteignaient les 130 km/h.	Base de données ARIA	-
Chute d'un morceau de pale	05/12/2014	Fitou	Aude	NORDEX N60/1300	1,3	2006	O	Chute d'une partie de l'aérofrein à 80 m du mât de l'éolienne	Défaillance matérielle ou décollage sur les plaques en fibre de verre	Base de données ARIA	-
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	SIEMENS SWT-2-3-101/2300	2,3	2015	O	A 6h25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée.	Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie.	Base de données ARIA	-

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie	06/02/2015	Lusseray	Deux-Sèvres	ENERCON E82/2000	2,0	2011	O	Vers 15h30, un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations.	-	Base de données ARIA	-
Incendie	24/08/2015	Santilly	Eure-et-Loir	NORDEX N90/2300	2,3	2005	O	Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur	Origine accidentelle	Base de données ARIA	-
Chute des pales et du rotor d'une éolienne	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	REPOWER MD 77	1,5	2007	O	Vers 22h30, les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé.	Défaillance de l'arbre lent qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice	Base de données ARIA	-
Chute de pale	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude	ENERCON E70-2300	9,2	2014	O	L'aérofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol.	Les premières investigations indiqueraient qu'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aérofrein. Du fait des fortes charges présentes sur le rotor, l'axe en carbone qui maintient l'aérofrein à la pale et/ou le point d'ancrage de cet axe, se serait alors rompu.	Chute de pale	07/02/2016
Chute de pale	08/02/2016	Dinéault	Finistère	WINDMASTER WM28/300	1,2	2002	N	Lors d'une tempête, des vents à 160 km/h endommagent une éolienne : une pale chute au sol, une autre se déchire	Tempête (vents de 160 km/h)	Chute de pale	08/02/2016
Chute de pale	07/03/2016	La Lande du Vieux Pavé	Côtes-d'Armor	GAMESA G58/850	0,85	2009	N	Vers 18 h, une des pales d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. La turbine s'arrête automatiquement. L'exploitant est alerté par un agriculteur. Le mât est endommagé dans sa partie haute, causé par un choc avec la pale, sans présenter de risque de chute. Il balise la zone pour prévenir des chutes possibles d'éléments du rotor. 8 autres turbines du parc sont mises à l'arrêt. Les 2 dernières, ayant fait l'objet d'une révision intégrale récente, sont maintenues en fonctionnement.	L'inspection des éléments mécaniques au sol et du rotor permet d'envisager une défaillance du système d'orientation de la pale. Celle-ci aurait entraîné la rupture de la couronne extérieure du roulement à bille puis la libération de la couronne intérieure solidaire de la pale.	Base de données ARIA	
Fuite d'huile	28/05/2016	Janville	Eure-et-Loir	NORDEX N90/2300	2,3	2005	N	À 15h15, un employé constate un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne. Il arrête celle-ci et contacte l'équipe de maintenance. Arrivés à 17 h, les agents mettent en place des absorbants. L'écoulement d'huile est récupéré avant d'avoir atteint le sol. L'installation est réparée 2 jours plus tard. L'exploitant engage une campagne de remplacement des raccords identiques du parc.	La défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de l'éolienne est à l'origine de la fuite.	Base de données ARIA	
Incendie	10/08/2016	Hescamps	Somme	WINWIND WWD-1-64	1,0	2008	N	Vers 15 h, un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor. Un technicien maîtrise l'incendie avant l'arrivée des pompiers. Il redescend seul les 70 m de l'échelle intérieure de l'éolienne. Il est légèrement intoxiqué par les fumées. Les pompiers contrôlent l'extinction complète et procèdent à la ventilation.	Une défaillance électrique serait à l'origine du départ de feu.	Base de données ARIA	
Incendie	18/08/2016	Dargies	Oise	ENERCON E82/2000	2,0	2014	O	Un technicien de maintenance d'un parc éolien constate vers 9 h qu'une éolienne ne tourne plus. Il découvre que de la fumée s'échappe de la tête de l'éolienne, à 80 m de haut.	Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie. L'armoire électrique ou le pupitre de commande en serait le point de départ.	Base de données ARIA	
Maintenance	14/09/2016	Plaine Auboise	Aube	SIEMENS SWT-2.3-93	2,3	2009	N	Un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne.	-	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Fissure sur une pale d'éolienne	11/01/2017	Le Quesnoy	Nord	Senvion MM92/2050	2,05	2010	-	Une fissure est constatée sur une pale d'une éolienne. L'exploitant arrête l'installation. L'expertise de la pale conclut que le dommage est suffisamment réduit pour être réparable. Il n'est donc pas nécessaire de procéder à son remplacement. L'exploitant envisage d'effectuer cette réparation au printemps, lorsque les conditions météorologiques permettront d'intervenir sans la déposer. Selon l'exploitant, le défaut ne présente pas de caractère générique.	-	Base de données ARIA	
Rupture des pales	12/01/2017	Tuchan	Aude	N43/600	0,6	2001	-	Vers 4 h, au cours d'un épisode de vents violents, les 3 pales d'une éolienne chutent au sol. L'exploitant collecte les morceaux de fibre de carbone répartis autour du mat de 40 m de l'éolienne. Des impacts sur le mat sont visibles. Il met en place des barrières et un gardiennage pour en sécuriser l'accès.	Après expertise, l'exploitant conclut que la cause la plus probable de la casse de l'arbre lent est un endommagement du roulement avant sur lequel l'arbre est posé. Cette défaillance aurait induit une contrainte importante en flexion sur la partie arrière, à l'entrée dans le multiplicateur, provoquant sa rupture. Aucune faiblesse n'est identifiée dans la structure de la matière de l'arbre. Les contrôles réalisés sur les autres installations de son parc ne détectent pas d'anomalie	Base de données ARIA	
Chute de pale	18/01/2017	Nurlu	Somme	Gamesa G90/2000	2,0	2010	-	Un particulier constate qu'une pale d'éolienne est tombée au sol et s'est brisée en plusieurs morceaux. Il informe l'exploitant qui arrête toutes les machines du parc en activité. Arrivés sur site à 11h30, des agents demandent la mise en sécurité de l'éolienne et mettent en place un périmètre de sécurité autour de la zone.	Selon la presse, la tempête survenue quelques jours auparavant pourrait être à l'origine de la chute.	Base de données ARIA	
Rupture d'une pale d'éolienne	27/02/2017	Le Grand Linault	Les Deux-Sèvres	Gamesa G90/2000	2,0	2011	-	Vers 22 h, le système d'exploitation d'un parc éolien émet des alarmes portant sur l'éolienne n°4 : mise à l'arrêt de l'éolienne et incohérence entre les vitesses de rotation du rotor et de l'arbre de la génératrice électrique. Le lendemain matin, l'exploitant constate sur place que les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m, se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m. L'exploitant place les 4 éoliennes du parc en position de sécurité et initie des expertises. Il collecte les débris et sécurise le site.	L'expertise du fabricant conclut à un défaut de fabrication. Par erreur, les couches de tissu du bord d'attaque ont été coupées, manuellement, niveau de la ligne de jonction des 2 coques lors des opérations de ponçage des excès de colle après démoulage de la pale. Dans cette zone, les coques n'étaient maintenues entre elles que par le mastic et la peinture de finition.	Base de données ARIA	
Rupture de pale	27/02/2017	Belrain	Meuse	Gamesa G90/2000	2,0	2011	-	Lors d'un orage, la pointe d'une pale d'éolienne se rompt. L'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne. L'ensemble du parc éolien, qui compte 4 éoliennes de 2 MW et 80 m de haut, est mis à l'arrêt. Les débris sont ramassés et traités par une société spécialisée, pour expertise.	Le fabricant de l'éolienne réalise l'expertise de la pale. Ses vérifications lui permettent d'exclure un défaut de fabrication et de confirmer le respect des spécifications. L'hypothèse d'un impact de foudre est également écartée : aucune trace d'impact n'est retrouvée. Une rafale de vent extrême ayant été mesurée dans les secondes précédant la rupture, cette origine est privilégiée pour expliquer la casse de la pale. Le contrôle de 2 autres éoliennes du parc ne révèle pas de défaut.	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie	06/06/2017	Le parc du Moulin d'Emanville	Sarthe	VESTAS V112	3,0	2014	-	Vers 18 h, un feu se déclare dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant met en sécurité les 17 machines du parc éolien. Les secours coupent la circulation sur la N154. L'incendie s'éteint seul, à la fin de la combustion de la nacelle, vers 19h30. La nacelle et le rotor sont totalement calcinés. Une partie des pales ainsi que le haut du mât ont été touchés par l'incendie. Des éléments sont tombés au sol. L'exploitant met en place un gardiennage.	En première hypothèse, l'exploitant indique qu'un défaut des condensateurs du boîtier électrique, situé dans la nacelle, pourrait être à l'origine du sinistre. Il exclut la piste d'un impact de foudre.	Base de données ARIA	
Chute de pale	08/06/2017	Parc éolien d'Aussac-Vadalle	Charente	GAMESA G90/2000	2,0	2010		Durant la nuit lors d'un orage, une partie d'une pale d'une éolienne chute au sol. Le lendemain matin, l'exploitant arrête les 4 éoliennes de son parc. Il collecte les débris tombés dans une zone de 50 à 100 m du mât et met en place un balisage. Il avertit l'exploitant agricole propriétaire du champ où est installée l'éolienne.	L'expertise réalisée par le fabricant de la pale conclut qu'un impact de foudre est à l'origine de sa rupture. Survenu à 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuit, puis une déchirure du fragment. Le dispositif de protection contre la foudre ne montre pas de défaut.	Base de données ARIA	
Chute de pale	24/06/2017	Tambours	Pas-de-Calais	ECOTECNIA 80 1.6	1,6	2007		Vers 23h30, une pale d'une éolienne se brise au niveau de sa jonction avec le rotor dans un parc éolien. La pale chute à la verticale, au pied du mât. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m. L'exploitant arrête l'installation ainsi que les 4 autres aérogénérateurs du site, du même modèle. Il met en place un périmètre de sécurité et condamne l'accès au site.	-	Base de données ARIA	
