



PROJET EOLIEN VENTS DE LOIRE NIEVRE - 58

COMMUNES DE SAINT-LAURENT-L'ABBAYE
ET SAINT-QUENTIN-SUR-NOHAIN
SEPTEMBRE 2016 - version complétée
Mars 2017



DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION UNIQUE

VOLUME 5 : ETUDE DE DANGERS ET SON RESUME NON TECHNIQUE

Signature et cachet du Demandeur

EOLE-RES S.A
Bureau de Lyon
53/55 Boulevard des Brotteaux
69006 LYON
Tél. : 04 72 69 77 20
Fax : 04 27 01 26 12
Siret 423 379 338 00035
RCS Avignon 2001B117

AVANT-PROPOS

La société EOLE-RES, société anonyme au capital de 10 816 792 € ayant son siège social au 330, rue du Mourelet, Z.I. de Courtine, 84000 Avignon, enregistrée au Registre du Commerce et des Sociétés d'Avignon sous le numéro 423 379 338 (ci-après dénommée « RES »), représentée par Monsieur Matthieu GUERARD, Directeur Général Délégué a le plaisir de vous soumettre le dossier de demande d'autorisation unique relatif à la centrale éolienne de VENTS DE LOIRE sur les communes de SAINT-LAURENT-L'ABBAYE et SAINT-QUENTIN-SUR-NOHAIN qui se compose des pièces suivantes :

Volume 1 – CERFA unique

Volume 2 – Sommaire inversé

Volume 3 – Description de la demande

Volume 4 – Étude d'Impact sur l'Environnement et son Résumé Non Technique

Volume 5 – Étude De Dangers et son Résumé Non Technique

Volume 6 – Documents spécifiques demandés au titre du code de l'urbanisme

Volume 7 – Documents demandés au titre du code de l'environnement

Volume 8 – Accords/avis consultatifs

Le présent volume 5/8 dossier de demande d'autorisation unique constitue l'étude de dangers du projet éolien « Vents de Loire » et son résumé non technique (RNT). Il se base sur le guide technique constitué par France Energie Eolienne (FEE), l'INERIS et validé par le DGPR.

SOMMAIRE

1. RESUME NON TECHNIQUE	7
1.1. PRÉAMBULE	7
1.2. INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION	7
1.2.1. Localisation du site	7
1.2.2. Zone d'étude	7
1.3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	13
1.3.1. Environnement humain	21
• Zones urbanisées	21
• Etablissement recevant du public.....	22
• Installations classées pour le Protection de l'Environnement (ICPE).....	22
• Zone de loisir	22
• Autres activités	22
1.3.2. Environnement naturel	22
• Contexte climatique	22
• Risques naturels.....	23
1.3.3. Environnement matériel	25
• Voies de communication	25
• Réseaux publics et privés	25
• Autres ouvrages publics.....	26
1.4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....	26
1.4.1. Caractéristiques de l'installation.....	26
• Activité de l'installation	26
• Composition de l'installation	26
1.4.2. Fonctionnement de l'installation.....	27
• Fonctionnement des aérogénérateurs.....	27
• Sécurité de l'installation	28
• Opérations de maintenance de l'installation	29
Entretien préventif.....	29
Entretien prédictif.....	30
Entretien correctif.....	30
• Stockage et flux de produits dangereux.....	30
• Fonctionnement des réseaux de l'installation - Description du raccordement et des infrastructures annexes.....	30
Réseau inter-éolien	30
Poste de livraison	31
Réseau électrique externe	31
Autres réseaux	31
1.4.3. conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur (PJ 3).....	31
1.5. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	32
1.5.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques.....	32
1.5.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques.....	32
1.5.3. Les agressions externes potentielles	33
• Liées aux activités humaines	33
• Liées aux phénomènes naturels	34
1.5.4. Conclusion de l'analyse préliminaire	35
1.6. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	36
1.6.1. Synthèse de l'étude détaillée des risques	36
1.6.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques	37
1.7. CONCLUSION	41
2. PRÉAMBULE	45
2.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS	45

2.2.	CONTEXTE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE	45
2.3.	NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSÉES	46
3.	INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION	47
3.1.	RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS	47
3.2.	LOCALISATION DU SITE	47
3.3.	DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE DE DANGERS	51
4.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	55
4.1.	ENVIRONNEMENT HUMAIN	55
4.1.1.	Zones urbanisées	55
4.1.2.	Etablissements recevant du public (ERP)	56
4.1.3.	Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)	56
4.1.4.	Zone de loisir	56
4.1.5.	Autres activités	56
4.2.	ENVIRONNEMENT NATUREL	59
4.2.1.	Contexte climatique	59
4.2.2.	Risques naturels	61
4.3.	ENVIRONNEMENT MATÉRIEL	69
4.3.1.	Voies de communication	69
4.3.2.	Réseaux publics et privés	69
4.3.3.	Autres ouvrages publics	70
5.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	75
5.1.	CARACTÉRISTIQUES DE L'INSTALLATION	75
5.1.1.	Caractéristiques générales d'un parc éolien	75
5.1.2.	Activité de l'installation	78
5.1.3.	Composition de l'installation	78
5.2.	FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	81
5.2.1.	Principe de fonctionnement des aérogénérateurs	81
5.2.2.	Sécurité de l'installation	82
5.2.3.	Opérations de maintenance de l'installation	83
5.2.4.	Stockage et flux de produits dangereux	84
5.3.	FONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX DE L'INSTALLATION	85
5.3.1.	Raccordement électrique	85
5.3.2.	Autres réseaux	85
5.3.3.	conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur (PJ 3)	86
6.	IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	88
6.1.	POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS	88
6.2.	POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	88
6.3.	RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS À LA SOURCE	89
6.3.1.	principales actions préventives	89
6.3.2.	Utilisation des meilleures techniques disponibles	90
7.	ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	91
7.1.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	91
7.2.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS À L'INTERNATIONAL	92
7.3.	SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	95

7.3.1.	Analyse de l'évolution des accidents en France	95
7.3.2.	Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents	95
7.4.	LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE.....	96
8.	ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES.....	97
8.1.	OBJECTIF DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES	97
8.2.	RECENSEMENT DES ÉVÉNEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES.....	97
8.3.	RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES.....	98
8.3.1.	Agresions externes liées aux activités humaines.....	98
8.3.2.	Agresions externes liées aux phénomènes naturels	98
8.4.	SCÉNARIOS ÉTUDIÉS DANS L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES	100
8.5.	EFFETS DOMINOS	104
8.6.	MISE EN PLACE DES MESURES DE SÉCURITÉ	104
8.7.	CONCLUSION DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES	111
9.	ETUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES	112
9.1.	RAPPELS DES DÉFINITIONS.....	112
9.1.1.	Cinétiques	112
9.1.2.	Intensité.....	113
9.1.3.	Gravité	114
9.1.4.	Méthode comptage des personnes.....	114
9.1.5.	Probabilité	115
9.2.	CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS RETENUS	116
9.2.1.	Effondrement de l'éolienne	116
9.2.2.	Chute de glace	118
9.2.3.	Chute d'éléments de l'éolienne.....	120
9.2.4.	Projection de pâles ou de fragments de pâles	122
9.2.5.	Projection de glace	125
9.3.	SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES	127
9.3.1.	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	127
9.3.2.	Synthèse de l'acceptation des risques.....	128
10.	CONCLUSION	149
ANNEXE 1 – METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE		
POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE.....		
150		
TERRAINS NON BATIS		150
VOIES DE CIRCULATION		150
<i>Voies de circulation automobiles</i>		<i>150</i>
<i>Voies ferroviaires</i>		<i>151</i>
<i>Voies navigables</i>		<i>151</i>
<i>Chemins et voies piétonnes</i>		<i>151</i>
LOGEMENTS.....		151
ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)		151
ZONES D'ACTIVITE		151
DETAIL DES CALCULS PAR EOLIENNE DANS LE CAS DU PROJET VENTS DE LOIRE		152
<i>Chute de glace ou d'un élément d'éolienne.....</i>		<i>152</i>
<i>Effondrement d'une éolienne.....</i>		<i>153</i>
<i>Projection de pôle</i>		<i>155</i>
<i>Projection de glace</i>		<i>156</i>
ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE		
159		

ANNEXE 3 – SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L’ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	165
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A LA GLACE (G01 ET G02)	165
<i>Scénario G01</i>	165
<i>Scénario G02</i>	165
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D’INCENDIE (I01 A I07)	165
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE FUITES (F01 A F02).....	166
<i>Scénario F01</i>	166
<i>Scénario F02</i>	167
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE CHUTE D’ELEMENTS (C01 A C03)	167
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (P01 A P06).....	167
<i>Scénario P01</i>	167
<i>Scénario P02</i>	167
<i>Scénarios P03</i>	168
SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D’EFFONDREMENT DES EOLIENNES (E01 A E10)	168
ANNEXE 4 – PROBABILITE D’ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL	169
ANNEXE 5 – GLOSSAIRE	170
ANNEXE 6 – BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES	173

RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS



1. RESUME NON TECHNIQUE

L'étude de dangers est une analyse scientifique et technique permettant d'appréhender au mieux l'ensemble des risques auxquels se trouvent exposés, lors d'un accident d'origine interne ou externe, les personnes et les biens situés à l'intérieur ou à proximité d'une installation, ainsi que les dommages qui en résultent pour l'environnement.

L'étude de dangers identifie les sources de dangers et expose les scénarios d'accidents potentiels. Elle présente ensuite une analyse des mesures propres à réduire la probabilité et les conséquences de ces accidents.

Le code de l'environnement (art. R.512-9) prévoit le contenu précis de l'étude de dangers, et notamment la réalisation d'un résumé non technique rédigé spécifiquement, visant à la compréhension rapide, par tous, des principaux résultats des risques potentiels et des effets du projet présenté.

Le présent chapitre constitue le résumé non technique de l'étude de dangers du parc éolien Vents de Loire.

1.1. Préambule

L'étude de dangers a pour objectif de démontrer, dans le cadre du projet de parc éolien Vents de Loire, la maîtrise du risque par l'exploitant du parc.

L'étude de dangers 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 d'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.

1.2. Informations générales concernant l'installation

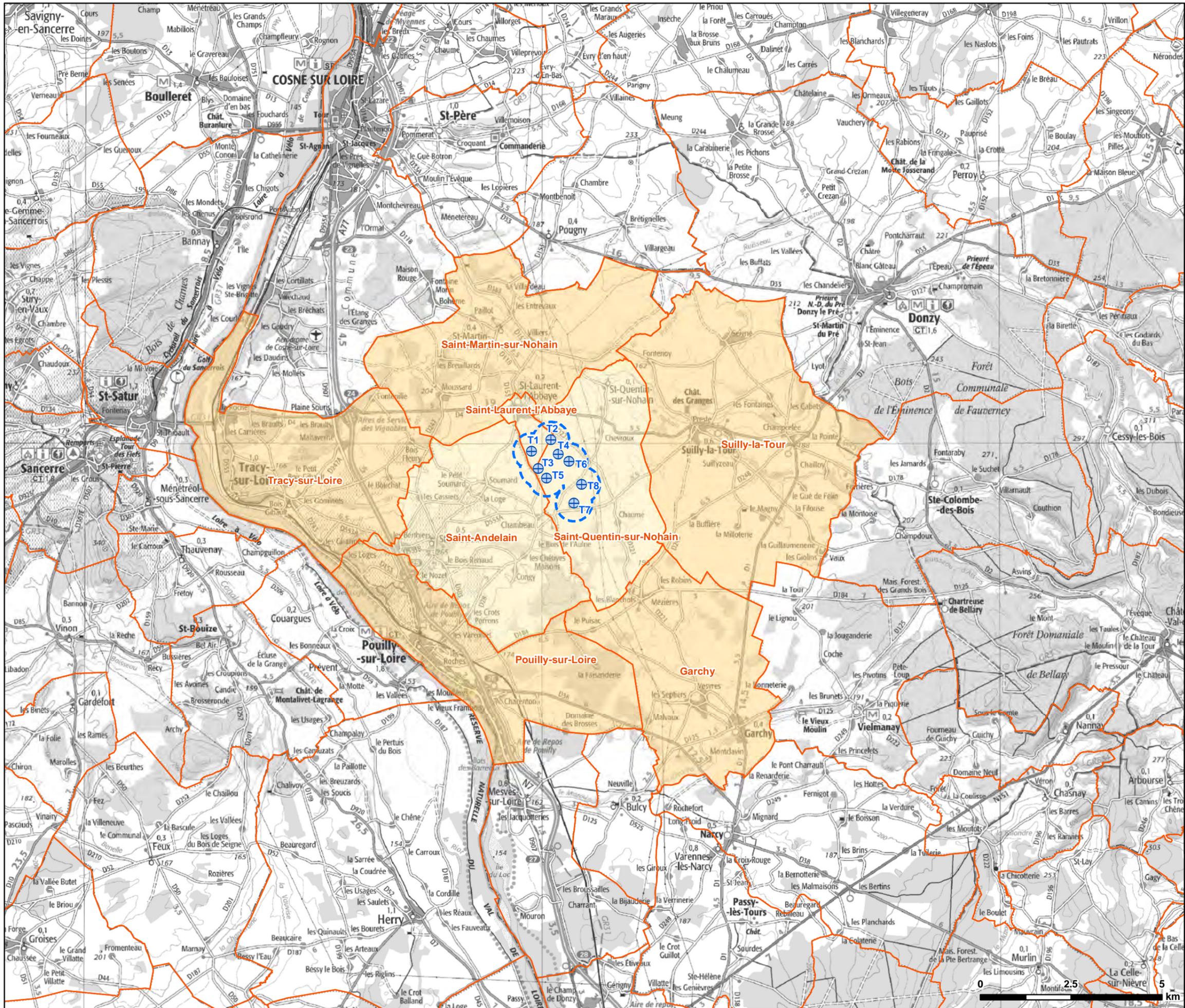
1.2.1. LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien Vents de Loire, composé de 8 aérogénérateurs, est localisé sur les communes de Saint-Laurent-l'Abbaye et de Saint-Quentin-sur-Nohain, dans le département de la Nièvre (58), en région Bourgogne-Franche-Comté.

1.2.2. ZONE D'ETUDE

La zone d'étude retenue pour l'étude de dangers forme un périmètre de 500 mètres de rayon autour de chacune des éoliennes du projet Vents de Loire. Ainsi, l'aire d'étude de dangers s'étend sur les communes de Saint-Laurent-l'Abbaye (58 – Nièvre, Bourgogne-Franche-Comté), de Saint-Quentin-sur-Nohain (58 – Nièvre, Bourgogne-Franche-Comté) et de Saint-Andelain (58 – Nièvre, Bourgogne-Franche-Comté).