Chute d'un aérofrein	17/07/2017	Parc éolien du Cap Fagnet	Seine-Maritime	NEG MICON NM52/900	0,9	2006		Vers 23h30, un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne dans un parc éolien. Le lendemain matin, un agent de maintenance découvre l'équipement au pied du mât de 49 m. La clôture du site est endommagée. L'éolienne est arrêtée. Un arrêt pour maintenance étant programmé 6 jours après, les autres aérogénérateurs du site sont maintenus en fonctionnement. Durant cet arrêt, les mécanismes d'aérofreins et les pales de toutes les machines sont inspectées. L'aérofrein défectueux est remplacé. L'installation redémarre le 16/08/17.	L'exploitant conclut que le desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en serait à l'origine. Il étudie l'opportunité d'augmenter la fréquence d'inspection des mécanismes de fixation des aérofreins ou leur modification, notamment pour fiabiliser l'action de la vis anti-rotation.	Base de données ARIA	
Fuite d'huile	24/07/2017	Mauron	Morbihan	GAMEASA G90/2000	2,0	2008		Une fuite d'huile est détectée vers 17 h sur une éolienne. La rupture d'un flexible du circuit hydraulique de l'aérogénérateur en est à l'origine. Le rejet, estimé à 5 l, s'est écoulé le long du mât et quelques gouttes sont tombées au sol. L'éolienne est arrêtée et des absorbants sont disposés au sol. Le flexible est remplacé. L'éolienne redémarre le lendemain. Seule une zone de pollution de 2 m <sup>2</sup> sur 10 cm de profondeur est identifiée au pied du mât. Une société de traitement évacue ces graviers impactés	La vétusté du flexible serait à l'origine de la fuite	Base de données ARIA	
Rupture de pale	05/08/2017	L'Osière	Aisne	REPOWER MM100 SIEMENS SWT-2,3-108 VESTAS V110	2,3	2009		Vers 3 h une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol. Les débris sont retrouvés par l'exploitant au pied du mât le matin. Il en sécurise l'accès et fait surveiller la zone. L'inspection des installations classées demande la mise à l'arrêt de tous les aérogénérateurs du parc dans l'attente de la compréhension de l'événement.	-	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Chute d'un carénage	08/11/2017	Roman-Blandey	Eure	VESTAS V90/2000	2,0	2010		En fin d'après-midi, le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne tombe au sol dans un parc éolien. Cette pièce, en matériaux composites, mesure 2 m de diamètre et pèse plusieurs dizaines de kg. Elle supporte une armoire électrique. Les agents de maintenance, avertis par une alarme "arrêt automatique turbine" à 17h30, se rendent sur place le lendemain matin. Ils sécurisent l'accès à la zone et préviennent l'exploitant agricole de la parcelle. L'ensemble du parc éolien est mis à l'arrêt.	L'exploitant conclut que la chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages. La procédure n'aurait pas été respectée lors du montage des turbines. La tête de chaque boulon doit reposer sur 2 rondelles (l'une en vinyle, l'autre métallique) permettant de répartir les efforts. Il s'avère que les rondelles métalliques étaient absentes. Les contraintes étaient donc mal réparties et la fibre de verre s'est arrachée autour des rondelles vinyles.	Base de données ARIA	
Chute d'une éolienne	01/01/2018	Bouin	Vendée	NORDEX N80/2400	2,4	2003		En début de matinée lors d'une tempête, le mât d'une éolienne de 80 m de haut se brise en 2. Les 75 m supérieurs de l'éolienne chutent au sol. Des débris s'éparpillent sur une surface assez importante. Le rotor est enfoncé dans le sol. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. Les 2 autres éoliennes du parc sont arrêtées.	Selon les premiers éléments de l'exploitant, une défaillance dans le dispositif de mise en sécurité des pales de l'aérogénérateur pourrait avoir conduit à l'événement	Base de données ARIA	
Chute d'une pale	04/01/2018	Rampont	Meuse	GAMESA G90/2000	2,0	2008		Dans un parc éolien, l'extrémité d'une pale d'une éolienne de 2 MW se rompt, lors d'un épisode venteux. Un morceau de 20 m chute au sol. L'exploitant sécurise la zone. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m	-	Base de données ARIA	
Chute d'un aérofrein	06/02/2018	Conilhac-Corbières	Aude	ENERCON	2,3	2014		Vers 11h30, l'aérofrein d'une pale d'éolienne chute au sol dans un parc éolien. L'équipe technique présente sur site arrête l'aérogénérateur. La zone est sécurisée, les débris ramassés.	À la suite d'un défaut sur l'électronique de puissance, l'éolienne est passée en arrêt automatique par sollicitation du freinage aérodynamique. Lors de l'ouverture de l'aérofrein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute.	Base de données ARIA	
Chute de pale	04/07/2018	Port-la-Nouvelle	Aude	VESTAS V39	2,0 MW	1993		Vers 18 h, une avarie est constatée sur 2 des pales d'une éolienne : leurs extrémités se sont disloquées. Des éléments ont été projetés à 150 m du mât après s'être décrochées. L'exploitant met en place un périmètre de sécurité. L'aérogénérateur est mis en position de sécurité.	-	Base de données ARIA	
Incendie	28/09/2018	Sauveterre	Tarn	VESTAS V80/2000	2,0 MW	2009		Vers 2h, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne dans un parc éolien. Un riverain donne l'alerte. L'exploitant arrête les 4 aérogénérateurs du site. Les pompiers interviennent. Ils rencontrent des difficultés d'accès à la zone sinistrée. Des éléments enflammés chutent au sol. Le feu se propage à la végétation voisine. Les pompiers maîtrisent le sinistre à 6h30. Ils maintiennent une surveillance en raison des risques de reprise de feu. L'exploitant met en place un balisage et un gardiennage de la zone.	La présence de 2 foyers et de traces d'effraction sur la porte d'accès les amène à conclure à un acte de malveillance.	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Fuite d'huile	17/10/2018	Le Quint	Somme	GAMESA G97/2000	2,0 MW	2017		Vers midi, un technicien de maintenance détecte une fuite d'huile hydraulique depuis la nacelle d'une éolienne. L'aérogénérateur est arrêté. Environ 150 l d'huiles sont récupérés. L'exploitant du parc éolien estime que 50 l ont été perdus. Sous l'effet du vent, la zone impactée au pied de l'éolienne est d'environ 2 000 m <sup>2</sup> . Une partie des cultures est perdue. Les terres polluées sont décapées sur une dizaine de cm. Elles sont stockées sur une bâche étanche, avant leur retraitement. De la terre végétale est mise en œuvre pour permettre la reprise de l'activité agricole. Un contrôle des prochaines récoltes est planifié.	La mauvaise réalisation d'une activité de maintenance annuelle préventive, la veille de l'événement, en est à l'origine. Selon le prestataire en charge de l'opération, un premier technicien n'a pas suffisamment serré le nouveau filtre hydraulique qu'il venait de mettre en place sur le circuit du multiplicateur de vitesse.	Base de données ARIA	
Effondrement d'une éolienne	06/11/2018	Guigneville	Loiret	Ecotecnia 100	3,0 MW	2010		Vers 6 h, une éolienne, d'une hauteur en bout de pale de 140 m, s'effondre dans un parc éolien composé de 2 aérogénérateurs (3 MW). Des riverains donnent l'alerte. L'exploitant arrête les autres éoliennes de même type, dans 5 parcs éoliens. Un balisage et une surveillance sont mis en place.	L'expertise conclut qu'une survitesse de rotation des pales de l'éolienne a conduit à une surcharge de contraintes sur la structure, provoquant son effondrement.	Base de données ARIA	
Chute de 3 aérofrees	18/11/2018	Conilhac-Corbières	Aude	ENERCON	2,3	2014		Les 3 aérofrees en extrémité des pales d'une éolienne chutent au sol, au pied du mât. L'équipe technique constate l'incident en se rendant sur site le lendemain en raison de l'arrêt de l'aérogénérateur. L'installation est mise en sécurité. Les débris, contenus dans un rayon de 150 m au pied du mât, sont ramassés et stockés avant traitement et recyclage en filaire agréée.		Base de données ARIA	
Incendie sur une éolienne	03/01/2019	La Limouzinière	Loire-Atlantique	SENVION MM92	2,05 MW	2010		Vers minuit, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne de 78 m de haut. Des riverains donnent l'alerte. L'exploitant arrête les 4 autres éoliennes du parc à 2h05. De nombreux débris enflammés tombent au sol. Un feu se déclare au pied de l'aérogénérateur. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité de 150 m. Ils quittent le site à l'arrivée des équipes de l'exploitant vers 3h30. Celles-ci mettent en place un kit anti-pollution, des coulures d'huile étant visibles le long du mât. La nacelle de l'éolienne est détruite ainsi que la base des 3 pales.	Avarie sur la génératrice de l'éolienne semble à l'origine de l'incendie. Celle-ci avait été bridée à 50 % de sa puissance depuis une quinzaine de jours à la suite de la détection d'une usure de roulement par le système de surveillance vibratoire. Une intervention de maintenance, effectuée le 28/12, avait mis fin à ces vibrations caractéristiques d'un défaut de roulement. Cependant, des signes de délignage avaient fait leur apparition.	Base de données ARIA	
Chute d'une pale d'éolienne	17/01/2019	BAMBIDERSTROFF	Moselle	GAMESA G80	2,0 MW	2007		Vers 15 h dans un parc éolien, une pale d'éolienne se rompt. 2 morceaux chutent au sol, l'un de 5 m (coque) et l'autre de 28 m (fibre de verre). Ce dernier est projeté à 100 m de l'éolienne. L'exploitant arrête les 5 autres aérogénérateurs du parc à 15h17. Il met en place un périmètre de sécurité et ramasse la totalité des débris.	Selon les premiers éléments d'analyse, un défaut d'adhérence (manque de matière) entre la coque en fibre de verre et le cœur de la pale serait à l'origine de cette rupture.	Base de données ARIA	
Incendies criminels	20/01/2019	ROUSSAS	Drôme	VESTAS V66	1,75 MW	2006		Dans la nuit, un feu se déclare sur 2 éoliennes d'un parc composé de 12 aérogénérateurs. Les éoliennes sont lourdement endommagées.	D'après la presse, il s'agit d'un acte criminel. Un accident similaire était survenu en juin 2018, dans un parc éolien proche appartenant au même exploitant	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Rupture du mât d'une éolienne	23/01/2019	BOUTAVENT	Oise	WINWIND WWD-1-64	1,0 MW	2011		Vers 14h40, le mât de 66 m d'une éolienne se plie en 2 en son milieu. Des débris sont projetés dans un rayon de 300 m. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité de 500 m. Une coupure de courant impacte vers 13h30 le parc éolien, comptant 2 aérogénérateurs. Les pales de l'éolienne accidentée ne se sont pas mises en drapeau et sont restées en position de production, alors que le générateur était à l'arrêt. La machine est entrée en survitesse jusqu'à la dislocation d'une pale. Le balourd résultant aurait conduit au pliage du mât. Le fabricant met les 21 autres éoliennes du même modèle à l'arrêt.	Selon l'exploitant, l'absence de passage en position de sécurité des pales est dû à une chute de tension au niveau des batteries pilotant la rotation des pales en cas de coupure de l'alimentation électrique. Il effectue des tests sur toutes les batteries des éoliennes du même constructeur et effectue les remplacements nécessaires. Il modifie également son plan de maintenance : tous les 2 ans, une des 3 pales sera équipée de batteries neuves. Il fixe l'âge maximal d'une batterie en exploitation à 6 ans.	Base de données ARIA	
Chute d'une pale d'éolienne	30/01/2019	ROQUETAILLADE	Aube	GAMESA G47	5,28 MW	2001		Vers 13 h, une pale d'une éolienne se rompt et chute au sol. Un périmètre de sécurité est mis en place autour de l'éolienne. L'exploitant arrête les 27 autres aérogénérateurs du parc. Un arrêté préfectoral d'urgence soumet leur redémarrage à l'accord de l'inspection des installations classées.	Certaines des vis retrouvées au sol présentent des ruptures franches, des éléments distinctifs de fatigue et des traces de corrosion. Cette corrosion pourrait avoir été engendrée par une précharge insuffisante lors du serrage	Base de données ARIA	
Fissurations sur des roulements de pales d'éoliennes	12/02/2019	AUTECHAUX	Doubs	GE Energy	2,75 MW	2016	-	A la suite d'une fissuration constatée sur une bague extérieure de roulement de pale d'une éolienne d'un parc éolien de même technologie hors de France, l'exploitant réalise des inspections de cette pièce sur 3 de ses parcs éoliens comprenant 43 éoliennes. Ces contrôles mettent en évidence 6 fissurations sur des roulements de pale, positionnés entre la base de la pale et le moyeu. Les 6 fissures sont précisément localisées au niveau des goupilles coniques et trous de remplissage du roulement utilisés lors de l'assemblage des billes de roulement pendant la fabrication de la pièce.	L'origine des fissurations serait un défaut d'alésage qui, sous contrainte, conduirait à une fissuration par fatigue de la bague au niveau d'une zone d'amorçage propice constituée par les trous d'introduction des billes dans les roulements.	Base de données ARIA	
Eolienne touchée par la foudre	02/04/2019	EQUANCOURT	Somme	Inconnu	-	-	-	Dans l'après-midi, lors d'un épisode orageux, la foudre touche une des 12 éoliennes d'un parc éolien. Après constat sur place, l'éolienne est arrêtée à distance à 18h30. Un expert de la société de fabrication et maintenance de l'éolienne inspecte l'équipement et la pale endommagée. Il estime qu'il n'y a pas de risque d'aggravation des dégâts ni de chute de composants tant que l'éolienne reste à l'arrêt avec les pales mises en drapeau. Une autre inspection les jours suivants permet de confirmer qu'aucune autre des éoliennes n'a été touchée par la foudre. La pale est déposée pour la réparer.	Foudre	Base de données ARIA	
Électrisation lors de la maintenance d'une éolienne	15/04/2019	CHAILLY-SUR-ARMANCON	Côte-d'Or	Inconnu	-	-	-	Vers 12h15, un sous-traitant est électrisé par un courant de 20 000 V dans une éolienne. Les pompiers interviennent sur les lieux. Un technicien effectue des reconnaissances au sommet de l'éolienne afin de vérifier si celle-ci est endommagée. L'éolienne est sécurisée par le personnel de maintenance. La victime est légèrement blessée.	Electrisation	Base de données ARIA	
Incendie sur une éolienne	18/06/2019	QUESNOY-SUR-AIRAINES	Somme	Inconnu	-	-	-	Vers 17 h, un feu se déclare sur une éolienne située dans un parc éolien qui en compte 5. Les équipes de maintenance du site maîtrisent l'incendie. Les pompiers alertés par le parc éolien réalisent des contrôles thermiques pour confirmer l'extinction.	D'après la presse, un court-circuit sur un condensateur est à l'origine du sinistre.	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Feu de moteur d'éolienne	25/06/2019	AMBON	Morbihan	Ecotecnia 80	1,67 MW	2008	-	Vers 15h45, lors d'une opération de maintenance au niveau du système d'orientation des pales d'une éolienne, un feu se déclare au niveau de la nacelle de cette éolienne dans un parc mis en service en 2008 comportant 6 machines de 120 m pour une puissance totale de 10,02 MW. Voyant des étincelles, les techniciens alertent les secours. Un périmètre de sécurité de 500 m est mis en place. Le parc est mis à l'arrêt. Des éléments structurels de l'éolienne chutent au sol. L'incendie est maîtrisé vers 18h50.	Des fuites d'huile avaient été constatées en 2015 et 2018 sans avoir été nettoyées.	Base de données ARIA	
Chute d'un bout de pale d'une éolienne	27/06/2019	CHARLY-SUR-MARNE	Aisne	Gamesa G90	2,0 MW	2009	-	Vers 9 h, deux techniciens intervenant sur une éolienne pour maintenance constatent qu'une pale d'une autre éolienne présente un angle anormal. Ils demandent au centre de maintenance l'arrêt à distance de cette éolienne. Vers 9h30, lors de la mise à l'arrêt, le bout de la pale abîmée est projeté en 2 morceaux, l'un à 15 m de l'éolienne, l'autre à 100 m dans l'enceinte du parc éolien. Chaque morceau correspond à une face de la pale. À la demande des techniciens, l'éolienne est arrêtée à distance.	Inconnue En septembre 2016, les pales de l'éolienne avaient été inspectées. Des reprises de peinture et la réparation d'une fissure avaient été réalisées. Ces défauts avaient été classés comme mineurs. En octobre 2018, une inspection visuelle n'avait révélé aucun défaut.	Base de données ARIA	
Chute du capot de la nacelle d'une éolienne	28/11/2019	HANGEST-EN-SANTERRE	Somme	-	-	-	-	Dans un parc éolien, le capot se situant à l'extrémité de la nacelle d'une éolienne se décroche et tombe au sol. L'éolienne concernée ainsi que l'ensemble du parc sont mis à l'arrêt.	Inconnue	Base de données ARIA	
Perte de contrôle d'une éolienne lors d'une mise en service	06/12/2019	AVELANGES	Côte-d'Or	-	3,0 MW	2019	-	Vers 15 h, alors qu'une équipe d'installation réalise un travail d'étiquetage sur une éolienne, cette dernière commence à tourner malgré l'absence de raccordement électrique. L'équipe évacue en urgence par l'échelle. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité de 800 m autour de l'équipement. Les gendarmes stoppent la circulation sur la route voisine. Les conditions climatiques, vent violent, empêchent l'équipe d'intervenir pour mettre en sécurité la machine. Le lendemain vers 11 h, l'équipe bloque le rotor et remet les pales en position de sécurité.	L'incident se produit au cours de la préparation à la mise en service de l'éolienne. La mise en mouvement non contrôlée est due à une erreur de positionnement des angles des pales la veille de l'accident à 18 h et à la présence de vent violent.	Base de données ARIA	
Chute de pale	09/12/2019	LA FORET-DE-TE SSE	Charente	V110	2,0 MW	2016	-	A 18 h, un riverain constate la chute d'un bout de pale d'environ 7 m d'une des 12 éoliennes du parc. L'éolienne concernée s'arrête. L'exploitant met en sécurité les 11 autres éoliennes. Un périmètre de sécurité de 150 m et une surveillance sont mis en place pour interdire l'accès au public. La pale s'est brisée en 3 morceaux principaux (2 points de rupture à environ 16,5 m et 47 m de la racine de la pale). Des débris solides (fibres de verre, fibres de carbone, PVC) ont été projetés sur 2 parcelles agricoles aux alentours. Un morceau de 30 m initialement resté accroché à la racine de la pale tombe 48h plus tard suite aux forts vents. Le ramassage des débris ainsi que le bâchage des 2 plus gros morceaux de pale au sol afin d'éviter l'éparpillement de nouveaux débris sont réalisés.	L'exploitant recherche les causes de cette rupture sachant qu'aucun emballement du rotor n'a été détecté dans les secondes qui ont précédé l'incident. Le lot de fabrication de la pale sinistrée est identifié par le constructeur. Les contrôles réalisés le lendemain du sinistre sur l'ensemble des 11 autres éoliennes n'identifient pas de dommage, d'imperfection ou de trace de foudroiement. La dernière inspection du constructeur réalisée par drone 8 mois plus tôt n'avait révélé aucun défaut.	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie	16/12/2019	POINVILLE	Eure-et-Loir	N90	2,3 MW	2005	-	Vers 12h30, un feu sans flamme se déclare sur une éolienne d'un parc éolien. A 13h10, de la fumée blanche est constatée. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité et surveillent l'équipement. A 15h54, il n'y a plus de fumée, les pompiers inspectent la machine en pied et quittent le site vers 17 h.	Aucune destruction extérieure, chute d'élément ou fuite de fluide n'est à déplorer. Seules les gaines protectrices des câbles de puissance ont brûlé sur 10 m de long. L'expert en assurance suppose une combustion sans flamme et estime la température atteinte en nacelle en dessous de 100 °C.	Base de données ARIA	
Incendie	17/12/2019	AMBONVILLE	Haute-Marne	V90	2,0 MW	2010	-	A 14h20, un feu se déclare en partie basse d'une éolienne. Les pompiers interviennent à l'aide d'un extincteur à poudre.	L'origine du départ de feu serait liée à une défaillance électrique	Base de données ARIA	
Rupture d'une pale d'éolienne lors du passage d'une tempête	09/02/2020	BEAUREVOIR	Aisne	G80	2,0 MW	2009	-	Une pale d'une éolienne se brise.	Passage de la tempête Ciara	Base de données ARIA	
Endommagement d'une nacelle d'éolienne lors d'une tempête	09/02/2020	WANCOURT	Pas-de-Calais	V80	2,0 MW	2010	-	Le lendemain du passage de la tempête Ciara, des dommages sont visibles au niveau de l'aileron de la nacelle d'une éolienne.	Passage de la tempête Ciara	Base de données ARIA	
Incendie d'une nacelle d'une éolienne	24/03/2020	FLAVIN	Aveyron	G87	2,0 MW	2010	-	A 9h40, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne. Un riverain alerte les pompiers qui préviennent l'exploitant. A 9h42, l'exploitant perd la communication avec l'éolienne. La caméra du site confirme l'incendie. Le disjoncteur est ouvert à distance. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. A 12 h, l'incendie est terminé. Les 4 autres éoliennes sont arrêtées.	Inconnue	Base de données ARIA	