Projet

-  Eolienne
-  Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Données administratives

-  Limite communale
-  Commune concernée par l'aire d'étude de danger
-  Commune limitrophe aux communes concernées par l'aire d'étude de danger



Source : GEOFLA

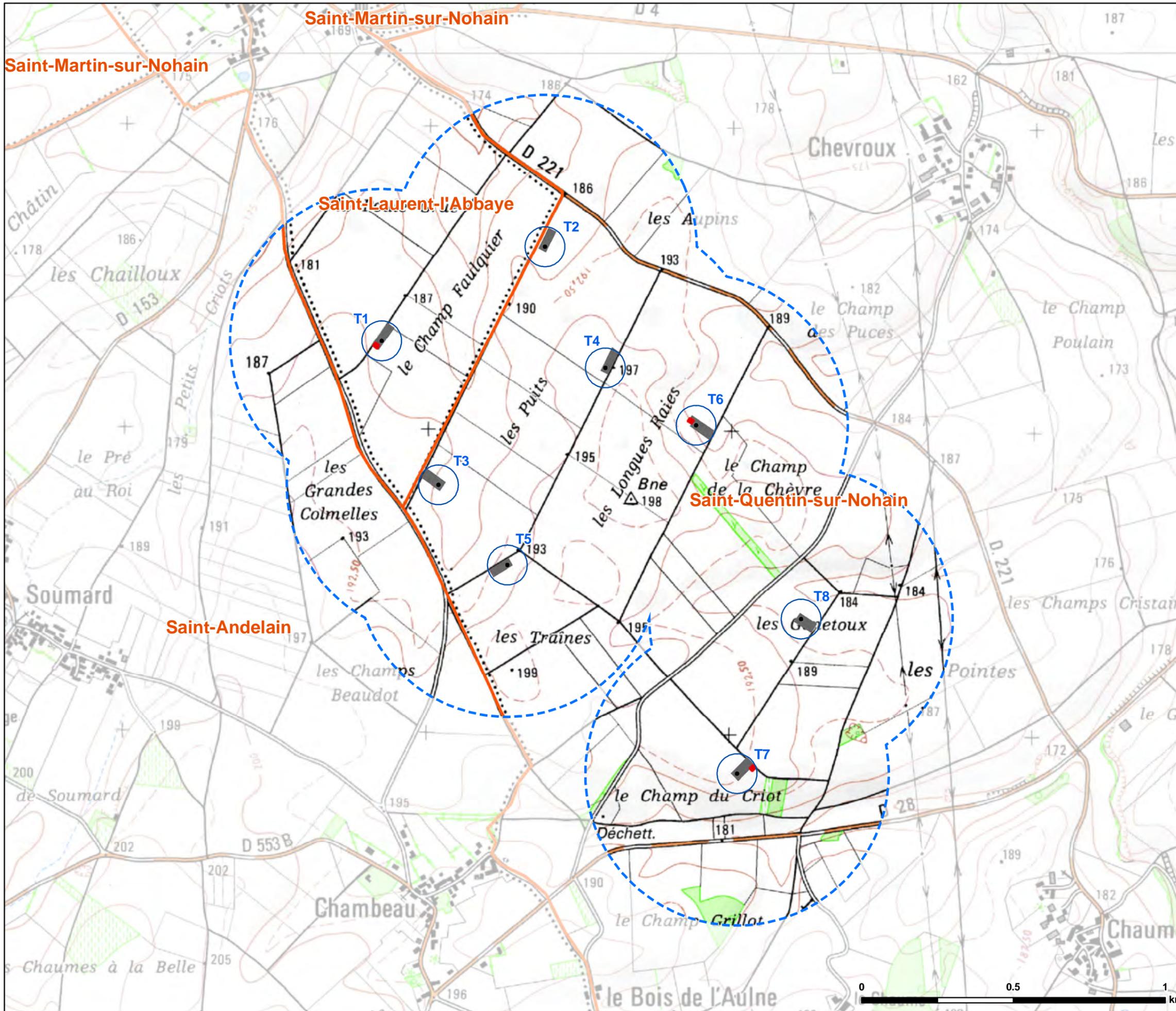


Projet éolien de Vents de Loire

Localisation générale du site

CARTE N°	02984D2825-02
FORMAT	A3
ECHELLE	1:100 000
COORDS	L93
DATE	130217





Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Structure de livraison
- Aire de grutage
- ⋯ Périmètre de l'aire d'étude de dangers (500m)

Données administratives

- ▭ Limite communale

Source : GEOFLA

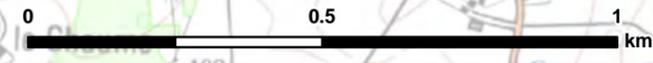


Projet éolien de Vents de Loire

Définition de l'aire d'étude

CARTE N°	02984D2826-02		
FORMAT	A3	ECHELLE	1:12 000
COORDS	L93	DATE	130217

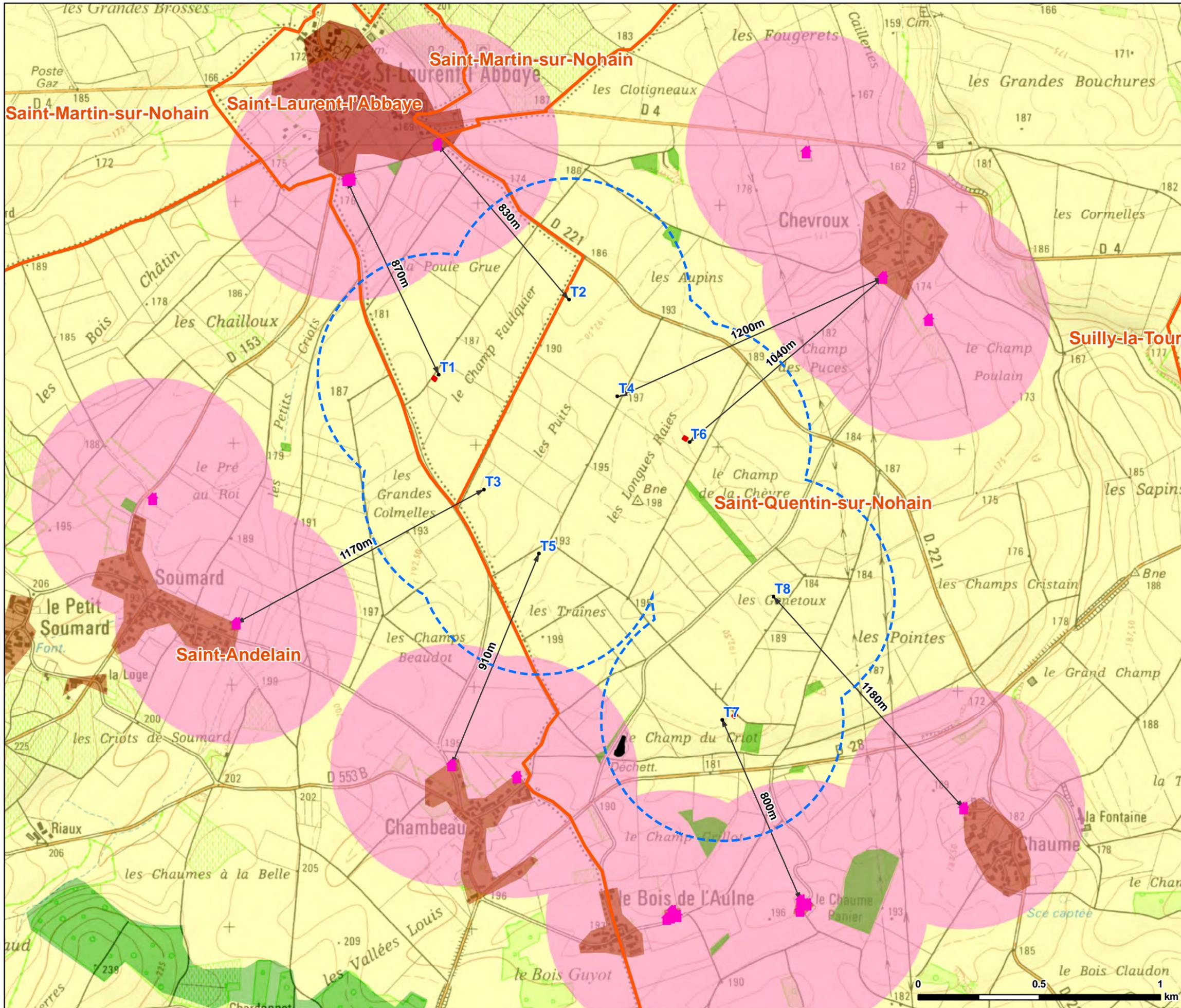
RES
 "LA FONTAINE"
 330 RUE DU MOURELET
 Z.I. DE COURTINE
 84000 AVIGNON, FRANCE
 TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
 FAX +33 (0) 4 32 76 03 01



1.3. Description de l'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 peuvent représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels).





Projet

- Embase de l'éolienne
- Structure de livraison
- ▭ Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Environnement humain

- Habitation proche du projet
- Zone tampon de 500m autour des habitations proches du projet
- ♻ Déchetterie

Occupation du sol

- Territoires artificialisés
- Territoires agricoles
- Forêts et milieux semi-naturels

Données administratives

- ▭ Limite communale

Source : GEOFLA, Corine Land Cover 2012, numérisation du SCAN 25

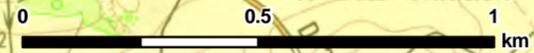


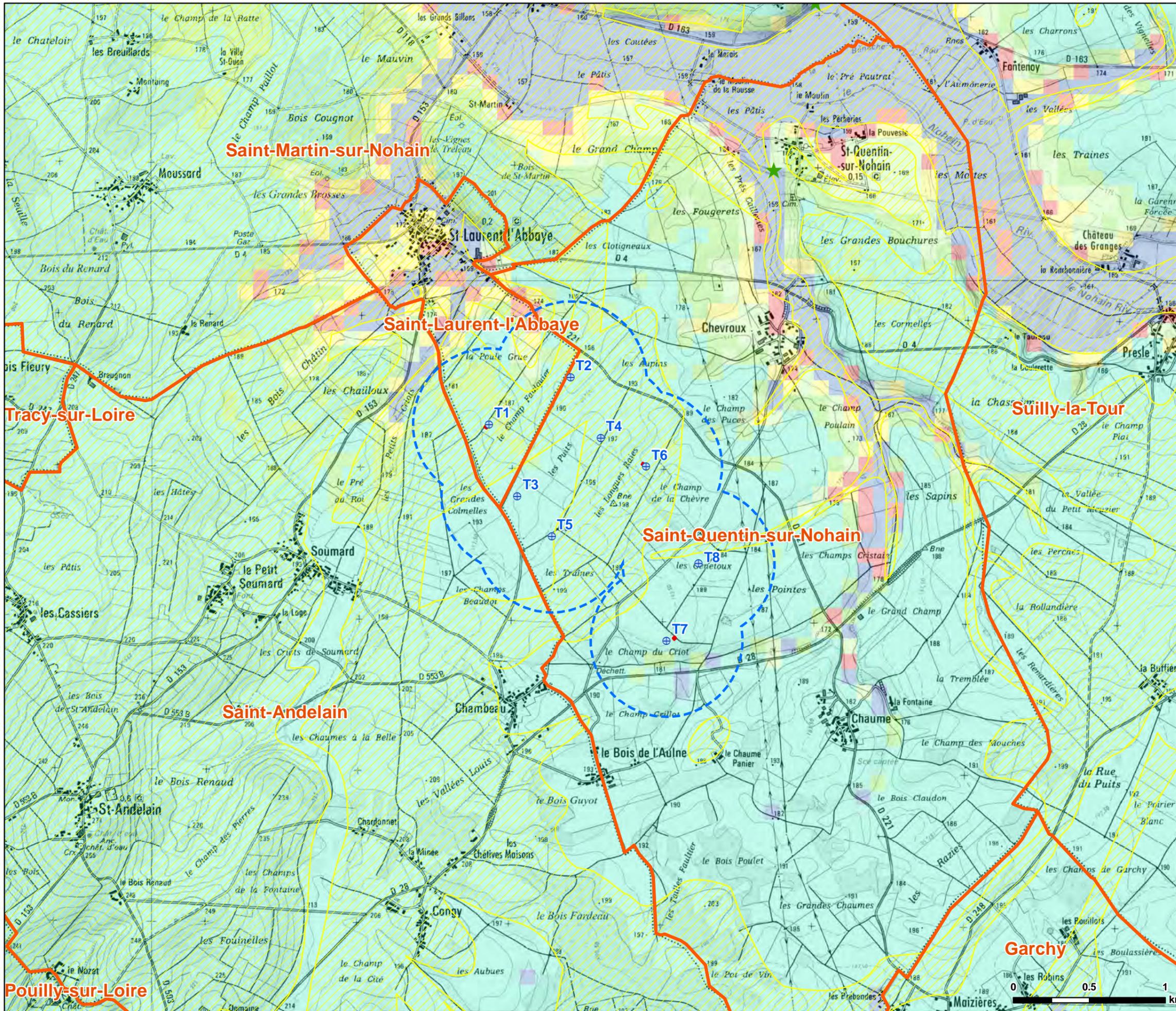
Projet éolien de Vents de Loire

Environnement humain

CARTE N°	02984D2827-02
FORMAT	A3
ECHELLE	1:15 000
COORDS	L93
DATE	130217

RES
"LA FONTAINE"
330 RUE DU MOURELET
ZI DE COURTINE
84000 AVIGNON, FRANCE
TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
FAX +33 (0) 4 32 76 03 01





Projet

- Eolienne
- Structure de livraison
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Risque inondation par remontée de nappes

- Aléa
- Sensibilité très forte - Nappe affleurante
 - Sensibilité forte
 - Sensibilité moyenne
 - Sensibilité faible
 - Sensibilité très faible
 - Sensibilité très faible à inexistante

Risque retrait et gonflement des argiles

- Aléa
- Faible
 - Moyen
 - Cavité - ouvrage civil

Données administratives

- Limite communale

Source : BRGM / DREAL Bourgogne



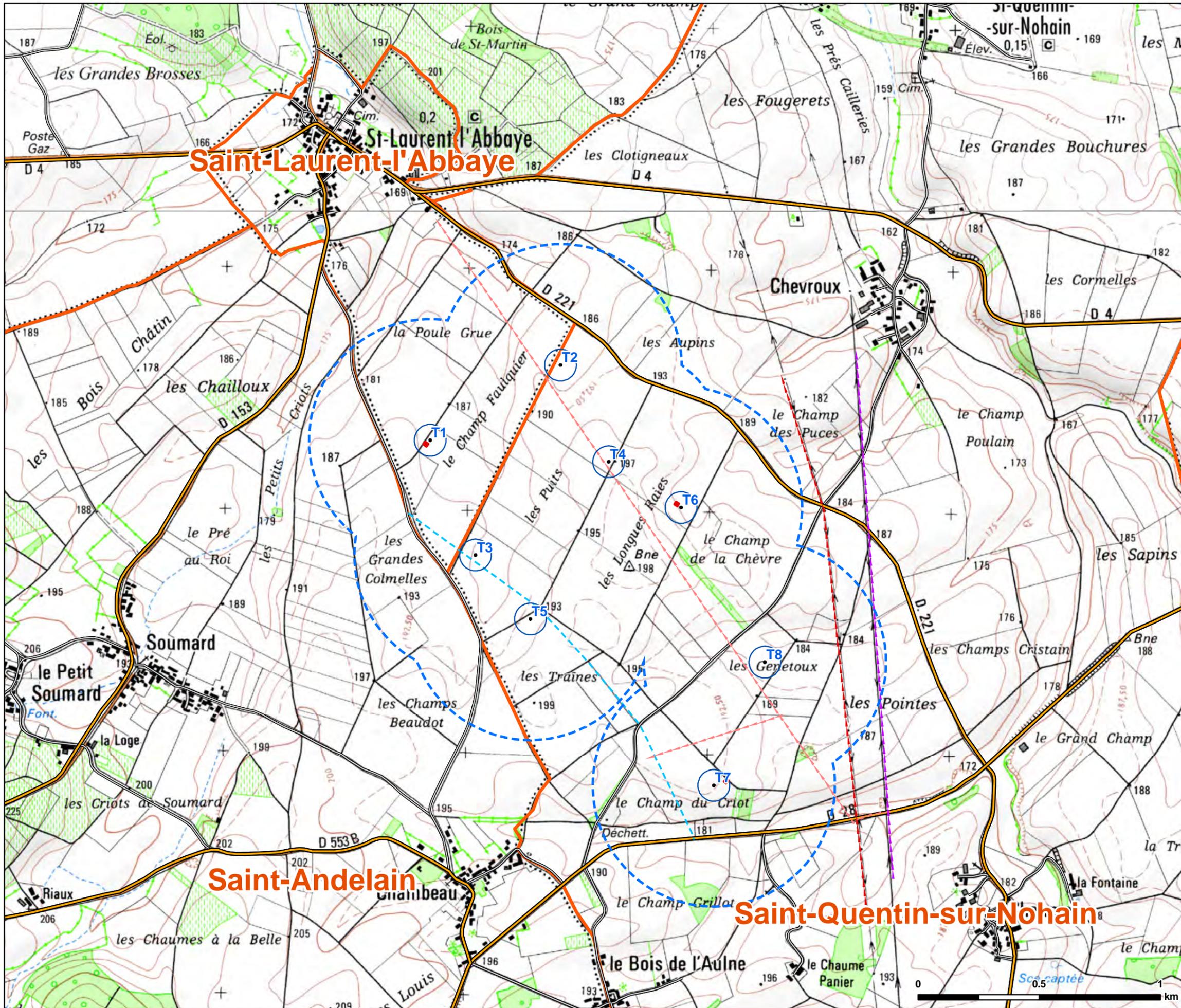
Projet éolien de Vents de Loire

Risques naturels

CARTE N°	02984D2828-02
FORMAT	A3
ECHELLE	1:24 000
COORDS	L93
DATE	130217
SCAN1000 - Copyright IGN	Reproduction interdite.

LA FONTAINE
330 RUE DU MOURELET
ZI DE COURTINE
84000 AVIGNON, FRANCE
TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
FAX +33 (0) 4 32 76 03 01





Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Structure de livraison
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Infrastructures

- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
- Route communale et chemin
- - - Fibre optique proche du projet
- Ligne électrique proche du projet
- - - 20kV
- - - 63kV
- - - 400kV

Données administratives

- Limite communale

Source : GEOFLA, Corine Land Cover 2012, IGN



Projet éolien de Vents de Loire

Environnement matériel

CARTE N°	02984D2829-02		
FORMAT	A3	ECHELLE	1:15 000
COORDS	L93	DATE	130217
SCAN100D - Copyright IGN Reproduction interdite.			

RES
"LA FONTAINE"
330 RUE DU MOURELET
ZI DE COURTINE
84000 AVIGNON, FRANCE
TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
FAX +33 (0) 4 32 76 03 01

1.3.1. ENVIRONNEMENT HUMAIN

- Zones urbanisées

Le tableau suivant fournit les distances minimales entre une éolienne du projet Vents de Loire et une habitation isolée, un hameau, un village et une zone urbanisable.