Arrêt d'éoliennes à la suite de décès d'oiseaux	30/03/2020	POISEUL-LA-VILLE-ET-LAPERRIERE	Côte-d'Or	N117	2,4 MW	2019	-	Un parc éolien est mis à l'arrêt à la suite de la découverte de 2 cadavres de Milan royal (rapace diurne, espèce strictement protégée, sensible à l'éolien par collision) au pied de 2 éoliennes. Un bureau d'étude, mandaté par l'exploitant d'un parc éolien, fait ce constat dans le cadre du suivi environnemental de ces oiseaux en période de migration	Collision des oiseaux avec les éoliennes	Base de données ARIA	
Ecoulement d'huile hydraulique le long d'une éolienne	10/04/2020	RUFFIAC	Morbihan	V100	2,0 MW	2017	-	Une entreprise responsable de la maintenance d'un parc éolien constate une fuite d'huile hydraulique au niveau de la nacelle d'une éolienne. 40 l d'huile s'écoulent le long du mât jusqu'au massif de fondation. L'exploitant du parc est alerté. Il mandate la société de maintenance de réaliser le nettoyage des zones affectées. Il n'y a pas d'atteinte au sol.	L'origine de la fuite est un défaut au niveau de l'accumulateur de l'éolienne. Une enquête est en cours par la société en charge de la maintenance, afin d'adapter les points de contrôle.	Base de données ARIA	
Incendie d'une éolienne au sol pour démantèlement	20/04/2020	LE VAUCLIN	Martinique	Vergnet GEV MP 275/32	275 kW	2004	-	Peu avant 14 h, un feu se déclare sur le générateur d'une éolienne déposée au sol en vue de son démantèlement, programmé au 2ème trimestre 2020, dans un parc éolien comportant 4 éoliennes. Le parc est à l'arrêt depuis le début de l'année 2020. L'incendie de l'huile du transformateur électrique se propage aux broussailles à proximité. Les secours ne pouvant intervenir à cause de la présence d'électricité, un technicien de la société propriétaire de l'éolienne se rend sur place pour couper le courant électrique. Ils évitent la propagation de l'incendie aux alentours, puis éteignent l'incendie vers 16 h une fois l'installation mise hors tension.	Un court-circuit dû à un manitou (famille des marsupiaux) serait à l'origine de l'incendie. Un animal est retrouvé mort dans le tableau électrique du transformateur d'une autre éolienne.	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Pliure d'une éolienne	30/04/2020	PLOUARZEL	Finistère	G47	660 kW	-		Une pale de 20 m de long d'une des 5 éoliennes d'un parc éolien présente une pliure. Une partie de 1,5 m chute au sol. La pale endommagée présente une détérioration à mi-longueur. Des traces de choc sur le mât sont visibles, la pale a probablement heurté plusieurs fois le mât avant de se briser. Des débris de fibres de verre et de colle sont présents dans un rayon de 60 m autour de l'éolienne.	D'après les premiers éléments d'analyse de l'exploitant, l'éventualité d'un impact de foudre n'est pas écartée, ou d'une mauvaise orientation des pales, qui a pu entraîner un défaut généralisé. L'inspection des installations classées avance l'hypothèse de coups de vents à répétition dans la zone d'implantation, dont la vitesse serait supérieure à celle à l'origine du dimensionnement de l'éolienne, et qui auraient pu avoir fatigué prématurément les pales.	Base de données ARIA	
Dégagement de fumée en nacelle d'une éolienne	01/08/2020	ISSANLAS	Ardèche	E70 / E82	entre 2,3 et 3 MW	2017		A 15 h, des techniciens en intervention dans un parc éolien constatent un dégagement de fumée au niveau de la nacelle d'une éolienne. Ils alertent l'exploitant qui arrête l'ensemble du parc. Le gestionnaire du réseau électrique coupe le réseau HT. De la fumée est visible et des débris tombent au pied de l'éolienne. Les pompiers interviennent au sol pour éteindre des départs de feu de broussailles. La fumée s'estompe d'elle-même en 15 minutes. A 17 h, le parc éolien est relancé sauf l'éolienne impactée. Des résidus en combustion ont atteint le sol, ce qui a provoqué des dégâts sur 20 m <sup>2</sup> de végétation au pied de l'éolienne.	Le dégagement de fumées résulte de l'échauffement des pièces de protection de la génératrice de l'éolienne. Au cours du redémarrage de la machine, une combustion localisée au niveau du joint caoutchouc entre les carénages de la génératrice et les enroulements du stator a provoqué l'échauffement du carénage de protection. Après analyse, l'exploitant constate que les performances du joint, qui sert à orienter le flux d'air sur la génératrice, ne sont pas conformes. Les caractéristiques du joint associées à une faiblesse locale d'isolement de la génératrice ont entraîné la combustion du joint.	Base de données ARIA	
Fuite d'huile sur une éolienne	01/09/2020	BOUCHY-SAINT-GENEST	Marne	V100	2,0 MW			Lors d'une visite de site, un opérateur constate une fuite d'huile sur l'une des éoliennes d'un parc éolien. Le produit a atteint le sol au pied du mât. L'exploitant estime la quantité ayant fui à 20 l.	La fuite proviendrait d'un flexible allant d'un accumulateur à un collecteur de deux pales	Base de données ARIA	
Fuite d'huile sur une éolienne	11/12/2020	CHARMONT-EN-BEAUCE	Loiret	Ecotecnia 100	3,0 MW			Une fuite d'huile se produit au niveau de la nacelle d'une éolienne. L'huile ruisselle le long du mât. L'alerte est donnée par une équipe de maintenance d'une société sous-traitante en intervention sur le parc. Les intervenants montent dans la nacelle, identifient la vanne en cause et la ferment. L'éolienne est réapprovisionnée en huile puis remise en production. L'exploitant demande à ses équipes de maintenance un diagnostic de pollution des sols pour déterminer si des travaux de dépollution sont nécessaires.	La fuite d'huile provient de la vanne de prélèvement d'huile restée ouverte pendant plusieurs heures. Au cours d'une intervention dans la nacelle, la manipulation d'objets aurait provoqué l'ouverture involontaire de cette vanne.	Base de données ARIA	
Chute d'une pale d'éolienne	12/01/2021	SAINT-GEORGES-SUR-ARNON	Indre	N09	2,5 MW			Vers 7 h, une pale d'une éolienne se disloque partiellement. A 6h50, le centre de supervision du parc éolien, situé en Allemagne, reçoit une alarme de mise en drapeau des pales à 90°. Il transmet l'information au centre de maintenance à quelques km du parc.	Lors de l'incident, l'éolienne était soumise à des vitesses de vent (entre 10 et 15 m/s) qui nécessitent une régulation de la puissance produite par le système d'orientation des pâles (pitch contrôle). Pour les 3 pales simultanément, ce système est inopérant, l'éolienne entre alors en survitesse. Le système de frein aérodynamique se déclenche mais le pitch contrôle ne réagissant pas, l'éolienne continue de tourner à grande vitesse jusqu'à la rupture. Le moteur du pitch control n'a pas reçu l'ordre de l'automate car le convertisseur situé en amont a été "gelé" par protection contre des surintensités. Ce mode est lié à une erreur de programmation du logiciel de commande des convertisseurs	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Casse d'une pale d'une éolienne	12/02/2021	PRIEZ	Aisne	V110	2,0 MW			Vers 8 h, la pale d'une éolienne se casse. L'alerte est donnée à l'exploitant par la mairie. Vers 9h15, les équipes de maintenance arrêtent l'ensemble des éoliennes du parc à distance. Sur place à 10h30, elles établissent un périmètre de sécurité de 150 m autour de l'éolienne. Un agent de sécurité surveille l'accès au site. Les débris de pales sont retirés. L'ensemble du parc est à l'arrêt.	La casse est due à un défaut de réparation au niveau du bord de fuite (trou). La réparation a été effectuée par un technicien à l'issue de la fabrication. Aucun système instrumenté de sécurité n'a détecté la rupture de pale pouvant entraîner l'arrêt de la machine en sécurité.	Base de données ARIA	
Chute d'une pale d'éolienne	13/02/2021	PATAY	Loiret	V90	2,0 MW			Un samedi matin, vers 8 h, une pale se détache d'une éolienne dans un parc éolien. L'exploitant reçoit une alerte de panne d'orientation de la nacelle mettant à l'arrêt la machine vers 11 h. Vers 12 h, une équipe d'intervention constate l'arrachement de fibres de verre sur le bord de fuite de l'une des 3 pâles de la machine. Des techniciens mettent les pâles en drapeau et placent la pale défectueuse vers le bas. Le rotor est bloqué mécaniquement. L'exploitant sécurise la zone, notamment par un balisage et la suppression du risque de chute d'éléments. Il arrête les autres éoliennes du parc.	A la suite d'une analyse de l'état de la pale, un tiers expert constate un défaut de collage, soit en terme de répartition de la colle, soit en terme de qualité de la colle. Les indices précurseurs de fragilisation n'ont pas été détectés lors de la maintenance de contrôle. Il s'agirait d'une cinétique lente de rupture. L'exploitant constate une insuffisance des détecteurs, notamment de balourds et d'inclinaison, équipant la machine. En effet, aucun système de supervision à distance de l'éolienne n'a pu confirmer la chute de la pale. L'événement a été constaté sur place après plusieurs heures.	Base de données ARIA	
Éoliennes touchées par une cyberattaque	24/02/2022	NC						Plus d'une cinquantaine de parcs éoliens français et d'autres en Europe sont touchés par une cyberattaque, affectant 30 000 éoliennes. Il s'agit de la perte de communication du pilotage à distance avec le système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) des éoliennes. Les éoliennes continuent à produire de l'électricité et fonctionnent en mode de sécurité automatique. Les exploitants mettent en place des visites quotidiennes de surveillance des parcs et une vigilance accrue des conditions météorologiques. Un parc est mis à l'arrêt devant l'impossibilité de réaliser ces visites.	La supervision à distance a été interrompue à cause de la cyberattaque de la liaison satellite. Elle est en lien avec l'invasion de l'Ukraine par la Russie car les satellites sont probablement utilisés pour des communications de l'armée ukrainienne.	Base de données ARIA	
Fuite d'huile sur une éolienne	24/03/2022	LISLET	Aisne					Vers 10 h, à la suite de la réception d'une alarme, un opérateur détecte des traces d'huiles sur le mât et la plateforme d'une éolienne ainsi que sur le chemin d'accès et 2 parcelles voisines. Une partie de l'huile est contenue à l'intérieur de l'éolienne. Le circuit a perdu en pression et l'éolienne s'est arrêtée automatiquement. Un kit absorbant est installé autour du mât de l'éolienne. L'équipe de maintenance réalise le nettoyage à l'intérieur de l'éolienne. Un bureau d'études est mandaté pour réaliser des prélèvements afin de caractériser une éventuelle pollution de sol.	La cause de l'événement est la rupture d'un sertissage d'un flexible dans la nacelle.	Base de données ARIA	