Type environnement humain	Nom du lieu habité et distance à l'éolienne la plus proche	Caractéristiques / nb habitants
Habitations isolées les plus proches	<p>Le Bois de l'Aulne – commune de Saint-Andelain : 860 m au sud-sud-ouest de T7</p> <p>Chambeau – commune de Saint-Andelain : 890m au sud ouest de T7</p> <p>Chaume – commune de Saint-Quentin-sur-Nohain : 1 060 m à l'est-sud-est de T7</p> <p>Chevroux – commune de Saint-Quentin-sur-Nohain : 1 040 m au nord-est de T6</p> <p>Le Chaume Panier – commune de Saint-Quentin-sur-Nohain : 800 m au sud-est de T7</p>	Le Chaume Panier est une ferme isolée.
Village le plus proche	<p>Saint-Quentin-sur-Nohain : 1 960 m au nord-est de T2</p> <p>Saint-Laurent-l'Abbaye : 830 m au nord-ouest de T2</p> <p>Saint-Andelain : 3 400 m au sud-ouest de T3</p>	<p>Maison la plus proche au sud du village de Saint-Quentin-sur-Nohain – 118 habitants sur la commune*</p> <p>Maison la plus proche au sud-est du village de Saint-Laurent-l'Abbaye – 234 habitants dans la commune*</p> <p>Maison la plus proche à l'est de Saint-Andelain – 535 habitants dans la commune*</p>
Zones urbanisables les plus proches	Les communes concernées par l'aire d'étude ne disposent pas de document d'urbanisme. Les zones susceptibles d'être urbanisées se situent donc à proximité immédiate des constructions existantes (voir ci-dessus). Il n'y a donc aucune Zone à Urbaniser dans l'aire d'étude.	<p>Saint-Quentin-sur-Nohain – 118 habitants sur la commune*</p> <p>Saint-Laurent-l'Abbaye – 234 habitants dans la commune*</p> <p>Saint-Andelain – 535 habitants dans la commune*</p>

*référence : INSEE 2012.

- **Etablissement recevant du public**

La zone d'étude ne comporte aucun établissement (ERP) recevant du public.

- **Installations classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)**

Il n'existe pas d'établissement SEVESO dans la zone d'étude. Toutefois, une déchetterie se situe à 460 m de l'éolienne T7 et donc dans l'aire d'étude de dangers, sur la commune de Saint-Quentin-sur-Nohain. Selon la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, elle est soumise à déclaration sous la rubrique n° 2710. Sur la base des données de fréquentation communiquée par la Communauté de Communes Loire et Vignoble, il est considéré que la déchetterie entraîne en moyenne 15,8 personnes par heure dans l'aire d'étude de dangers de l'éolienne T7 environ.¹

- **Zone de loisir**

Il n'existe aucune zone de loisir dans et à proximité de la zone d'étude.

- **Autres activités**

Les principales activités au sein de la zone d'étude sont liées à l'agriculture, notamment d'orge, de blé et de colza. Il n'y a pas de sentier touristique au sein de la zone. La zone est donc faiblement fréquentée.

1.3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

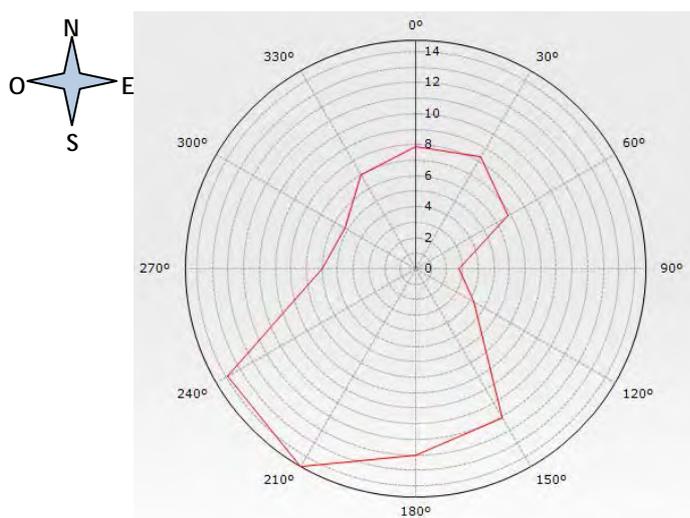
- **Contexte climatique**

Le site du parc éolien « Vents de Loire » est situé dans un climat de type océanique dégradé.

Vent

Des mesures de vent sont réalisées depuis avril 2015 sur un mât de 103 mètres de haut sur le site du parc éolien « Vents de Loire » sur la commune de Saint-Quentin-sur-Nohain. Ces données locales sont corrélées à des données long terme.

La distribution des fréquences de vitesses du vent et la rose des vents ainsi obtenues sont présentées ci-après.



Rose des vents corrélés sur le long terme sur le site Vents de Loire (Source : RES)

¹ D'après l'Arrêt n°11BX00722 du 29 mars 2012 de la Cour Administrative d'Appel de Bordeaux, une déchetterie n'est pas considérée comme un Etablissement Recevant du Public.

La rose des vents mesurée au mât de mesure est représentative des directions observées au niveau régional avec des **vents dominants de sud-ouest et une sous-dominante nord-est**.

La vitesse moyenne au long-terme issue de cette campagne de mesures est d'environ 6 m/s à 100 m de hauteur.

Températures et précipitations

Le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de 18,7°C à Nevers et le mois le plus froid est janvier avec 3,2°C, soit une amplitude thermique annuelle de 15,5°C.

La température moyenne annuelle est fraîche avec 10,5°C. On recense également en moyenne chaque année 73 jours de gel, 17 jours de fortes gelées (< -5°C) et 6,0 jours sans dégel.

Le cumul des précipitations sur le site du projet éolien « Vents de Loire » est relativement faible (800,5 mm) mais celles-ci sont régulières sur l'année, avec toutefois un pic au printemps et en automne.

Le nombre de jours de neige (15,8 j/an), d'orage (22,3 j/an) et de brouillard (53,4 j/an) confirme le caractère contrasté des conditions météorologiques sur le projet Vents de Loire et donc l'influence continentale du climat.

- **Risques naturels**

L'analyse des risques naturels s'appuie sur les bases de données et informations que l'Etat est tenu de mettre à disposition de l'ensemble des citoyens. Le site Prim.net et le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) de la Nièvre (2013) ont été utilisés pour déterminer les niveaux d'enjeux des risques naturels sur le parc éolien « Vents de Loire ».

Communes	Zone de sismicité	Mouvement de terrain	Inondation	Atlas des zones inondables	Événements reconnus en l'état de catastrophe naturelle
St-Laurent-l'Abbaye	1 (très faible)	-	-	-	Tempête : 1982 (1 fois) Inondations, coulées de boues et mouvements de terrain : 1999 (1 fois) Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 2003 (1 fois)
St-Quentin-sur-Nohain	1 (très faible)	-	Commune concernée par un risque d'inondation	Risque de remontée de nappes	Tempête : 1982 (1 fois) Inondations, coulées de boues et mouvements de terrain : 1999 (1 fois)
St-Andelain	1 (très faible)	-	-	-	Tempête : 1982 (1 fois) Inondations, coulées de boues et mouvements de terrain : 1999 (1 fois) Inondations et coulées de boues : 1995, 2008 (2 fois)

Les risques majeurs sur les communes de l'aire d'étude
(Sources : prim.net et DDRM 58)

Foudre

Au niveau de la zone d'étude, Météorage recense en moyenne 22,3 jours d'orage par an ce qui correspond à la moyenne nationale (22 jours d'orage pour 1,57 impact par an). La densité de foudroiement est de plus inférieure à la moyenne nationale avec 1,03 impact de foudre par an et par km².

Compte tenu des normes en vigueur sur les installations éoliennes, le risque lié à la foudre est donc faible sur le site Vents de Loire.

Tempêtes

Des vents violents, le plus souvent sous forme de rafales, sont susceptibles de survenir sur le site des Vents de Loire, soit lors de tempêtes hivernales comme ce fut le cas en 1983 ou lors de violents orages.

Les rafales de vent à la station météo de Nevers-Marzy ne dépassent les 100 km/h que 0,8 jour par an en moyenne. Les principales tempêtes de ces 30 dernières années sur les communes de Saint-Quentin-sur-Nohain, Saint-Andelain et Saint-Laurent-l'Abbaye furent celles de l'hiver 1983 avec des rafales de vent ayant atteint 37 m/s.

Les rafales les plus puissantes enregistrées à 103 mètres de haut au niveau du mât de mesure de Saint-Quentin-sur-Nohain sur la période du 8 avril 2015 au 31 avril 2016 ont atteint 30,4 m/s (109 km/h) pendant 3 secondes (le 09/02/2016 à 11h30) et 29,4 m/s (106 km/h le 09/02/2016 à 13h10). Les éoliennes implantées en France sont conçues pour résister à de tels événements climatiques (rafales de 190 km/h pendant 3 secondes). Le risque lié aux tempêtes est donc faible.

Incendies

Les communes de la zone d'étude ne présentent pas de sensibilité particulière vis-à-vis du risque d'incendie (source : prim.net, DDRM 58).

Inondations

La commune de Saint-Quentin-sur-Nohain est concernée par ce risque en raison de crue du Nohain. Cependant, la zone d'étude est située sur un plateau surplombant la vallée du Nohain, et n'est donc pas concernée par ce risque. Les inondations par remontée de nappe sont présentées comme une risque faible à inexistant sur la zone d'étude.

Le risque d'inondation peut donc être considéré comme faible au sein la zone d'étude.

Stabilité des sols : Mouvements de terrain, retrait-gonflement des argiles et cavités

Aucun mouvement de terrain, aucune cavité n'ont été recensés au niveau de la zone d'étude.

L'aléa de retrait gonflement des argiles au sein de la zone d'étude est a priori nul et localement moyen au niveau de la route départementale RD28.

D'après le BRGM, d'anciennes minières de fer sont présentes au niveau des lieux-dits « Chevroux » et « Champ du Puit » sur la commune de Saint-Martin-sur-Nohain. Ces minières ne sont pas précisément référencées ni localisées. Les sondages géotechniques précédant la mise en œuvre du projet permettront de dimensionner les fondations en intégrant cet élément si ces minières venaient à être rencontrées.

1.3.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL

- Voies de communication

Les routes à proximité de la zone d'études sont listées dans le tableau ci-dessous.

Type de transport, numéro	Trafic journalier	Distance minimale à l'installation
D221 / RD4 Saint-Laurent-l'Abbaye – RD125 Garchy	Comptage antérieur à 2014 : 92 véhicules/jour (voie de circulation non structurante)	180 m de l'éolienne T2
D28 / RD28A Pouilly-sur-Loire – RD4 Suilly-La-Tour	Comptage antérieur à 2014 : 270 véhicules/jour (voie de circulation non structurante)	200 m de l'éolienne T7
D4 / RD28 Saint-laurent-l'Abbaye – RD4 Suilly-La-Tour	Comptage antérieur à 2014 : 476 véhicules/jour (voie de circulation non structurante)	> 500 m des éoliennes
Route Communale entre Saint-Laurent-l'Abbaye et Chambeau	Faible trafic (voie de circulation non structurante)	135 m de l'éolienne T3
Route Communale entre Chevroux et Chambeau	Faible trafic (voie de circulation non structurante)	150 m de l'éolienne T8

Il s'agit uniquement de routes départementales et communales peu fréquentées (réseau routier secondaire).

- Réseaux publics et privés

Les lignes électriques présentes sur la zone d'étude de dangers sont listées dans le tableau suivant.

Ligne électrique	Distance à l'éolienne la plus proche
Ligne HT 400 kV Bayet – Gauglin 1	315 m de l'éolienne T8
Ligne HT 400 kV Gauglin – Saint-Eloi	458 m de l'éolienne T6
Ligne HT 63 kV Garchizy – Perroy – Beffes	460 m de l'éolienne T8
Ligne MT 20 kV desservant St-Laurent-l'Abbaye	15 m de l'éolienne T4 75 m de l'éolienne T8 80 m de l'éolienne T2 190 m de l'éolienne T7 155 m de l'éolienne T6

T2, T4, T6 et T8 se situent à une distance inférieure aux préconisations des gestionnaires de ces réseaux. Afin d'assurer la sécurité du réseau, les lignes électriques seront donc enterrées par ces gestionnaires (ENEDIS) sur la distance nécessaire pour respecter les préconisations avant la construction des éoliennes.

Par ailleurs, il existe une ligne de télécommunication enterrée au sein de la zone d'étude, mais aucun risque n'y est associé.

Aucun autre réseau public ou privé n'est situé dans l'aire d'étude de dangers.

- **Autres ouvrages publics**

Aucun autre ouvrage (exemple : barrages, digues, châteaux d'eau, bassins de rétention) n'est situé dans la zone d'étude.

1.4. 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, au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

1.4.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

- **Activité de l'installation**

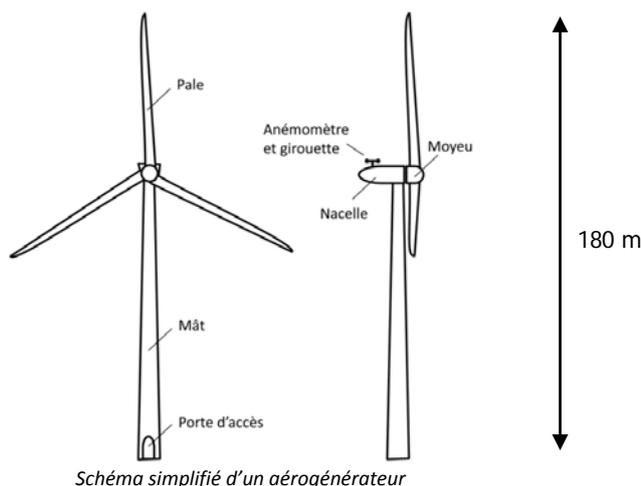
L'activité principale du parc éolien Vents de Loire est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

Capacité de production :	26,4 MW maximum
Energie primaire :	Vent
Technique de production utilisée :	Eolienne
Nombre de machines :	8

- **Composition de l'installation**

Un parc éolien est une centrale électrique, composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes. Pour ce projet :

- Huit éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnées 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 les postes de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien »)
- Trois structures de livraison électrique (composées de deux postes), serviront à concentrer l'électricité des éoliennes et organiser 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 aux postes de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité)
- Un réseau de chemins d'accès
- Un mât de mesure de vent en phase d'étude.



1.4.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

- **Fonctionnement des aérogénérateurs**

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 15 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 40 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite «nominale».

Pour un aérogénérateur de 3,3 MW par exemple, la production électrique atteint 3 300 kW dès que le vent atteint environ 40 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 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

Le tableau ci-dessous permet de recenser tous les éléments présents dans un parc éolien avec leur fonction et caractéristiques propres, pour une éolienne :

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Environ 450 m ³ pour une profondeur d'environ 3 mètres L'étude géotechnique permettra de dimensionner précisément les fondations de chaque éolienne
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Mât de plusieurs tronçons en acier ou en béton. Hauteur totale 114 m ² , diamètre 10 m à la base, de couleur blanc grisé (RAL 7035 ou similaire)
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	Dimensions : 11 x 4 x 4 m Poids : 70 à 90 tonnes
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Rotor de 3 pales relié à la nacelle. La longueur d'une pale est de 65,5 m ³ . (diamètre rotor 131 m)
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Les transformateurs moyenne tension sont situés à l'intérieur de la structure de l'éolienne (nacelle ou mât)
Structure de livraison	Disjoncteur général + compteurs d'énergie + supervision informatique	Deux bâtiments préfabriqués de mêmes dimensions (10,5 x 3 x 3 m) : - poste de livraison normalisé EDF et les systèmes de contrôle du parc éolien ; - circuit bouchon (Filtre de 175 Hz).

- **Sécurité de l'installation**

L'ensemble des dispositions de l'arrêté ministériel en date du 26 août 2011 seront respectées. Ainsi, s'agissant d'une installation classée ICPE, à l'intérieur de laquelle des travaux considérés « dangereux » ont lieu de façon périodique, l'exploitant s'assure également de la conformité réglementaire de ses installations au regard de la sécurité des travailleurs et de l'environnement. Il veille notamment au contrôle par un organisme indépendant du maintien en bon état des équipements électriques, des moyens de protection contre le feu, des protections individuelles et collectives contre les chutes de hauteur, des moyens de levage, des ascenseurs de personnes et des équipements sous pression.

Par ailleurs, conformément à la réglementation ICPE, un suivi environnemental est effectué périodiquement, l'entretien est réalisé selon une périodicité définie dans le manuel d'entretien des éoliennes et l'ensemble des déchets est enlevé, trié puis retraité. Les équipements de sécurité des éoliennes, tels les systèmes de contrôle de survitesse, arrêt d'urgence ou la vérification du boulonnage des tours font l'objet de vérifications de maintenance

² Hypothèse prise pour l'étude de dangers, sur la base d'une éolienne de hauteur maximale en bout de pale de 180m.

³ Hypothèse prise pour l'étude de dangers, sur la base d'une éolienne de hauteur maximale en bout de pale de 180m.

particulières selon des protocoles définis par les constructeurs et suivi dans le cadre du système qualité de l'exploitant.

- **Opérations de maintenance de l'installation**

Depuis 2000, RES exploite des parcs éoliens qu'elle a construit, pour son propre compte ou à compte de tiers. En 2016, le portefeuille de parcs éoliens en exploitation est de 483 MW, soit 265 aérogénérateurs. La société vise à acquérir un maximum d'expertise en interne et veille donc à développer ses capacités d'ingénierie afin de toujours garantir une parfaite maîtrise technique des projets au cours de leur cycle de vie. RES veille par ailleurs à développer des partenariats stratégiques à long terme avec des fournisseurs clef, tels Areva, Schneider Electric, Vestas ou encore Siemens pour réaliser la maintenance des parcs dans des conditions techniques optimales. Par ailleurs, RES s'appuie sur l'expertise d'organismes de contrôle indépendants, tels Dekra ou Bureau Veritas, afin de valider la qualité de la maintenance réalisée.

Le département Exploitation & Maintenance s'assure du suivi des parcs éoliens une fois ceux-ci mis en service et jusqu'à leur démantèlement en fin de vie. Chaque parc éolien est suivi par un superviseur de site dont le rôle est de coordonner les activités techniques et de vérifier les bonnes conditions de sécurité de l'exploitation, notamment auprès des sous-traitants intervenant sur le parc. Il s'assure également de la traçabilité de l'ensemble des opérations par l'usage d'un registre consultable dans chaque éolienne et s'assure de la bonne mise en œuvre sur site de la politique Qualité Sécurité Environnement de RES. En cas d'urgence, un responsable technique de l'exploitant est joignable 7jours/7 grâce à un système d'astreinte.

Par ailleurs, une surveillance à distance 24/24 est établie par la société chargée de l'entretien des machines, en général le constructeur des éoliennes. Cette surveillance permet la remise en service à distance d'une machine à l'arrêt, lorsque possible, et l'envoi de techniciens de maintenance dans les autres cas.

L'exploitant veille également à maintenir, durant toute la vie du parc éolien, des contrats d'entretien concernant les éoliennes et les postes électriques présents sur le parc. Il veille également à l'entretien des chemins et bas côtés dans un souci de protection contre l'incendie.

L'entretien des éoliennes est réalisé par les fabricants qui possèdent toute l'expertise nécessaire, des techniciens formés, la documentation, les outillages, les pièces détachées, selon des contrats d'une durée de 5 à 15 ans. L'objectif de l'entretien est le maintien en état des éoliennes pour la durée de leur exploitation, soient 20 ans minimum, avec un niveau élevé de performance et dans le respect de la sécurité des intervenants ou des riverains.

Le plan d'entretien des éoliennes est rédigé par l'exploitant sur la base des recommandations de chaque constructeur d'éoliennes, et dans le respect des règles ICPE. Chaque constructeur d'éolienne construit ses matériels selon les normes européennes et respecte en particulier la norme IEC61400-1 définissant les besoins pour un plan de maintenance.

Entretien préventif

Typiquement et conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 26 août 2011, l'entretien est réalisé au cours de deux visites annuelles au cours desquelles on s'assure de :

- Etat des structures métalliques (tours, brides, pales) et bon serrage des fixations
- Lubrification des éléments tournants, appoints d'huile au niveau des boîtes de vitesse ou groupes hydrauliques
- Vérification des éléments de sécurité de l'éolienne, dont l'arrêt d'urgence, la protection contre les survitesses, la détection d'incendie
- Vérification des différents capteurs et automates de régulation
- Entretien des équipements de génération électrique
- Tâches de maintenance prédictive : surveillance de la qualité des huiles, état vibratoire...
- Propreté générale

Entretien prédictif

Afin d'optimiser les conditions d'exploitation et de réduire les coûts parfois associés à des arrêts de production non programmés, l'exploitant peut mettre en place un programme de maintenance prédictive qui va au delà des prescriptions usuelles du constructeur.

Cette anticipation de pannes est faite par la surveillance des paramètres d'exploitation des éoliennes, tels que les températures des équipements, l'analyse en laboratoire des lubrifiants et l'analyse des signatures vibratoires de certains équipements tournants. Ainsi, lorsqu'un paramètre dévie de sa plage normale de fonctionnement, l'exploitant déclenche une opération de maintenance ciblée sur le problème détecté, sans qu'une panne n'ait arrêté l'éolienne.

Entretien correctif

Par ailleurs, tout au long de l'année, des interventions sont déclenchées au besoin lorsqu'un équipement tombe en panne. Il s'agit de maintenance corrective dans ce cas. Le centre de surveillance envoie une équipe de maintenance après l'avoir avertie de la nature de la panne observée et des éléments probables pouvant contribuer à la panne.

- **Stockage et flux de produits dangereux**

L'ensemble des déchets générés par la maintenance des éoliennes fait l'objet d'une collecte, d'un tri et d'un retraitement dans un centre agréé.

Une procédure en vigueur chez l'exploitant établit les conditions de gestion des déchets et permet la traçabilité de ce process. En général, le contrat d'entretien du parc régit les conditions de sous-traitance de cette activité à l'entreprise réalisant la maintenance des éoliennes.

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

- **Fonctionnement des réseaux de l'installation - Description du raccordement et des infrastructures annexes**

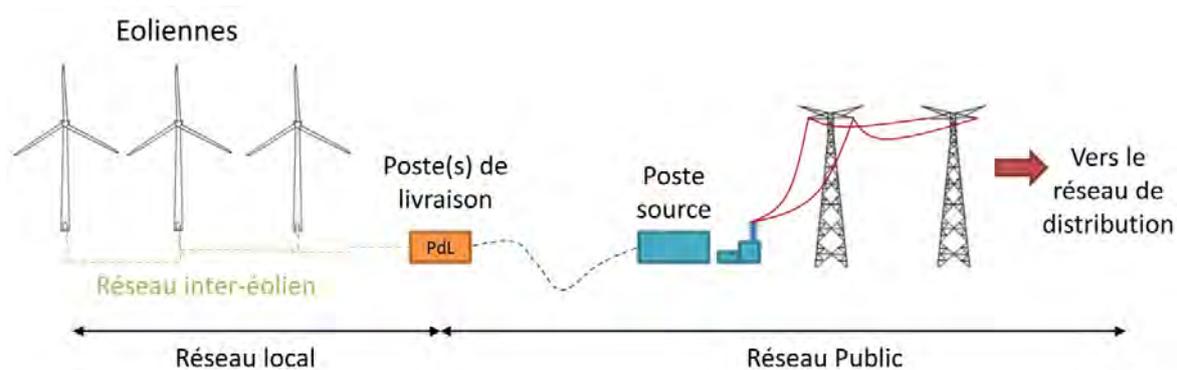


Figure 1 : Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne⁴, 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 d'environ 80 cm. Ce réseau représente une longueur d'environ 5 700 mètres.

⁴ Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

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. De par sa taille en termes de puissance, ce parc possédera trois structures de livraisons (composées de deux postes de livraison).

Les structures de livraison seront situées sur les plateformes des machines T1, T6 et T7.

Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie les trois structures de livraison au poste source d'injection du courant. Le point de raccordement du parc éolien au réseau public Haute Tension (postes sources) et le cheminement du raccordement électrique sont définis par Enedis (ex-ERDF) et réalisés sous leur Maîtrise d'Ouvrage et leur Maîtrise d'Œuvre au titre de l'article 2 du décret du 1^{er} décembre 2011.

La solution privilégiée à ce jour pour le raccordement électrique du parc éolien est un raccordement sur le poste source de Sancerre par l'extension en souterrain du Réseau Public de Distribution 20 kV sur environ 17,0 km.

Autres réseaux

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

1.4.3. CONFORMITE DES LIAISONS ELECTRIQUES INTERIEURES AVEC LA REGLEMENTATION TECHNIQUE EN VIGUEUR (PJ 3)

Conformément au décret n°2014-450 du 2 mai 2014, les éléments justifiant de la conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur figurent dans l'étude de dangers et sont donc présentés dans les pages suivantes.

❖ CARACTERISTIQUES GENERALES

Les principaux éléments électriques constituant un parc éolien sont :

- Les éoliennes produisant de l'énergie électrique par l'intermédiaire d'une génératrice entraînée par la rotation des pâles. En sortie de la génératrice, le niveau de tension est inférieur à 1000 V (BT). Cette tension est ensuite élevée au niveau 20 kV (HTA) par un transformateur protégée par une cellule électrique de type disjoncteur. La sortie du disjoncteur est reliée à des cellules électriques de type interrupteur sectionneur.

- Le poste de livraison livrant toute l'énergie produite au réseau ENEDIS. Ce point de livraison est constitué par un poste électrique préfabriqué en béton normalisé ENEDIS. Ce poste électrique abrite la cellule disjoncteur général du parc ainsi que les compteurs électriques. Il constitue le point d'interface et la limite de propriété entre le réseau public de distribution d'électricité et la centrale de production d'énergie. La tension du réseau public est de 20 kV. Il n'est donc pas nécessaire d'installer un autre transformateur.

- Les câbles reliant les éoliennes entre elles et au poste de livraison de l'énergie : l'énergie produite par les éoliennes est collectée par ces câbles et ramenée au point de livraison où elle est comptée avant d'être envoyée directement sur le réseau de distribution (20 kV).

❖ RESPECT DES NORMES POUR LA CONCEPTION

- Les éoliennes :

Les éoliennes respectent la directive machine pour l'ensemble de la partie allant de la génératrice électrique jusqu'aux bornes du transformateur HTA/BT.

Pour la partie HTA et transformateur, l'ensemble des normes en vigueur est respecté dont la C13 200. Il faut également noter qu'un verrouillage Haute-tension/Basse tension/Transformateur (HT/BT/TR) est réalisé.

- Les postes de livraison :

Les postes électriques du parc éolien respectent l'ensemble des normes de conception électrique en vigueur. Ils respecteront notamment les normes NFC 15 100, NFC 13 100 et NFC 13 200.

- Les câbles électriques HTA :

L'ensemble des câbles électriques HTA seront du type C32 226 (normalisé ENEDIS). Leur installation sera conforme à l'arrêté du 17 mai 2001 illustré par le guide C11 001. Ainsi les câbles seront enterrés à un minimum de 80 cm (tangente supérieure) en bordure des pistes.

❖ VERIFICATION DU RESPECT DES NORMES ET DE LA LEGISLATION**- Vérification par RES :**

Tout au long du chantier, l'entreprise RES réalise des contrôles de qualité interne afin de vérifier notamment l'adéquation entre les plans et l'exécution du chantier, la qualité et la profondeur de l'enfouissement du câble, de tester le fonctionnement à vide du poste de livraison.

- Vérification par ENEDIS (ex-ERDF) :

Afin de garantir que le matériel utilisé n'engendrera pas de perturbation sur son réseau, ENEDIS demande au producteur de lui fournir un dossier « Poste de livraison » où apparaissent la liste et les références de l'ensemble du matériel électrique du poste ainsi que le schéma unifilaire de l'installation. Grâce à cette liste, ENEDIS vérifie que les matériels utilisés sont conformes à ses exigences.

Enfin, une fois le matériel validé, ENEDIS procède au contrôle sur site du réglage de la protection générale du site. Les valeurs de ces réglages sont calculées par ses soins et communiqués au producteur dans la convention de raccordement.

- Vérification par un bureau de contrôle agréé :

Conformément à la législation en vigueur, RES missionnera un bureau de contrôle indépendant reconnu par l'État. Celui-ci procédera au contrôle des installations électriques du parc éolien. Il vérifiera notamment la conformité du poste électrique et des câbles électriques haute-tension aux normes en vigueur.

Le contrôleur établit sur la base de ses contrôles un rapport listant les points conformes ou non-conformes.

Il est important de mentionner ici que le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité n'autorisera pas le raccordement de l'installation tant que l'entreprise RES ne lui aura pas présenté un rapport vierge de remarques de la part du bureau de contrôle.

1.5. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

1.5.1. 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'accident 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.

1.5.2. RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS 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.

1.5.3. LES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

- Liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Evénement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	D221 : 180 m de T2 Route Communale entre Saint-Laurent-l'Abbaye et Chambeau : 135 m de T3 Route Communale entre Chevroux et Chambeau : 150 m de T8
Aérodrome (privé)	Loisir – Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	NA*
Ligne HT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Ligne MT 20 kV desservant Saint-Laurent-l'Abbaye : 15 m de l'éolienne T4 75 m de l'éolienne T8 80 m de l'éolienne T2 190 m de l'éolienne T7 Des contremesures sont déjà en réflexion et présentées ci-avant.
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	NA*

*NA = non applicable = absence de l'infrastructure visée dans le rayon dédié pour l'agression

- **Liées aux phénomènes naturels**

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Intensité maximale des vents observée dans le secteur : 37 m/s (133,2 km/h) en 1983*. L'emplacement n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux. Les éoliennes étant dimensionnées pour supporter des vents jusqu'à 250 km/h, il n'y a pas lieu de proposer de mesures particulières.
Foudre	Le parc éolien respectera la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)
Glissement de sols/ affaissement miniers	Les études géotechniques préalables permettront de dimensionner les fondations de manière à respecter les normes.

1.5.4. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE

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

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m ² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. Des éléments de preuve doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

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

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

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

1.6. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

Les 5 scénarios qui sont étudiés dans l'analyse détaillée des risques sont les suivants :

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

1.6.1. SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité ⁵	Gravité
Effondrement de l'éolienne (S1)	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (180 m de rayon)	Rapide	exposition forte	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieuse Pour les éoliennes T1 à T8
Chute d'élément de l'éolienne (S2)	Zone de survol (65,5 m de rayon)	Rapide	exposition modérée	C	Modérée Pour les éoliennes T1 à T8
Chute de glace (S3)	Zone de survol (65,5 m de rayon)	Rapide	exposition modérée	A	Modérée Pour les éoliennes T1 à T8
Projection de pale (S4)	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Importante Pour l'éolienne T7 Modérée Pour les éoliennes T1 à T6 et T8
Projection de glace (S5)	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne (367,5 m de rayon)	Rapide	exposition modérée	B	Modérée Pour les éoliennes T1 à T8

⁵ A : Courant ; B : Probable ; C : Improbable ; D : Rare ; E : Extrêmement rare

1.6.2. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

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

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	(S4 – T7)*	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	(S1)*	Jaune	Jaune	Rouge
Modéré	Vert	(S4 – T1 à T6 et T8)*	(S2)*	(S5)*	(S3)*

* (Sx) signifie scénario x (voir tableau du paragraphe précédent)

Légende de la matrice

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	Vert	acceptable
Risque faible	Jaune	acceptable
Risque important	Rouge	non acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VIII.6 du volume 3 : Etude de dangers sont mises en place.