Panne informatique dans un parc éolien	01/04/2022	ONDEFONTAINE	Calvados					Vers 11h30, une perte de monitoring des éoliennes par le constructeur en charge de leur maintenance se produit sur un parc éolien. Le contrôle des machines à distance n'est plus possible. L'exploitant du parc éolien vérifie le bon fonctionnement de ses outils de télégestion du parc et constate qu'ils sont opérationnels. L'exploitant informe les parties prenantes et met en place un mode de surveillance renforcé ainsi qu'un mode de transmission régulière des informations de monitoring avec le turbinier. Vers 18h30, la communication est rétablie.	Il s'agit d'une cyberattaque.	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Casse d'une pale d'une éolienne	02/04/2022	SAINT-FELIX-LAURAGAIS	Haute-Garonne					À 9h27 un samedi, sur un parc éolien contenant 11 éoliennes, une pale d'éolienne composée de fibre de verre et de carbone de 40 m s'effondre partiellement en haut d'un mât de 60 m. Une partie de celle-ci reste suspendue au rotor. Les débris sont circonscrits à une centaine de mètres autour du mât.	Les jours précédents l'incident, 2 tempêtes de vent se sont produites. La nuit avant l'événement (à 20h40), une erreur du système de régulation de l'orientation (pitch) des pâles apparaît sur l'éolienne. Cette erreur détecte un décalage entre la consigne d'orientation du pitch et la position du moteur sur lequel est le capteur. L'apparition de cette erreur entraîne, dans certaines conditions, l'arrêt par le système de contrôle interne de l'éolienne concernée. Celle-ci, après remise à zéro du pitch, peut être redémarrée à distance, selon la procédure prévue par la société en charge de la maintenance des éoliennes. L'éolienne a ainsi été redémarrée 20 min avant l'événement. Une panne/casse mécanique pourrait être à l'origine de l'erreur de pitch.	Base de données ARIA	
Incident mécanique sur une éolienne	03/04/2022	OMISSY	Aisne					Vers midi, le marchepied fixé dans le moyeu d'une éolienne se désolidarise. Il sort du moyeu, et se coince entre le moyeu, le cône, le pied de pale et la nacelle. Une des pièces de fixation du marche-pied s'échappe du cône et chute sur l'escalier d'accès au pied de la turbine. En se coinçant, le marchepied arrache des câbles d'alimentation, mettant l'éolienne à l'arrêt. Vers 14h45, l'équipe de maintenance intervient à la suite de la remontée du défaut, et constate la chute de la pièce métallique, les câbles d'alimentation arrachés et le marchepied coincé	Inconnue	Base de données ARIA	
Incendie sur une éolienne	20/04/2022	SAINT-GERMAINMONT	Ardennes					Vers 13h30, un feu se déclare sur une éolienne. Une alarme sur la boîte de vitesse se déclenche au centre de contrôle du turbinier. L'éolienne se met en sécurité en plaçant les pales en position "drapeau". Le turbinier transmet l'anomalie à la supervision de l'exploitant	Inconnue	Base de données ARIA	
Fuite d'huile dans un parc éolien	27/04/2022	RIOLS	Hérault					Vers 10 h, des techniciens en intervention sur site constatent une coulée d'huile biodégradable de 140 l sur le mât et des projections de gouttes au sol sur la plateforme d'une éolienne	La fuite est due à une rupture de flexible de la multiplicatrice en nacelle	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Chute d'une pale d'éolienne	30/04/2022	ROQUETAILLADE-ET-CONILHAC	Aude					Vers 18 h, avec un vent de 9 m/s et par temps clair, la pale d'une éolienne tombe et se casse au pied de l'éolienne sans occasionner d'autres dégâts. Entre 19 h et 20 h, le propriétaire de la parcelle d'implantation contacte la gendarmerie à la suite de la perception de bruits anormaux provenant de l'aérogénérateur. La gendarmerie constate sur place l'effondrement de la pale au pied de la machine qui s'est arrêté en sécurité. Elle prévient l'astreinte de l'exploitant qui ouvre une cellule de crise interne. Les parties prenantes sont informées. L'exploitant met à l'arrêt, à distance, l'ensemble des 27 autres éoliennes des 2 parcs du site. L'astreinte se rend sur site, ferme la voie d'accès privée à l'ouvrage, installe un balisage et positionne une société de gardiennage. 2 périmètres de sécurité sont mis en place, à 30 et 100 m. Une visite d'un huissier permet de constater la scène et prendre des photos haute définition par drone afin d'appréhender les conditions d'accès au site pour l'intervention des techniciens	La chute de la pale fait suite à une rupture du roulement de pale. La bague extérieure solidaire du moyeu est ouverte et les billes de roulement sont tombées au sol. La casse de boulons est constatée sur un secteur supérieur à 180 °	Base de données ARIA	
Feu sur une éolienne	05/08/2022	PONT-MELVEZ	Côtes-d'Armor					Vers 13h30, un feu se déclare dans le rotor d'une éolienne au sein d'un parc éolien. Un important panache de fumée se dégage. Les pompiers se rendent sur place mais ont pour consigne de ne pas intervenir sur l'éolienne et de la laisser brûler. Ils mettent en place un périmètre de sécurité et sécurisent tout départ de feu dans les champs en raison de la projection de nombreuses étincelles. L'exploitant arrête le parc. Un arrêté municipal d'interdiction à l'accès du parc est rédigé. Une société privée effectue des rondes à partir de 20 h pour une semaine.	Inconnue	Base de données ARIA	
Feu sur une éolienne	22/08/2022	COOLE	Marne					En début d'après-midi, lors de travaux d'entretien, la nacelle d'une éolienne de 90 m de haut prend feu. Les 2 agents de maintenance présents dans la nacelle évacuent par l'échelle intérieure du mât. Un troisième agent au sol coupe immédiatement l'alimentation électrique de l'éolienne. Les 5 autres éoliennes du parc sont également arrêtées. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité et surveillent le feu qui s'éteint de lui-même au bout de 3 h. Ils arrosent les éléments qui tombent au sol au pied de l'éolienne. Une entreprise de surveillance assure le gardiennage du site dans un périmètre de 200 m établi par l'exploitant. Les accès sont sécurisés par des barrières et panneaux. L'exploitant informe le propriétaire terrien et les exploitants agricoles impactés.	D'après la presse, le sinistre serait dû à l'explosion du convertisseur d'électricité installé dans la nacelle.	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Endommagement d'une pale d'éolienne	23/02/2023	MOEUVRES	Nord					Un agriculteur ramasse des morceaux de pale d'éolienne au sol dans un parc éolien. La mairie avertit l'opérateur qui signale ne pas avoir détecté l'incident. La mairie informe ce dernier d'un incident électrique sur le transformateur de la commune rompant la communication avec le parc éolien. La communication est rétablie en fin de journée vers 21h30. Compte tenu de l'endommagement de la pale, l'opérateur décide de ne pas relancer le parc. La mairie met en place un périmètre de sécurité pour empêcher l'accès à l'éolienne concernée.	Sur place le lendemain, l'inspection des installations classées rencontre le personnel en charge de la maintenance du parc. Des morceaux de pale, mesurant entre 10 et 70 cm, sont ramassés, ainsi que des peignes acoustiques tombés au sol. L'endommagement de la pale est constaté depuis le sol.	Base de données ARIA	
Feu sur une éolienne	09/03/2023	FROIDFOND	Vendée					Vers 17 h, un feu se déclare sur la nacelle d'une éolienne d'une hauteur de 77 m en tête de pylône, lors de sa remise en tension. L'incendie se propage à une pale de 40 m de longueur. Des techniciens présents pour une opération de maintenance alertent l'exploitant et les pompiers. Un périmètre de sécurité de 200 m est mis en place. Les propriétaires terriens et exploitants agricoles concernés sont informés. Le parc est mis à l'arrêt depuis un poste source. Les secours laissent le feu s'éteindre de lui-même sans pouvoir intervenir. L'accès à la zone est interdit par arrêté municipal. Une société de gardiennage est mandatée pour assurer la surveillance de la zone.	La nacelle est détruite, il n'y a pas eu de chute de composant autres que des débris de coque avec des envols. Une odeur d'hydrocarbures subsiste et des traces de coulures d'huiles sont présentes le long du mat	Base de données ARIA	
Chute du spoiler d'une pale d'éolienne dans un parc éolien	14/03/2023	PEUX-ET-COUFFOULEUX	Aveyron					À 12h30, sur un parc éolien, un sous-traitant en intervention constate la chute du spoiler d'une pale d'éolienne. Il alerte le service d'astreinte de l'exploitant. L'éolienne accidentée est arrêtée à distance ainsi que l'ensemble des machines du parc par mesure de prévention. À 13 h, une équipe se rend sur place et un périmètre de sécurité est installé autour de la machine et de l'élément spoiler au sol. À 13h30, l'exploitant planifie avec le turbinier une intervention sur la machine et une inspection complémentaire des machines du parc dès le lendemain.	L'arrachement du spoiler est dû à un desserrage des boulons qui a entraîné un jeu entre le spoiler et la pale qui, à force de vibration, a endommagé la fibre. Les serrages sont vérifiés tous les 4 ans. Le dernier contrôle a eu lieu 2 ans auparavant	Base de données ARIA	
Incendie d'éolienne	20/03/2023	CHATENAY	Eure-et-Loir					Avant 7 h, un feu se déclare au niveau du moteur de la nacelle d'une éolienne à 80 m de haut. La machine est en drapeau. L'incendie se propage en direction des pales.	Après des survols par drone de l'éolienne calcinée, aucune preuve évidente de tentative d'effraction n'apparaît. L'exploitant analyse les données SCADA de la machine et les photos prises par le drone et les pompiers. Il identifie comme pouvant être à l'origine de l'incendie : un court-circuit sur le circuit de puissance, un mauvais serrage des connexions entre la génératrice et les câbles de puissance, un conduit d'échappement des poussières de la génératrice cassé qui aurait pu entraîner une quantité importante de poussières de charbon et créer un arc électrique, un arc électrique à partir du slipring (bague collectrice) dû à la présence de poussières.	Base de données ARIA	