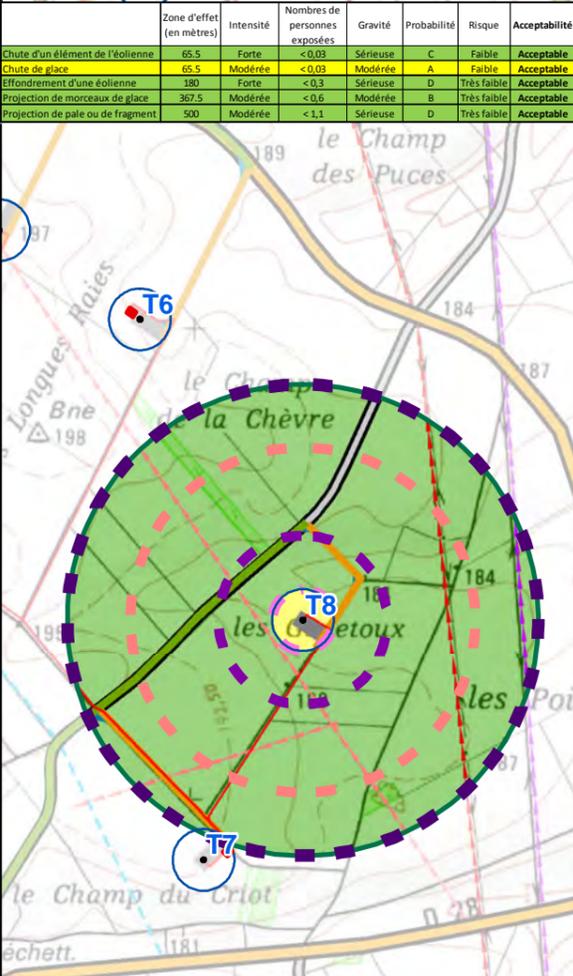
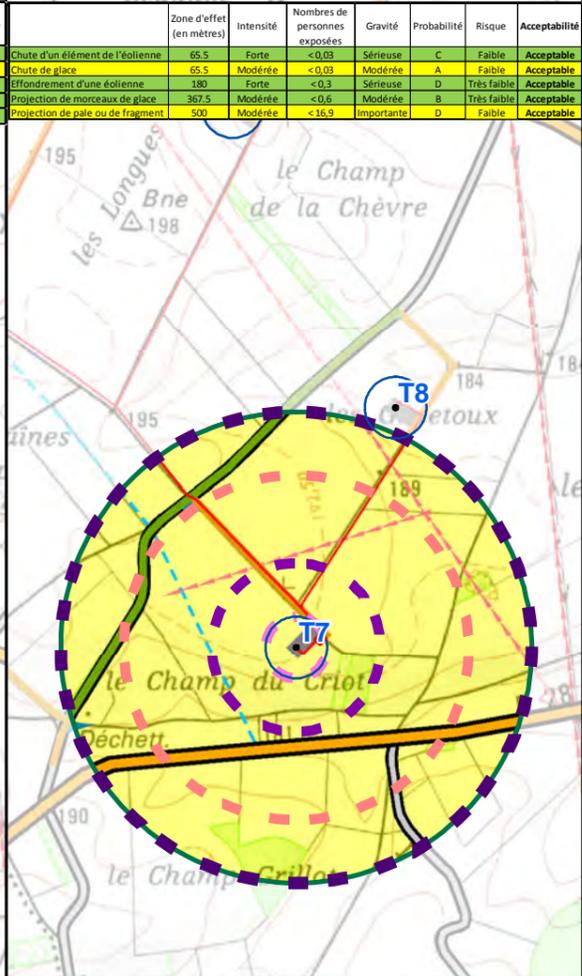
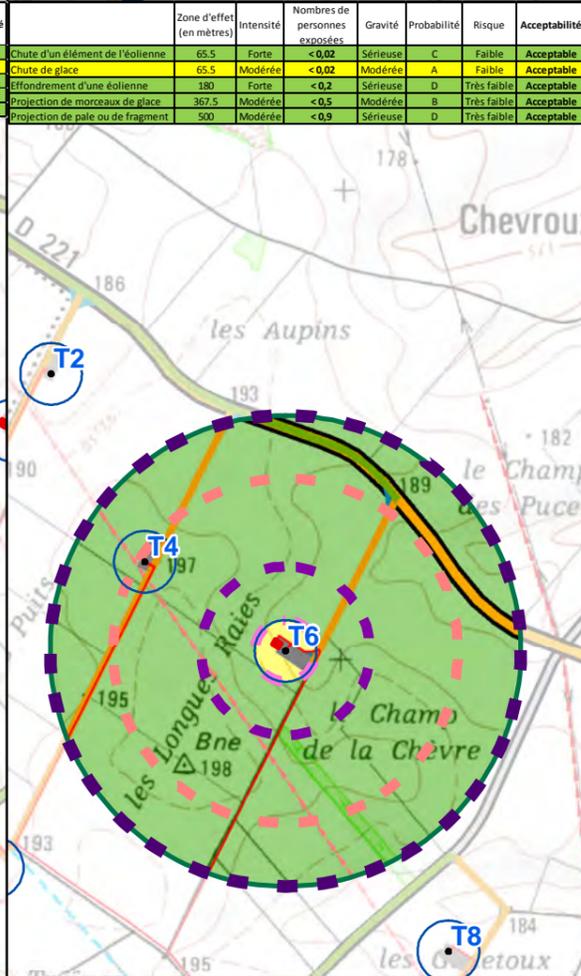
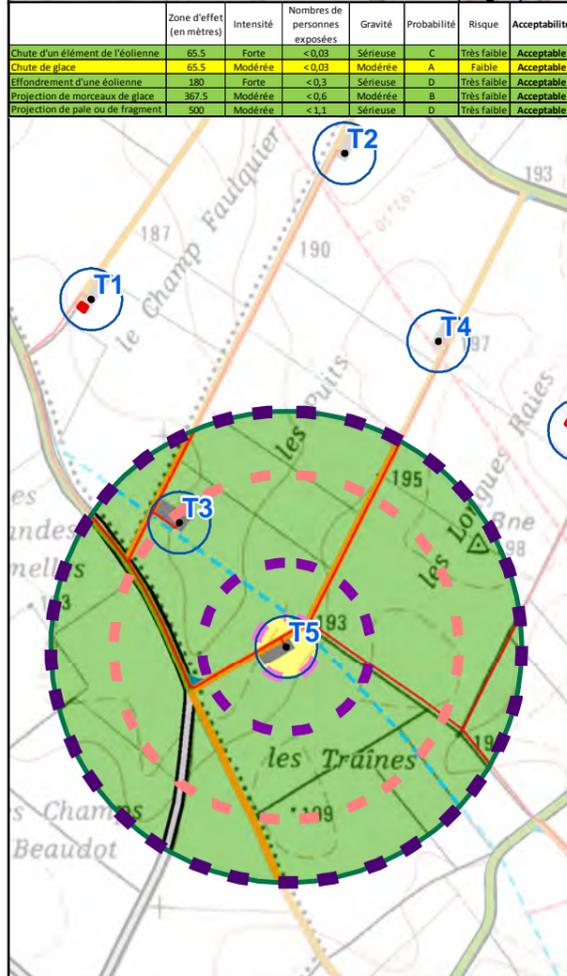
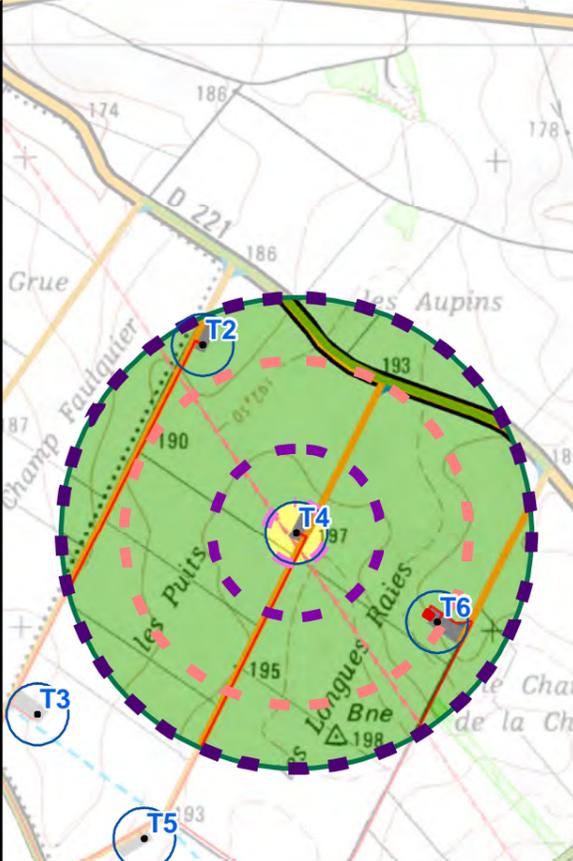
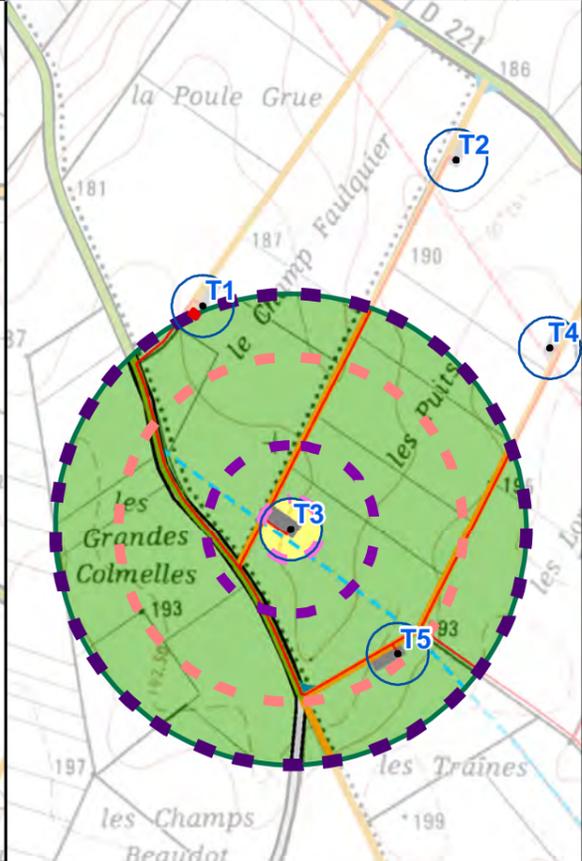
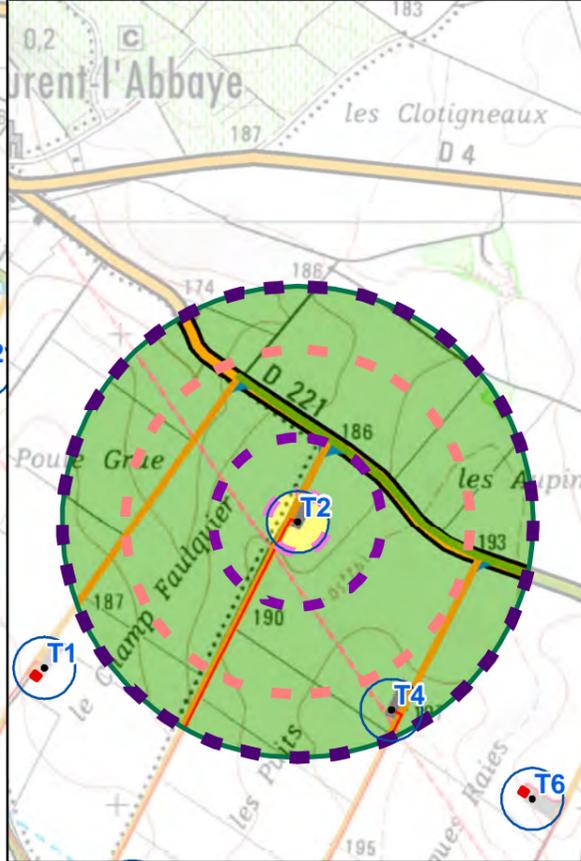
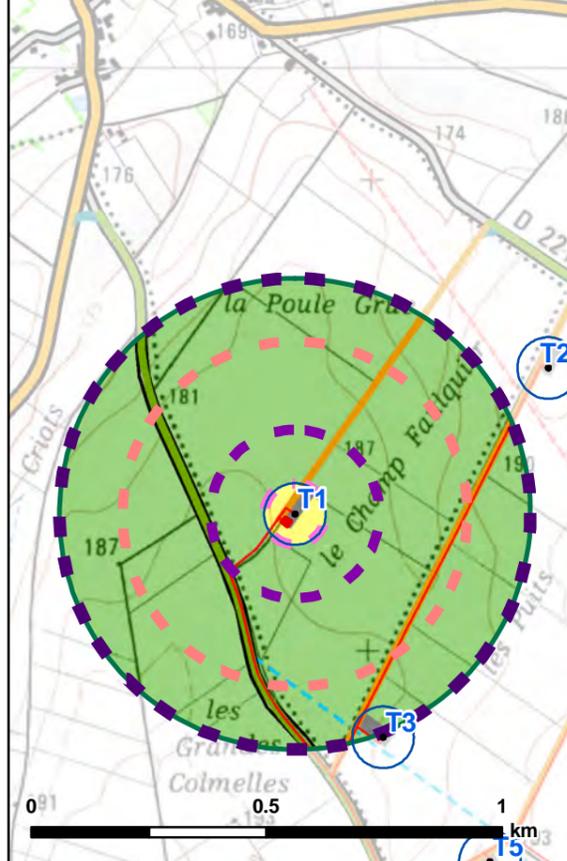


	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65,5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65,5	Moderée	<0,03	Moderée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367,5	Moderée	<0,6	Moderée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Moderée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65,5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65,5	Moderée	<0,03	Moderée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367,5	Moderée	<0,6	Moderée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Moderée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65,5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65,5	Moderée	<0,03	Moderée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367,5	Moderée	<0,6	Moderée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Moderée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65,5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65,5	Moderée	<0,03	Moderée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367,5	Moderée	<0,6	Moderée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Moderée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable



Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Aire de grutage
- Structure de livraison
- Tranchée cable HTA
- Accès existant avec travaux
- Accès à améliorer
- Virage à créer

Infrastructures

- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
- Route communale non structurante et chemin
- Fibre optique proche du projet
- Ligne électrique proche du projet

- 20kV
- 63kV
- 400kV

Périmètres d'analyse des risques

- Périmètre d'analyse du risque de chute de glace et d'éléments de l'éolienne (65,5m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de glace (367,5m)
- Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne (180m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500m)
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers (500m)

Synthèse des risques

- Très faible
- Faible



Projet éolien de Vents de Loire

Synthèse des risques

CARTE N° 02984D2840-03

FORMAT A3 ECHELLE 1:15 000

COORDS L93 DATE 210217

SCAN100D - Copyright IGN
Reproduction interdite.



LA FONTAINE
330 RUE DU MOURELET
ZI DE COURTINE
84000 AVIGNON, FRANCE
TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
FAX +33 (0) 4 32 76 03 01

1.7. Conclusion

Au vu du recensement de l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et fin 2011, il apparaît que le risque est limité et qu'aucune victime n'a été à déplorer jusqu'à présent. Les éoliennes sont aujourd'hui des Installations de plus en plus sûres et fiables. Les constructeurs ont su profiter du retour d'expérience pour améliorer leurs technologies et ainsi limiter les risques d'incident et d'accident. Sur les installations récentes, c'est-à-dire mis en service après le 1er janvier 2000, on dénombre :

- 5 incendies, dont 2 liés à des actes de vandalisme ;
- 1 chute de pale ;
- 3 ruptures ou chutes de fragment de pale ;
- 1 effondrement.

Ces phénomènes ont été étudiés dans la présente étude de dangers.

Les principaux accidents pris en compte dans l'étude sont :

- L'effondrement de l'éolienne dont la probabilité d'occurrence est faible (D) et la gravité sérieuse
- La chute d'élément de l'éolienne dont la probabilité d'occurrence est modérée (C) et la gravité modérée
- La chute de glace dont la probabilité d'occurrence est très forte (A) et la gravité modérée
- La projection d'élément de l'éolienne dont la probabilité d'occurrence est faible (D) et la gravité de modérée ;
- La projection de glace dont la probabilité d'occurrence est forte (B) et la gravité modérée.

Notons tout d'abord que, compte tenu des distances maximales d'éjection des pales aucune habitation ne sera impactée par le risque de bris de pale ou de ruine des éoliennes.

Les résultats obtenus permettent d'ores et déjà de conclure que les niveaux de risques sont faibles à très faibles et acceptables.

L'implantation des éoliennes telle que proposée par RES, ne pose pas du point de vue probabiliste, de risque majeur particulier pour les usagers. La prise de risque sera d'autant plus modérée que la société RES a pris l'engagement d'installer exclusivement des éoliennes certifiées sur le plan européen (Norme CEI 61-400).

Les niveaux de gravité observés sont faibles ou très faibles. Il apparaît que la probabilité de rencontrer un de ces événements aboutie à une acceptabilité correcte du risque.

Pour l'ensemble des phénomènes étudiés, le risque est acceptable pour le parc éolien « Vents de Loire ».



L'ETUDE DE DANGERS



2. PREAMBULE

2.1. Objectif de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par RES pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien « Vents de Loire », que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

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

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien « Vents de Loire » 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 en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques.

2.2. Contexte législatif et réglementaire

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'environnement relative aux installations classées. Selon l'article L. 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'accident 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 éolien s'intéresse prioritairement aux dommages sur les personnes dans la mesure où les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne font 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 danger
- 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 terme 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.

2.3. Nomenclature des installations classées

Conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2011-984 du 23 août 2011, les parcs éoliens sont soumis à la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées :

A. - Nomenclature des installations classées			
N°	DÉSIGNATION DE LA RUBRIQUE	A, E, D, S, C (1)	RAYON (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.....	A	6
	2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :		
	a) Supérieure ou égale à 20 MW.....	A	6
	b) Inférieure à 20 MW.....	D	
(1) A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement. (2) Rayon d'affichage en kilomètres.			

Le parc éolien « Vents de Loire » comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m, à savoir plus exactement 8 aérogénérateurs d'une hauteur maximale en bout de pale de 180 mètres par rapport au sol pour un mât pouvant atteindre 114 mètres de haut. Cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

Conformément aux recommandations de l'inspection des installations classées et en cohérence avec l'article R. 421-2-c du Code de l'urbanisme, la hauteur de mât à considérer en application de cette nomenclature est à prendre nacelle comprise.

3. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

3.1. Renseignements administratifs

L'identité du porteur de projet et de l'exploitant de l'installation projetée est la même et précisée ci-après :

Raison sociale	Eole-RES
Numéro d'immatriculation au RCS	R.C.S. Avignon 423 379 338 N° gestion 2001 B 117
Nom du représentant légal :	Matthieu GUERARD
Qualité:	Directeur Général Délégué
Domicilié professionnellement :	Au siège social de la Société ZI de Courtine 330 rue du Mourelet 84000 Avignon
Téléphone :	04.32.76.03.00

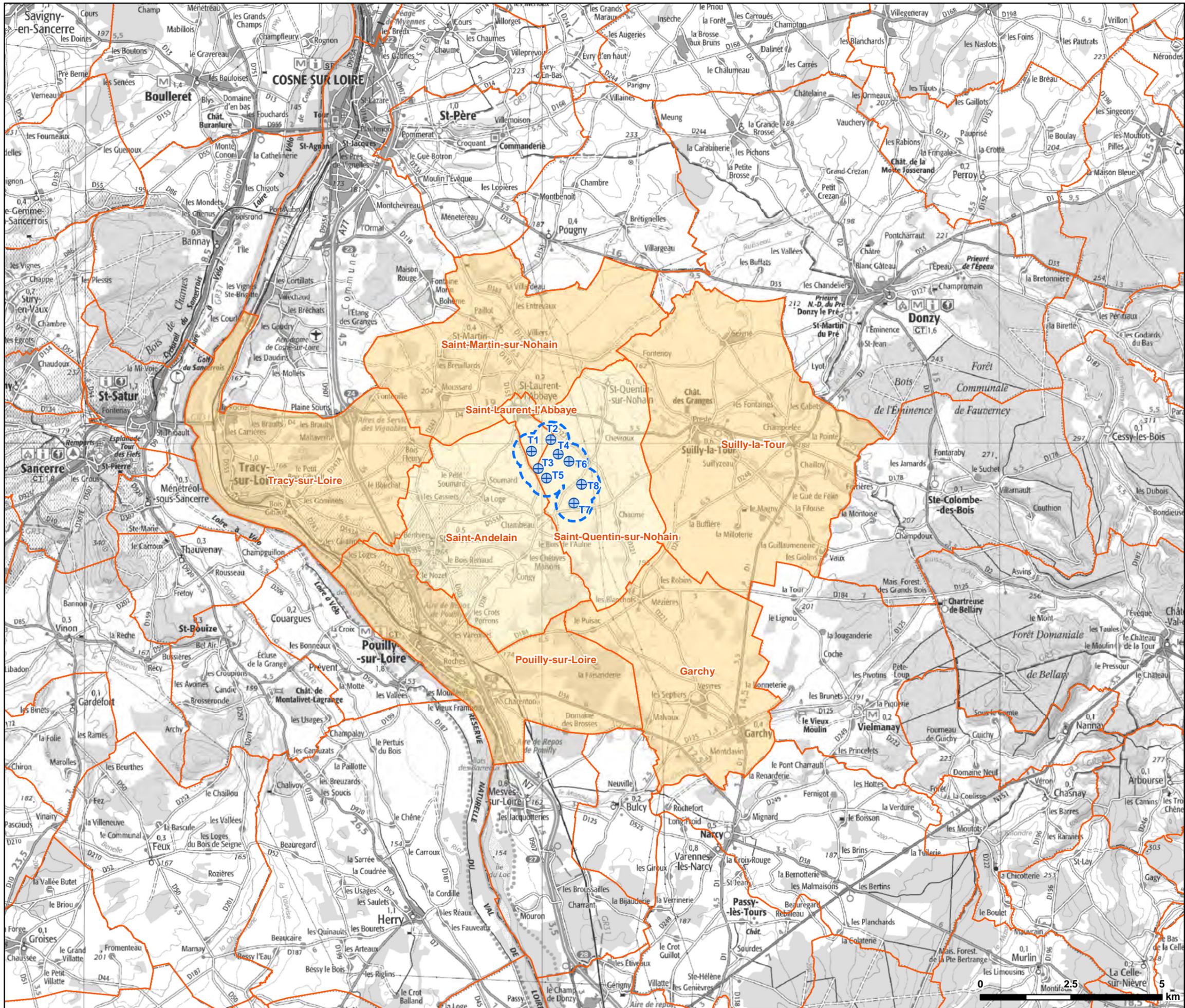
Les personnes ayant réalisé l'étude de dangers sont les suivantes :

Rédacteur(s)	Développement de projet : Dounia Jallouli, Chef de projets Noé Froissart, Assistant chef de projet
--------------	--

3.2. Localisation du site

Le parc éolien « Vents de Loire », composé de 8 aérogénérateurs, est localisé sur les communes de St-Laurent-l'Abbaye et de Saint-Quentin-sur-Nohain, dans le département de la Nièvre (58), en région Bourgogne-Franche-Comté.





Projet

-  Eolienne
-  Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Données administratives

-  Limite communale
-  Commune concernée par l'aire d'étude de danger
-  Commune limitrophe aux communes concernées par l'aire d'étude de danger

Source : GEOFLA



Projet éolien de Vents de Loire

Localisation générale du site

CARTE N°	02984D2825-02		
FORMAT	A3	ECHELLE	1:100 000
COORDS	L93	DATE	130217
SCAN1000 - Copyright IGN Reproduction interdite.			



LA FONTAINE
330 RUE DU MOURELET
ZI DE COURTINE
84000 AVIGNON, FRANCE
TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
FAX +33 (0) 4 32 76 03 01



3.3. Définition de l'aire d'étude de dangers

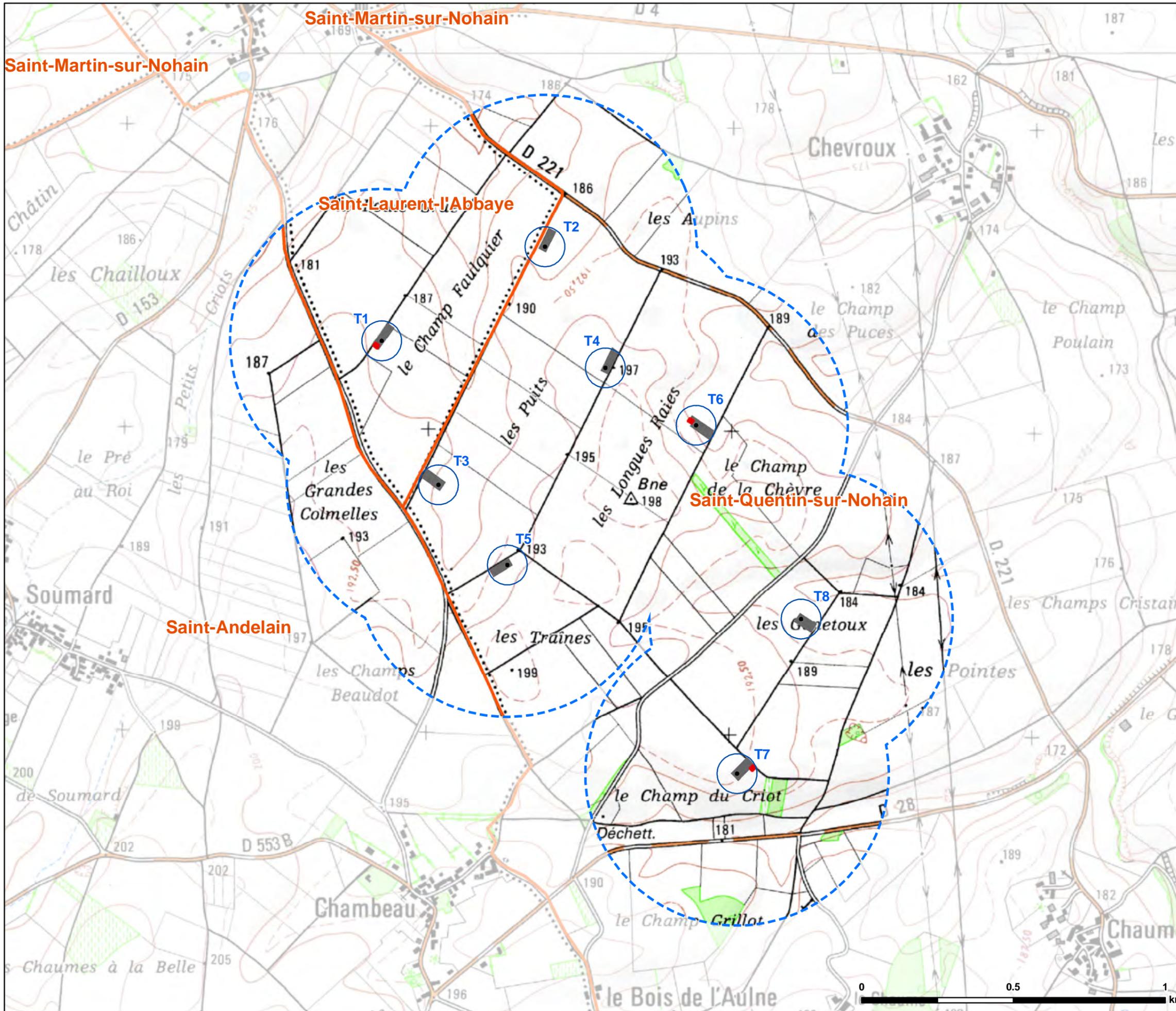
Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

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 8.2.4.

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

Ainsi, l'aire d'étude de dangers s'étend sur les communes de Saint-Laurent-l'Abbaye (58 – Nièvre, Bourgogne-Franche-Comté), de Saint-Quentin-sur-Nohain (58 – Nièvre, Bourgogne-Franche-Comté) et de Saint-Andelain (58 – Nièvre, Bourgogne-Franche-Comté).





Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Structure de livraison
- Aire de grutage
- ⋯ Périètre de l'aire d'étude de dangers (500m)

Données administratives

- ▭ Limite communale

Source : GEOFLA



Projet éolien de Vents de Loire

Définition de l'aire d'étude

CARTE N°	02984D2826-02
FORMAT	A3
ECHELLE	1:12 000
COORDS	L93
DATE	130217

RES
 "LA FONTAINE"
 330 RUE DU MOURELET
 Z.I. DE COURTINE
 84000 AVIGNON, FRANCE
 TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
 FAX +33 (0) 4 32 76 03 01

SCAN1000 - Copyright IGN
 Reproduction interdite.

4. DESCRIPTION DE L'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 (agresseurs potentiels).

4.1. Environnement humain

4.1.1. ZONES URBANISEES

Le tableau suivant fournit les distances minimales entre une éolienne du projet « Vents de Loire » et une habitation isolée, un hameau, un village et une zone urbanisable. Ces informations sont également reportées sur la carte en page suivante.

Type environnement humain	Nom du lieu habité et distance à l'éolienne la plus proche	Caractéristiques / nb habitants
Habitations isolées les plus proches	<p>Le Bois de l'Aulne – commune de Saint-Andelain : 860 m au sud-sud-ouest de T7</p> <p>Chambeau – commune de Saint-Andelain : 910 m au sud de T6</p> <p>Chaume – commune de Saint-Quentin-sur-Nohain : 1 060 m à l'est-sud-est de T7</p> <p>Chevroux – commune de Saint-Quentin-sur-Nohain : 1 040 m au nord-est de T6</p> <p>Le Chaume Panier – commune de Saint-Quentin-sur-Nohain : 800 m au sud-est de T7</p>	Le Chaume Panier est une ferme isolée.
Village le plus proche	<p>Saint-Quentin-sur-Nohain : 1 960 m au nord-est de T2</p> <p>Saint-Laurent-l'Abbaye : 830 m au nord-ouest de T2</p> <p>Saint-Andelain : 3 400 m au sud-ouest de T3</p>	<p>Maison la plus proche au sud du village de Saint-Quentin-sur-Nohain – 118 habitants sur la commune*</p> <p>Maison la plus proche au sud-est du village de Saint-Laurent-l'Abbaye – 234 habitants dans la commune*</p> <p>Maison la plus proche à l'est de Saint-Andelain – 535 habitants dans la commune*</p>
Zones urbanisables les plus proches	Les communes concernées par l'aire d'étude ne disposent pas de document d'urbanisme. Les zones susceptibles d'être urbanisées se situent donc à proximité immédiate des constructions existantes (voir ci-dessus). Il n'y a donc aucune Zone à Urbaniser dans l'aire d'étude.	<p>Saint-Quentin-sur-Nohain – 118 habitants sur la commune*</p> <p>Saint-Laurent-l'Abbaye – 234 habitants dans la commune*</p> <p>Saint-Andelain – 535 habitants dans la commune*</p>

*référence : INSEE 2012.

4.1.2. ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Dans les limites de la zone d'étude, il n'y a pas d'ERP.

4.1.3. INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE)

Il n'existe pas d'établissement SEVESO dans la zone d'étude. Toutefois, une déchetterie se situe à 460 m de l'éolienne T7 et donc dans l'aire d'étude de dangers. Selon la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, elle est soumise à déclaration sous la rubrique n° 2710. Elle est située sur la commune de Saint-Quentin-sur-Nohain, au lieudit « Champ du Criot ». D'après la Communauté de Communes Loire et Vignoble, on compte 2 employés sur site et 13 600 visiteurs par an environ⁶, en étant ouvert sur plusieurs demi-journées totalisant 19 heures d'ouverture sur une semaine.

4.1.4. ZONE DE LOISIR

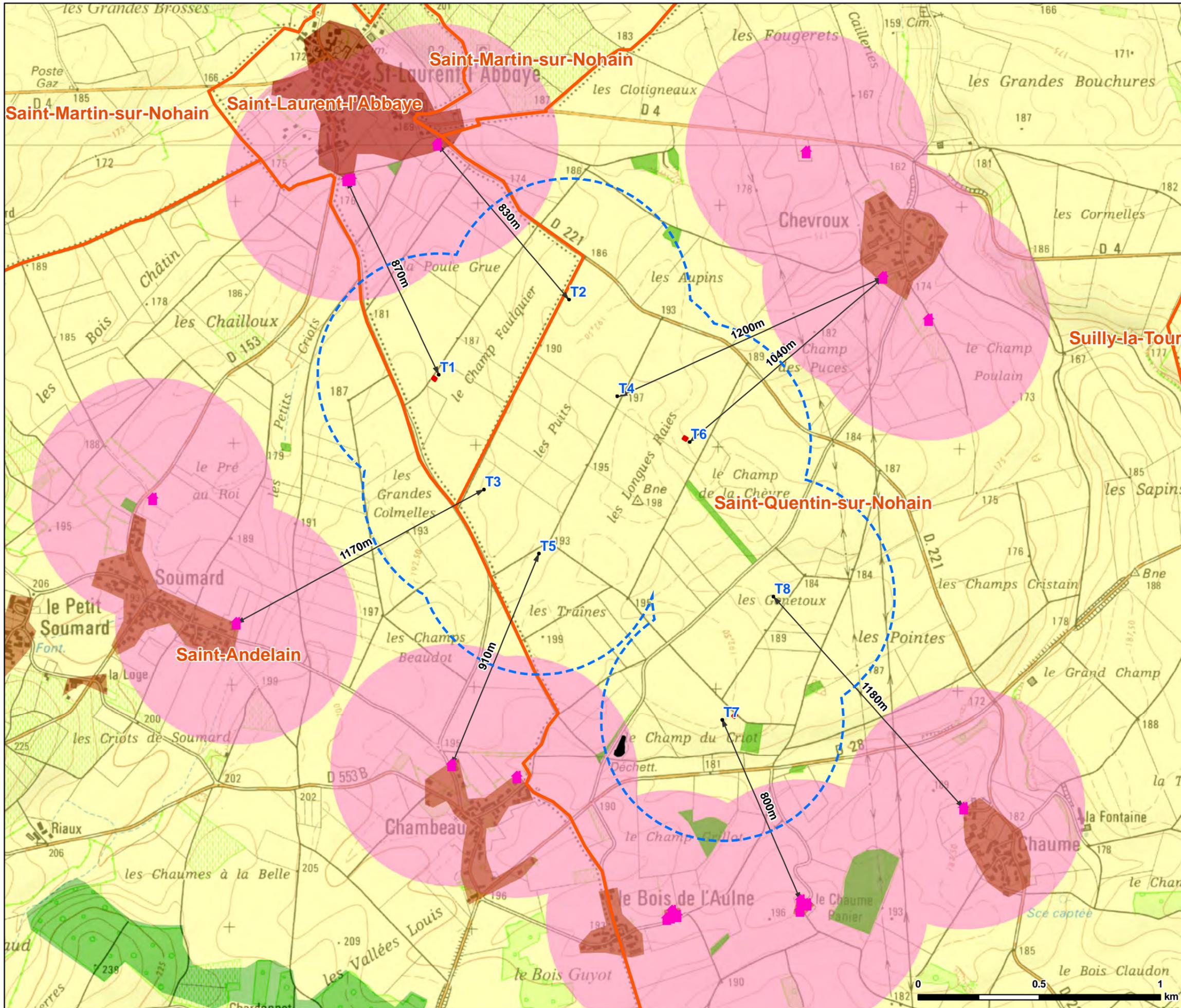
Il n'existe aucune zone de loisir dans la zone d'étude.

4.1.5. AUTRES ACTIVITES

Les principales activités au sein de la zone d'étude sont liées à l'agriculture, notamment d'orge, de blé et de colza. Il n'y a pas de sentier touristique au sein de la zone.

La zone est donc faiblement fréquentée.

⁶ D'après l'Arrêt n°11BX00722 du 29 mars 2012 de la Cour Administrative d'Appel de Bordeaux, une déchetterie n'est pas considérée comme un Etablissement Recevant du Public.





Projet

- Embase de l'éolienne
- Structure de livraison
- ▭ Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Environnement humain

- Habitation proche du projet
- Zone tampon de 500m autour des habitations proches du projet
- ♻ Déchetterie

Occupation du sol

- Territoires artificialisés
- Territoires agricoles
- Forêts et milieux semi-naturels

Données administratives

- ▭ Limite communale

Source : GEOFLA, Corine Land Cover 2012, numérisation du SCAN 25



Projet éolien de Vents de Loire

Environnement humain

CARTE N° 02984D2827-02	
FORMAT A3	ECHELLE 1:15 000
COORDS L93	DATE 130217
 <p style="font-size: 8px;">"LA FONTAINE" 330 RUE DU MOURELET ZI DE COURTINE 84000 AVIGNON, FRANCE TEL +33 (0) 4 32 76 03 00 FAX +33 (0) 4 32 76 03 01</p>	

SCAN1000 - Copyright IGN
Reproduction interdite.

4.2. Environnement naturel

4.2.1. CONTEXTE CLIMATIQUE

Le site du parc éolien « Vents de Loire » est situé dans un climat de type océanique dégradé.

Températures

Le tableau suivant présente les moyennes mensuelles des températures ainsi que le nombre de jours avec gel entre 1971 et 2000 pour la station de Nevers-Marzy située à environ 37 km de l'aire d'étude.

T °C	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
T moy	3,2	4,2	6,7	9,0	13,1	16,1	18,7	18,4	15,1	11,2	6,2	4,1	10,5
Moyenne des Tmax	6,4	8,3	11,8	14,5	18,8	21,9	25	25	21,2	16	10,1	7,3	15,5
Moyenne des Tmin	0,1	0,2	1,7	3,5	7,5	10,3	12,3	11,9	8,9	6,3	2,4	1,0	5,5
Nbre jours avec gel	14,0	13,8	11,5	6,3	0,9	0	0	0	0,4	3,3	9,6	13,2	73,0

*Températures et nombre de jours de gel à la station de Nevers-Marzy (58)- Période : 1971-2000
(Source : Météofrance)*

Le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de 18,7°C à Nevers et le mois le plus froid est janvier avec 3,2°C, soit une amplitude thermique annuelle de 15,5°C.

La température moyenne annuelle est fraîche avec 10,5°C. On recense également en moyenne chaque année 73 jours de gel, 17 jours de fortes gelées (< -5°C) et 6,0 jours sans dégel.

Le climat du projet éolien « Vents de Loire » est de type océanique dégradé, caractérisé par deux saisons très contrastées : une saison chaude et ensoleillée de mai à septembre et une saison froide et peu ensoleillée d'octobre à avril.

Précipitations

Les moyennes mensuelles des précipitations ont été mesurées à la station météorologique de Nevers-Marzy :

P (en mm)	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Moy	64,3	62,7	55,6	63,8	83,2	66,3	56,4	58,9	68,3	76,7	71,2	73,1	800,5
Nb de j	12,3	10,8	10,8	10,5	12,2	9,3	7,7	8,0	8,5	11,0	11,3	12,0	124,3

*Hauteur moyenne mensuelle des précipitations à la station de Nevers-Marzy (58) – Période : 1971-2000
(Source : Météofrance)*

Le cumul des précipitations sur le site du projet éolien « Vents de Loire » est relativement faible (800,5 mm) mais celles-ci sont régulières sur l'année, avec toutefois un pic au printemps et en automne.

Ces précipitations sont susceptibles d'apparaître sous différentes formes :

Données climatiques	Nevers	Moyenne nationale
Pluie	800,5 mm/an	770 mm/an
Neige	15,8 j/an	14 j/an
Orage	22,3 j/an	22 j/an
Brouillard	53,4 j/an	40 j/an

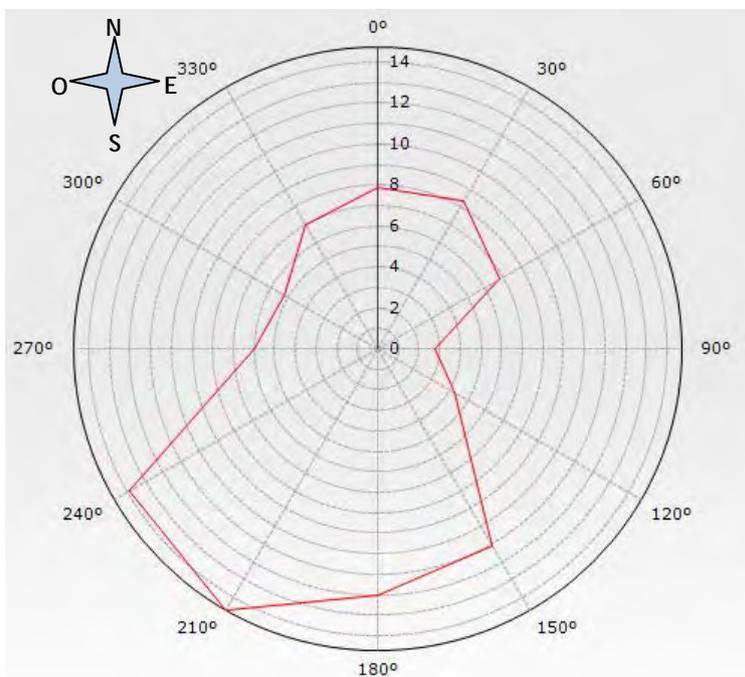
Observations à la station de Nevers-Marzy (58)- Période : 1971-2000
(Source : Météofrance)

Vent

Un mât de mesures de vent de 103 mètres de haut est installé depuis le 8 avril 2015 sur la commune de Saint-Quentin-sur-Nohain. Instrumenté à plusieurs hauteurs (35, 57, 81, 95 et 103 mètres), ce mât fournit des données de vent sur site qui sont corrélées aux données sur le long terme avec des données long-termes ré-analysées MERRA..

Cette instrumentation a permis, entre autres, de collecter les informations suivantes :

-  vitesse du vent,
-  direction du vent,
-  écart type des vitesses de vent,
-  vitesse de vent maximale.



Rose des vents corrélée sur le long terme sur le site des Vents de Loire
(Source : RES)

La rose des vents mesurée au mât de mesures est représentative des directions observées au niveau régional avec des **vents dominants de sud-ouest et une sous-dominante nord-est.**

La vitesse moyenne au long-terme issue de cette campagne de mesures est environ 6 m/s à 100 m de hauteur.

4.2.2. RISQUES NATURELS

L'analyse des risques naturels s'appuie sur les bases de données et informations que l'Etat est tenu de mettre à disposition de l'ensemble des citoyens. Le site Prim.net et le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) de la Nièvre (2013) ont été utilisés pour déterminer les niveaux d'enjeux des risques naturels sur le parc éolien « Vents de Loire ».

D'après ces documents, les trois communes de l'aire d'étude sont soumises aux risques naturels suivants :

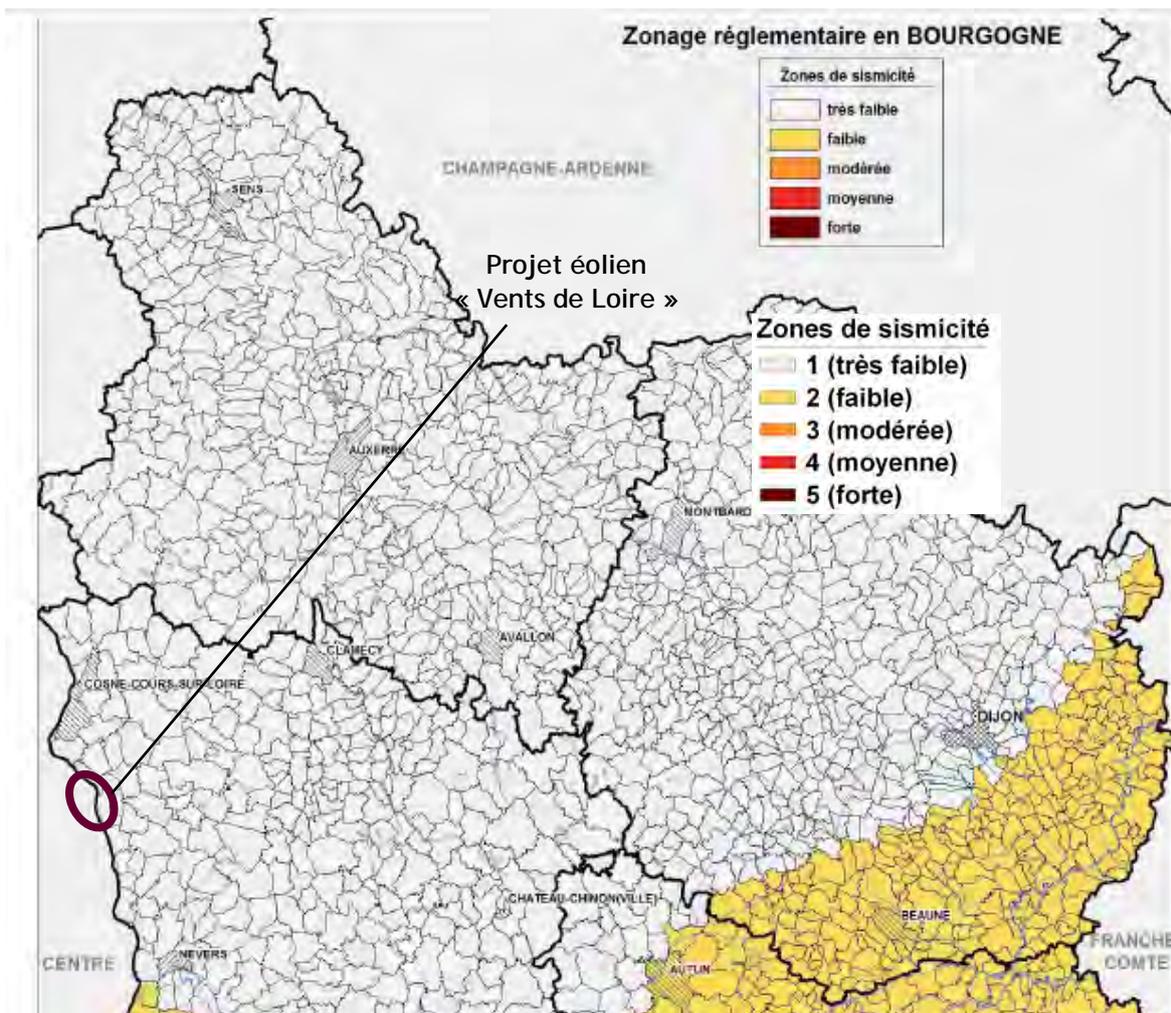
Communes	Zone de sismicité	Mouvement de terrain	Inondation	Atlas des zones inondables	Événements reconnus en l'état de catastrophe naturelle
St-Laurent	1 (très faible)	-	-	-	Tempête : 1982 (1 fois) Inondations, coulées de boues et mouvements de terrain : 1999 (1 fois) Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 2003 (1 fois)
St-Quentin-sur-Nohain	1 (très faible)	-	Commune concernée par un risque d'inondation	Risque de remontée de nappes	Tempête : 1982 (1 fois) Inondations, coulées de boues et mouvements de terrain : 1999 (1 fois)
St-Andelain	1 (très faible)	-	-	-	Tempête : 1982 (1 fois) Inondations, coulées de boues et mouvements de terrain : 1999 (1 fois) Inondations et coulées de boues : 1995, 2008 (2 fois)

Les risques majeurs sur les communes de l'aire d'étude
(Sources : prim.net et DDRM 58)

Les différents risques naturels sont détaillés ci-après.

Sismicité

Selon les décrets n°2010-1254 et n° 2010-1255 du 22 octobre 2010, les trois communes de l'aire de danger se situent zone de sismicité 1. **L'aléa est donc très faible.**



Extrait de la carte du nouveau zonage sismique de la France
(Sources : prim.net et Ministère de l'Écologie et du Développement Durable)

La base de données SisFrance du BRGM ne recense effectivement que deux séismes ressentis avec une intensité de 2 et 3 en 1976 sur les communes de l'aire d'étude de dangers.



Cartes des secousses sismiques survenues dans un périmètre de 50 km autour de l'aire d'étude
(Source : SisFrance – BRGM)

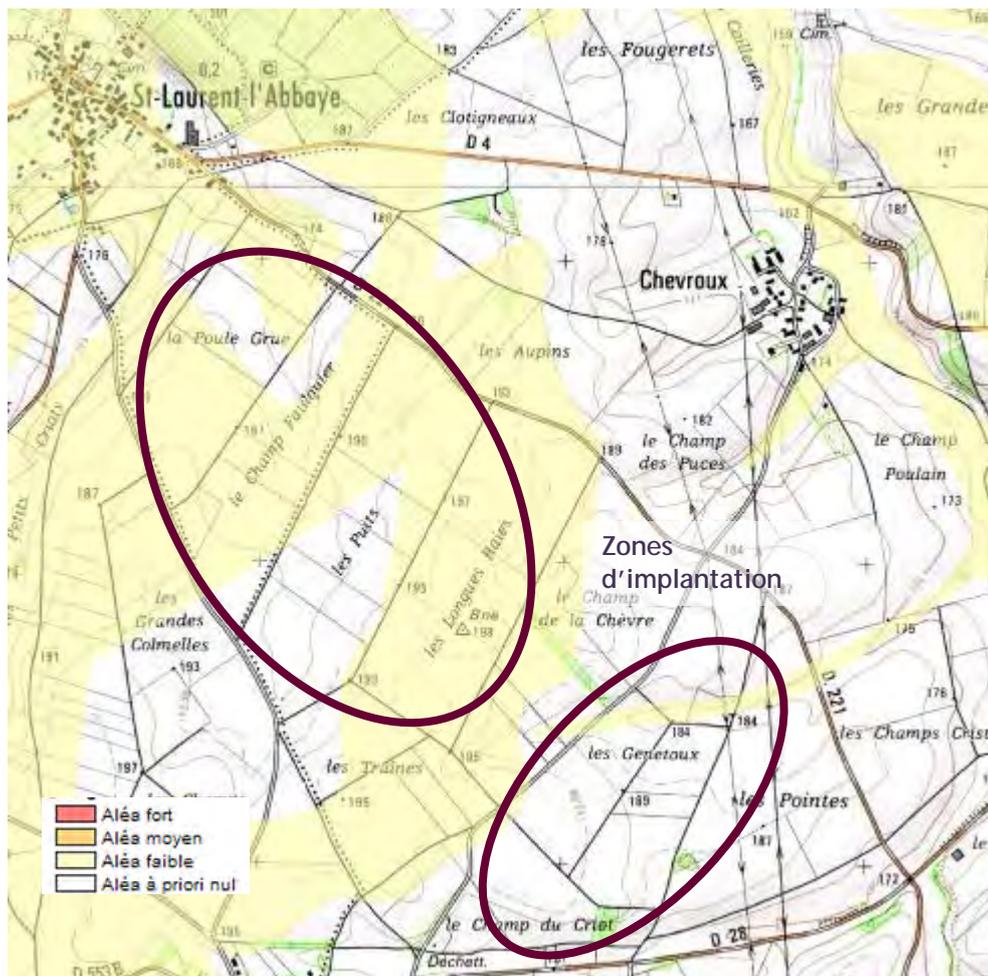
L'aire d'étude du projet n'a jamais été concernée directement par un phénomène sismique. Le risque est donc considéré comme très faible. Ainsi, aucune attestation parasismique ne sera demandée.

Stabilité des sols : Mouvements de terrain, retrait-gonflement des argiles et cavités

D'après le DDRM de la Nièvre, aucune des communes de l'aire d'étude de dangers n'est concernées par ce risque.

Après vérification de la base de données des mouvements de terrain (source : www.georisques.gouv.fr), aucun mouvement de terrain n'est connu sur l'aire d'étude.

De même, d'après la cartographie de la base de données « argiles » du BRGM (source : www.argiles.fr), l'aléa de retrait gonflement des argiles est a priori nul à faible au sein de la zone d'étude.



Carte des aléas retraits et gonflement des argiles
(Source : argiles.fr – BRGM)

La nature calcaire du sous-sol permet de supposer la possible existence de cavités. La consultation de la base de données du BRGM (source : <http://www.georisques.gouv.fr/>) permet de constater qu'aucune cavité n'est répertoriée au sein de l'aire d'étude. Une cavité naturelle est toutefois recensée sur la commune de Saint-Quentin-sur-Nohain, au niveau de Favray :



Carte des cavités (Source : <http://www.georisques.gouv.fr/> – BRGM)

Cette cavité est située à 3 km de l'éolienne la plus proche (T2) et témoigne d'une certaine karstification du calcaire sous-jacent. Toutefois, dans la zone d'étude, aucun véritable karst n'a été mis en évidence. La mise en œuvre du projet sera toutefois précédée de sondages géotechniques qui permettront de dimensionner les fondations des éoliennes et de prévoir les mesures nécessaires si un vide karstique venait à être rencontré.