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Fuite d'huile sur une éolienne	09/05/2023	YVIGNAC-LA-TOUR	Côtes-d'Armor					Une fuite d'huile se produit sur une éolienne. Elle est détectée un mois plus tard. Au total, 180 l de produit ont coulé depuis la nacelle le long du mât et ont pollué le sol. La société de maintenance prévient l'exploitant.	La fuite a été provoquée par une mauvaise manipulation de la cloche après le remplacement du filtre lors de la maintenance annuelle. Cette erreur aurait coupé le filtre, permettant la fuite. Un prestataire est mandaté pour dépolluer le sol et un suivi sanitaire et environnemental est mis en place, car l'huile contient du benzène, des dérivés alkylés et du ditridecyl adipate. La société de maintenance nettoie directement la partie intérieure de la nacelle.	Base de données ARIA	
Pale d'éolienne cassée par un impact de foudre	12/07/2023	CHANTERAINNE	Meuse					Vers 9 h, une équipe de maintenance intervient sur une turbine d'un parc éolien après une détection d'alarme. Elle constate la casse de l'une des pales de l'éolienne. L'équipe balise la zone autour de l'éolienne ainsi que les deux chemins d'accès. Le parc est mis à l'arrêt de manière préventive.	Un impact de foudre lors des intempéries de la veille au soir serait à l'origine de la détérioration	Base de données ARIA	

## ANNEXE 5 – SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Cette partie apporte un certain nombre de précisions par rapport à chacun des scénarios étudiés par le groupe de travail technique dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques.

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie VII.4. de la trame type de l'étude de dangers. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accidents pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes et pourra par conséquent être repris à l'identique dans les études de dangers.

La numérotation des scénarios ci-dessous reprend celle utilisée dans le tableau de l'analyse préliminaire des risques, avec un regroupement des scénarios par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience par le groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

### SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A LA GLACE (G01 ET G02)

#### Scénario G01

En cas de formation de glace, les systèmes de préventions intégrés stopperont le rotor. La chute de ces éléments interviendra donc dans l'aire surplombée par le rotor, le déport induit par le vent étant négligeable.

Plusieurs procédures/systèmes permettront de détecter la formation de glace :

- Système de détection de glace ;
- Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor ;
- Arrêt préventif en cas de givrage de l'anémomètre.

#### Scénario G02

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d'éventuels redémarrages de la machine encore « glacée », ou en cas de formation de glace sur le rotor en mouvement simultanément à une défaillance des systèmes de détection de givre et de balourd.

Aux faibles vitesses de vents (vitesse de démarrage ou « cut in »), les projections resteront limitées au surplomb de l'éolienne. A vitesse de rotation nominale, les éventuelles projections seront susceptibles d'atteindre des distances supérieures au surplomb de la machine.

### SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07)

Les éventuels incendies interviendront dans le cas ou plusieurs conditions seraient réunies (Ex : Foudre + défaillance du système parafoudre = Incendie).

Le moyen de prévention des incendies consiste en un contrôle périodique des installations.

Dans l'analyse préliminaire des risques seulement quelques exemples vous sont fournis. La méthodologie suivante pourra aider à déterminer l'ensemble des scénarios devant être regardé :

- Découper l'installation en plusieurs parties : rotor, nacelle, mât, fondation et poste de livraison ;

- Déterminer à l'aide de mot clé les différentes causes (cause 1, cause 2) d'incendie possibles.

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'emballlement du rotor (survitesse). Plusieurs moyens sont mis en place en matière de prévention :

- Concernant le défaut de conception et fabrication : Contrôle qualité ;
- Concernant le non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant, Contrôle qualité (inspections) ;
- Concernant les causes externes dues à l'environnement : Mise en place de solutions techniques visant à réduire l'impact. Suivant les constructeurs, certains dispositifs sont de série ou en option. Le choix des options est effectué par l'exploitant en fonction des caractéristiques du site.

L'emballlement peut notamment intervenir lors de pertes d'utilités. Ces pertes d'utilités peuvent être la conséquence de deux phénomènes :

- Perte de réseau électrique : l'alimentation électrique de l'installation est nécessaire pour assurer le fonctionnement des éoliennes (orientation, appareils de mesures et de contrôle, balisage, ...) ;
- Perte de communication : le système de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance du parc peut être interrompu pendant une certaine durée.

Concernant la perte du réseau électrique, celle-ci peut être la conséquence d'un défaut sur le réseau d'alimentation du parc éolien au niveau du poste source. En fonction de leurs caractéristiques techniques, le comportement des éoliennes face à une perte d'utilité peut être différent (fonction du constructeur). Cependant, deux systèmes sont couramment rencontrés :

- Déclenchement au niveau du rotor du code de freinage d'urgence, entraînant l'arrêt des éoliennes ;
- Basculement automatique de l'alimentation principale sur l'alimentation de secours (batteries) pour arrêter les aérogénérateurs et assurer la communication vers le superviseur.

Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée.

En revanche, en cas de perte de communication pendant une longue durée, le superviseur du parc éolien concerné dispose de plusieurs alternatives dont deux principales :

- Mise en place d'un réseau de communication alternatif temporaire (faisceau hertzien, agent technique local...) ;
- Mise en place d'un système autonome d'arrêt à distance du parc par le superviseur.

Les solutions aux pertes d'utilités étant diverses, les porteurs de projets pourront apporter dans leur étude de dangers une description des protocoles qui seront mis en place en cas de pertes d'utilités.

### SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE FUITES (F01 A F02)

Les fuites éventuelles interviendront en cas d'erreur humaine ou de défaillance matérielle.

Une attention particulière est à porter aux mesures préventives des parcs présents dans des zones protégées au niveau environnemental, notamment en cas de présence de périmètres de protection de captages d'eau potable (identifiés comme enjeux dans le descriptif de l'environnement de l'installation). Dans ce dernier cas, un hydrogéologue agréé devra se prononcer sur les mesures à prendre en compte pour préserver la ressource en eau, tant au niveau de l'étude d'impact que de l'étude de dangers. Plusieurs mesures pourront être mises en place (photographie du fond de fouille des fondations pour montrer que la nappe phréatique n'a pas été atteinte, comblement des failles karstiques par des billes d'argile, utilisation de graisses végétales pour les engins, ...).

### Scénario F01

En cas de rupture de flexible, perçage d'un contenant ..., il peut y avoir une fuite d'huile ou de graisse ... alors que l'éolienne est en fonctionnement. Les produits peuvent alors s'écouler hors de la nacelle, couler le long du mât et s'infiltrer dans le sol environnant l'éolienne.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher l'écoulement de ces produits dangereux :

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance ;
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances ;
- Procédure de gestion des situations d'urgence.

Deux événements peuvent être aggravants :

- Ecoulement de ces produits le long des pales de l'éolienne, surtout si celle-ci est en fonctionnement. Les produits seront alors projetés aux alentours ;
- Présence d'une forte pluie qui dispersera rapidement les produits dans le sol.

### Scénario F02

Lors d'une maintenance, les opérateurs peuvent accidentellement renverser un bidon d'huile, une bouteille de solvant, un sac de graisse ... Ces produits dangereux pour l'environnement peuvent s'échapper de l'éolienne ou être renversés hors de cette dernière et infiltrer les sols environnants.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher le renversement et l'écoulement de ces produits :

- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence ;
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits.

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés. Événement aggravant : fortes pluies qui disperseront rapidement les produits dans le sol.

## SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE CHUTE D'ÉLEMENTS (C01 A C03)

Les scénarii de chutes concernent les éléments d'assemblage des aérogénérateurs : ces chutes sont déclenchées par la dégradation d'éléments (corrosion, fissures, ...) ou des défauts de maintenance (erreur humaine).

Les chutes sont limitées à un périmètre correspondant à l'aire de survol.

## SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (P01 A P06)

Les événements principaux susceptibles de conduire à la rupture totale ou partielle de la pale sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Défaut de conception et de fabrication ;
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance ;
- Causes externes dues à l'environnement : glace, tempête, foudre, ...

Si la rupture totale ou partielle de la pale intervient lorsque l'éolienne est à l'arrêt on considère que la zone d'effet sera limitée au surplomb de l'éolienne

L'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite au 2.2 de la présente partie C (scénarios incendies).

### Scénario P01

En cas de défaillance du système d'arrêt automatique de l'éolienne en cas de survitesse, les contraintes importantes exercées sur la pale (vent trop fort) pourraient engendrer la casse de la pale et sa projection.

### Scénario P02

Les contraintes exercées sur les pales - contraintes mécaniques (vents violents, variation de la répartition de la masse due à la formation de givre...), conditions climatiques (averses violentes de grêle, foudre...) - peuvent entraîner la dégradation de l'état de surface et à terme l'apparition de fissures sur la pale.

Prévention : Maintenance préventive (inspections régulières des pales, réparations si nécessaire)

Facteur aggravant : Infiltration d'eau et formation de glace dans une fissure, vents violents, emballement de l'éolienne

### Scénarios P03

Un mauvais serrage de base ou le desserrage avec le temps des goujons des pales pourrait amener au décrochage total ou partiel de la pale, dans le cas de pale en plusieurs tronçons.

## SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'EFFONDREMENT DES ÉOLIENNES (E01 A E10)

Les événements pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant ;
- Causes externes dues à l'environnement : séisme, ...

## ANNEXE 6 – PROBABILITE D’ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

Le risque individuel encouru par un nouvel arrivant dans la zone d’effet d’un phénomène de projection ou de chute est appréhendé en utilisant la probabilité de l’atteinte par l’élément chutant ou projeté de la zone fréquentée par le nouvel arrivant. Cette probabilité est appelée probabilité d’accident.

Cette probabilité d’accident est le produit de plusieurs probabilités :

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

$P_{\text{ERC}}$  = probabilité que l’événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

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

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

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

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

Par souci de simplification, la probabilité d’accident sera calculée en multipliant la borne supérieure de la classe de probabilité de l’événement redouté central par le degré d’exposition. Celui-ci est défini comme le ratio entre la surface de l’objet chutant ou projeté et la zone d’effet du phénomène.

Le tableau ci-après récapitule les probabilités d’atteinte en fonction de l’événement redouté central.

Événement redouté central	Borne supérieure de la classe de probabilité de l’ERC (pour les éoliennes récentes)	Degré d’exposition	Probabilité d’atteinte
Effondrement	$10^{-4}$	$10^{-2}$	$10^{-6}$ (E)
Chute de glace	1	$5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$ (A)
Chute d’éléments	$10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$ (D)
Projection de tout ou partie de pale	$10^{-4}$	$10^{-2}$	$10^{-6}$ (E)
Projection de morceaux de glace	$10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$ (E)

Les seuls ERC pour lesquels la probabilité d’atteinte n’est pas de classe E sont ceux qui concernent les phénomènes de chutes de glace ou d’éléments dont la zone d’effet est limitée à la zone de survol des pales et où des panneaux sont mis en place pour alerter le public de ces risques.

De plus, les zones de survol sont comprises dans l’emprise des baux signés par l’exploitant avec le propriétaire du terrain ou à défaut dans l’emprise des autorisations de survol si la zone de survol s’étend sur plusieurs parcelles. La zone de survol ne peut donc pas faire l’objet de constructions nouvelles pendant l’exploitation de l’éolienne.

## ANNEXE 7 –GLOSSAIRE

Les définitions ci-dessous sont reprises de la circulaire du 10 mai 2010. Ces définitions sont couramment utilisées dans le domaine de l'évaluation des risques en France.

**Accident** : Evénement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

**Cinétique** : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables (cf. art. 5 à 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005). Dans le tableau APR proposé, la cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les enjeux ont le temps d'être mis à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

**Danger** : Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz...), à une disposition (élévation d'une charge...), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible [pneumatique ou potentielle] qui caractérisent le danger).

**Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation** : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de maîtrise des risques. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.

**Evénement initiateur** : Evénement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

**Evénement redouté central** : Evénement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

**Fonction de sécurité** : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

**Gravité** : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés.

**Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques** : Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.

**Intensité des effets d'un phénomène dangereux** : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

**Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité)** : Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois :

- ⇒ les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux
- ⇒ les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux
- ⇒ les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les enjeux potentiels par diminution de la vulnérabilité.

**Phénomène dangereux** : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivants ou matériels, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages »

**Potentiel de danger (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger »)** : Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

**Prévention** : Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

**Protection** : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.

**Probabilité d'occurrence** : Au sens de l'article L. 512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;
2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

**Réduction du risque** : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

- ⇒ Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité
- ⇒ Réduction de l'intensité :
  - par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
  - réduction des dangers: la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation.

La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».

- ⇒ Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence).

**Risque** : « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51).

**Scénario d'accident (majeur)** : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

**Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques)** : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021, 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 :

**Aérogénérateur** : dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant un transformateur

**Survitesse** : vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent guide sont listés et explicités ci-dessous :

- **ICPE** : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
- **SER** : Syndicat des Energies Renouvelables
- **FEE** : France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)
- **INERIS** : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
- **EDD** : Etude de dangers
- **APR** : Analyse Préliminaire des Risques
- **ERP** : Etablissement Recevant du Public
- **SER** : Syndicat des Energies Renouvelables

**ANNEXE 8 – BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES**

- [1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011
- [2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006
- [3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum
- [4] Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24
- [5] Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005
- [6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004
- [7] Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006
- [8] Oméga 10 : Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005
- [9] Arrêté du 26 août 2011, modifié par les arrêtés du 22 juin 2020 et du 10 décembre 2021, 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
- [10] Arrêté 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
- [11] 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
- [12] Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne
- [13] Arrêté 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
- [14] Alpine test site Güttsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al.
- [15] Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000
- [16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004
- [17] Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003
- [18] Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005