D'après le BRGM, d'anciennes minières de fer sont présentes au niveau des lieux-dits « Chevroux » et « Champ du Puit » sur la commune de Saint-Martin-sur-Nohain. Constituées de puits ronds et verticaux communiquant avec des galeries souterraines et de vastes excavations, ces minières ne sont pas précisément référencées ni localisées. Là encore, les sondages géotechniques précédant la mise en œuvre du projet permettront de dimensionner les fondations en intégrant cet élément si ces minières venaient à être rencontrées.

Le risque de mouvement de terrain peut donc être considéré comme faible.

Foudre

Le département de la Nièvre possède une densité de foudroiement moyenne avec 2 impact/an/km². A titre comparatif, la valeur la plus faible, en Bretagne est de 0,3, alors qu'elle est de 4,4 pour l'Ardèche.

La consultation de la base de données Foudre de Météorage permet toutefois de préciser ces données sur le secteur réellement concerné par le projet éolien « Vents de Loire ». La densité de foudroiement (ou densité d'arcs) de 1,03 impacts/an/km² au niveau de Saint-Quentin-sur-Nohain, soit pratiquement deux fois moins que la moyenne de la Nièvre et en-dessous de la moyenne nationale (1,57 impacts/an/km²). La situation du site éolien « Vents de Loire » est donc qualifiée de faible vis à vis de ce risque, puisque en-dessous de la moyenne nationale.

Le risque lié à la foudre est donc faible sur le site éolien « Vents de Loire ». Cette composante environnementale est de plus bien connue et prise en compte dans la conception des éoliennes. Ajoutées aux normes de prévention du risque d'incendie, la sensibilité des éoliennes au risque de foudre est faible à très faible.

Tempêtes

Des vents violents, le plus souvent sous forme de rafales, sont susceptibles de survenir sur le site éolien « Vents de Loire ».

Voici ci-dessous, les données de vents violents enregistrées à Nevers entre 1971 et 2000.

Rafales de Vent	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Vmax (m/s)	30	39	34	33	21	25	35	25	22	33	32	32	39
année	1984	1984	1986	1985	1996	1987	1983	1992	1995	1993	1982	1999	1984
Nb de j > 28m/s*	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,8

* 28 m/s = 100 km/h

Données sur les rafales de vents à la station de Nevers-Marzy (58) – Période : 1971-2000

(Source : Météofrance)

Les rafales de vent à la station météo de Nevers-Marzy ne dépassent les 100 km/h que 0,8 jour par an en moyenne. Les principales tempêtes de ces 30 dernières années sur les communes de Saint-Quentin-sur-Nohain, Saint-Andelain et Saint-Laurent-l'Abbaye furent celles de l'hiver 1983 avec des rafales de vent ayant atteint 37 m/s.

Par ailleurs, les rafales les plus puissantes enregistrées à 103 mètres de haut au niveau du mât de mesures de Saint-Quentin-sur-Nohain sur la période du 8 avril 2015 au 31 avril 2016 ont atteint 30,4 m/s (109 km/h) pendant 3 secondes (le 09/02/2016 à 11h30) et 29,4 m/s (106 km/h le 09/02/2016 à 13h10).

Conformément à la norme internationale IEC-61400-1, les éoliennes implantées en France sont conçues pour résister à de tels événements climatiques (rafales de 190 km/h pendant 3 secondes). Le risque lié aux tempêtes est donc faible.

Incendies de forêt

Etant constituée uniquement de terrains agricoles, l'aire d'étude ne comporte pas de boisement. La zone d'étude n'est donc pas concernée par ce risque, qui ne figure d'ailleurs pas dans le Dossier Départemental de Risques Majeurs (DDRM) de la Nièvre.

Le risque d'incendie est donc nul au sein de la zone d'étude.

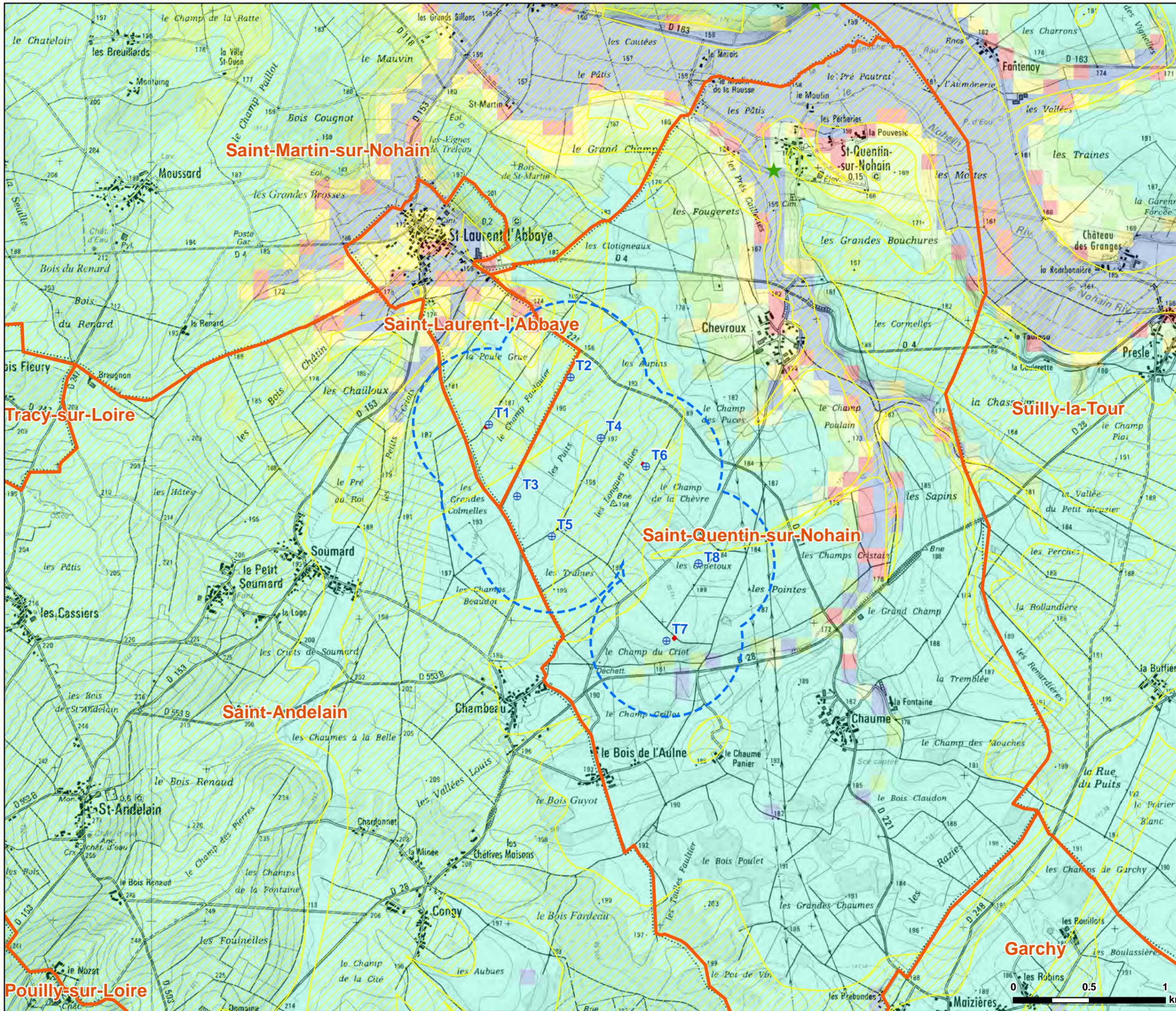
Inondations

D'après le DDRM de la Nièvre, la commune de Saint-Quentin-sur-Nohain est concernée par ce risque en raison de crue du Nohain. Cependant, la zone d'étude est située sur un plateau surplombant la vallée du Nohain, et n'est donc pas concernée par ce risque.

Enfin, la base de données sur les inondations par remontée de nappe (source : <http://www.inondationsnappes.fr/>) mentionne un risque faible à inexistant au sein de l'aire d'étude.

Le risque d'inondation peut donc être considéré comme faible au sein de la zone d'étude.





Projet

- Eolienne
- Structure de livraison
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Risque inondation par remontée de nappes

- Aléa
- Sensibilité très forte - Nappe affleurante
 - Sensibilité forte
 - Sensibilité moyenne
 - Sensibilité faible
 - Sensibilité très faible
 - Sensibilité très faible à inexistante

Risque retrait et gonflement des argiles

- Aléa
- Faible
 - Moyen
 - Cavité - ouvrage civil

Données administratives

- Limite communale

Source : BRGM / DREAL Bourgogne



Projet éolien de Vents de Loire

Risques naturels

CARTE N°	02984D2828-02		
FORMAT	A3	ECHELLE	1:24 000
COORDS	L93	DATE	130217
SCAN100D - Copyright IGN Reproduction interdite.			

LA FONTAINE
330 RUE DU MOURELET
ZI DE COURTINE
84000 AVIGNON, FRANCE
TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
FAX +33 (0) 4 32 76 03 01



4.3. Environnement matériel

4.3.1. VOIES DE COMMUNICATION

Les réseaux de communication présents dans les limites proches de la zone d'étude sont listés dans le tableau suivant. Il s'agit uniquement de routes départementales et communales peu fréquentées (réseau routier secondaire).

Type de transport, numéro	Trafic journalier	Distance minimale à l'installation
D221 / RD4 Saint-Laurent-l'Abbaye – RD125 Garchy	Comptage antérieur à 2014 : 92 véhicules/jour (voie de circulation non structurante)	180 m de l'éolienne T2
D28 / RD28A Pouilly-sur-Loire – RD4 Suilly-La-Tour	Comptage antérieur à 2014 : 270 véhicules/jour (voie de circulation non structurante)	200 m de l'éolienne T7
D4 / RD28 Saint-laurent-l'Abbaye – RD4 Suilly-La-Tour	Comptage antérieur à 2014 : 476 véhicules/jour (voie de circulation non structurante)	> 500 m des éoliennes
Route Communale entre Saint-Laurent-l'Abbaye et Chambeau	Faible trafic (voie de circulation non structurante)	135 m de l'éolienne T3
Route Communale entre Chevroux et Chambeau	Faible trafic (voie de circulation non structurante)	150 m de l'éolienne T8

Le réseau routier au niveau du projet éolien « Vents de Loire » est peu fréquenté et peut donc être qualifié de non structurant. En effet, bien qu'aucun comptage n'ait été effectué sur certains axes routiers communaux, les comptages sur les routes alentours permettent de conclure à un trafic inférieur à 2000 véhicules/jour.

Le trafic supplémentaire qui sera généré pendant la phase chantier du parc éolien aura une incidence ponctuelle sur la circulation qui subira une augmentation de véhicules. Avec 1700 à 2070 convois sur 8 mois pour ce chantier, cela se traduira au niveau de l'aire d'étude au maximum par une augmentation de 4,8 à 6% du trafic.

Il est à noter que des chemins agricoles et d'exploitation, ainsi que des départementales traversent la zone d'étude de dangers. Peu fréquentées, ce ne sont pas des voies de circulation structurantes.

4.3.2. RESEAUX PUBLICS ET PRIVES

Les lignes électriques présentes sur la zone d'étude de dangers sont listées dans le tableau suivant. Selon le type de ligne, RTE et ENEDIS (ex-ErDF) émettent différentes préconisations de distance à respecter.

Ligne électrique	Préconisations des exploitants sur les distances à respecter	Distance à l'éolienne la plus proche
Ligne HT 400 kV Bayet – Gauglin 1	240 m	315 m de l'éolienne T8
Ligne HT 400 kV Gauglin – Saint-Eloi	240 m	458 m de l'éolienne T6
Ligne HT 63 kV Garchizy – Perroy – Beffes	215 m	460 m de l'éolienne T8
Ligne MT 20 kV desservant St-Laurent-l'Abbaye	190 m	15 m de l'éolienne T4 75 m de l'éolienne T8 80 m de l'éolienne T2 190 m de l'éolienne T7 155 m de l'éolienne T6

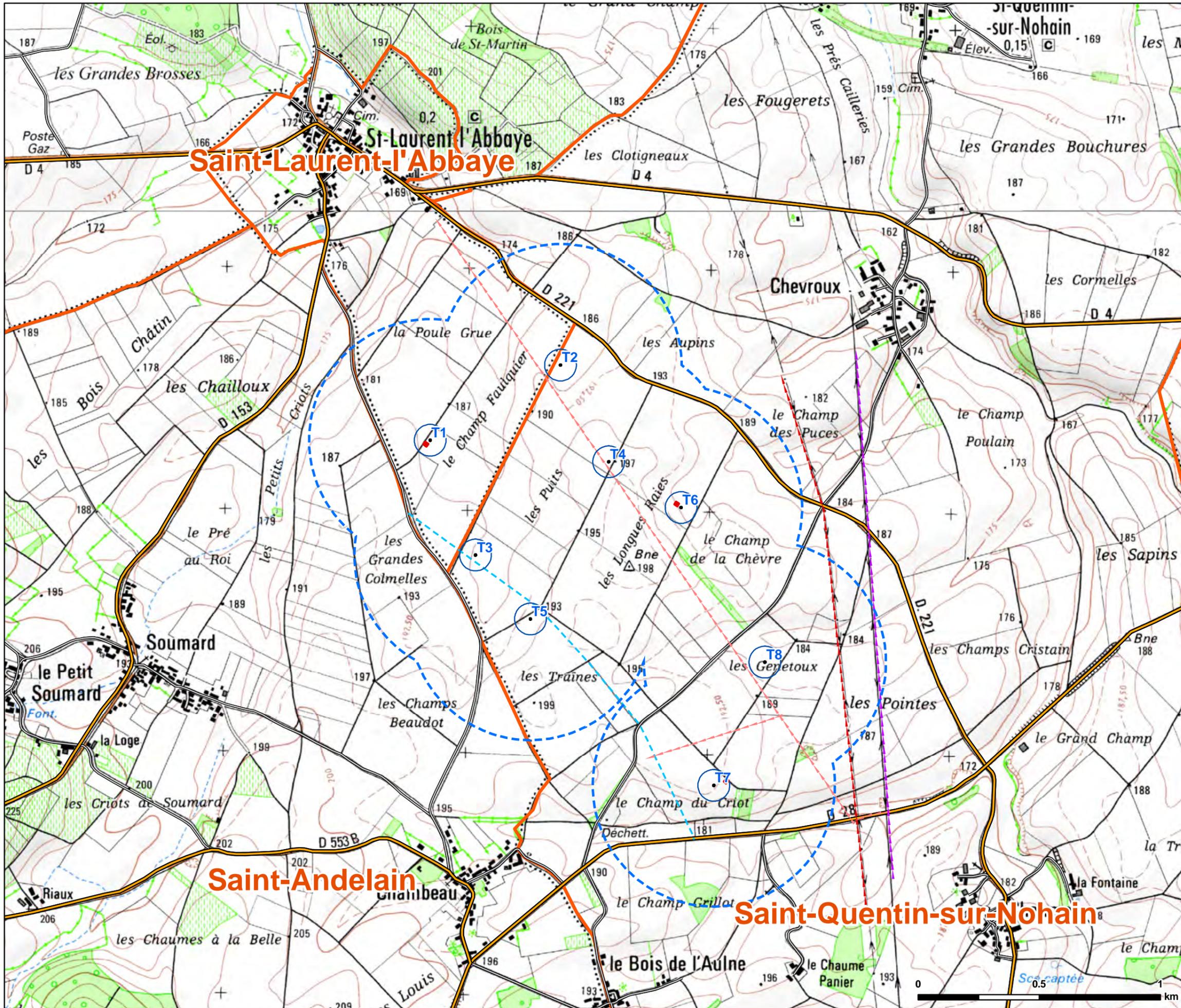
Les éoliennes T2, T4, T6 et T8 se situant à moins de 190 m de la ligne Moyenne Tension de 20kV desservant St-Laurent-l'Abbaye, une partie de cette ligne électrique sera enterrée avant la construction des éoliennes à 80 cm de profondeur. Ainsi protégée, une distance de 1 m à la ligne sera à respecter. Les éoliennes du projet « Vents de Loire » respecteront alors bien toutes les préconisations des gestionnaires des réseaux électriques.

Par ailleurs, il existe une ligne de télécommunication enterrée au sein de la zone d'étude, mais aucun risque n'y est associé.

Aucun autre réseau public ou privé n'est situé dans l'aire d'étude de dangers.

4.3.3. AUTRES OUVRAGES PUBLICS

Aucun autre ouvrage (exemple : barrages, digues, châteaux d'eau, bassins de rétention) n'est situé dans la zone d'étude.



Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Structure de livraison
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Infrastructures

- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
- Route communale et chemin
- - - Fibre optique proche du projet
- Ligne électrique proche du projet
- - - 20kV
- - - 63kV
- - - 400kV

Données administratives

- Limite communale

Source : GEOFLA, Corine Land Cover 2012, IGN

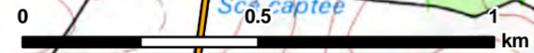


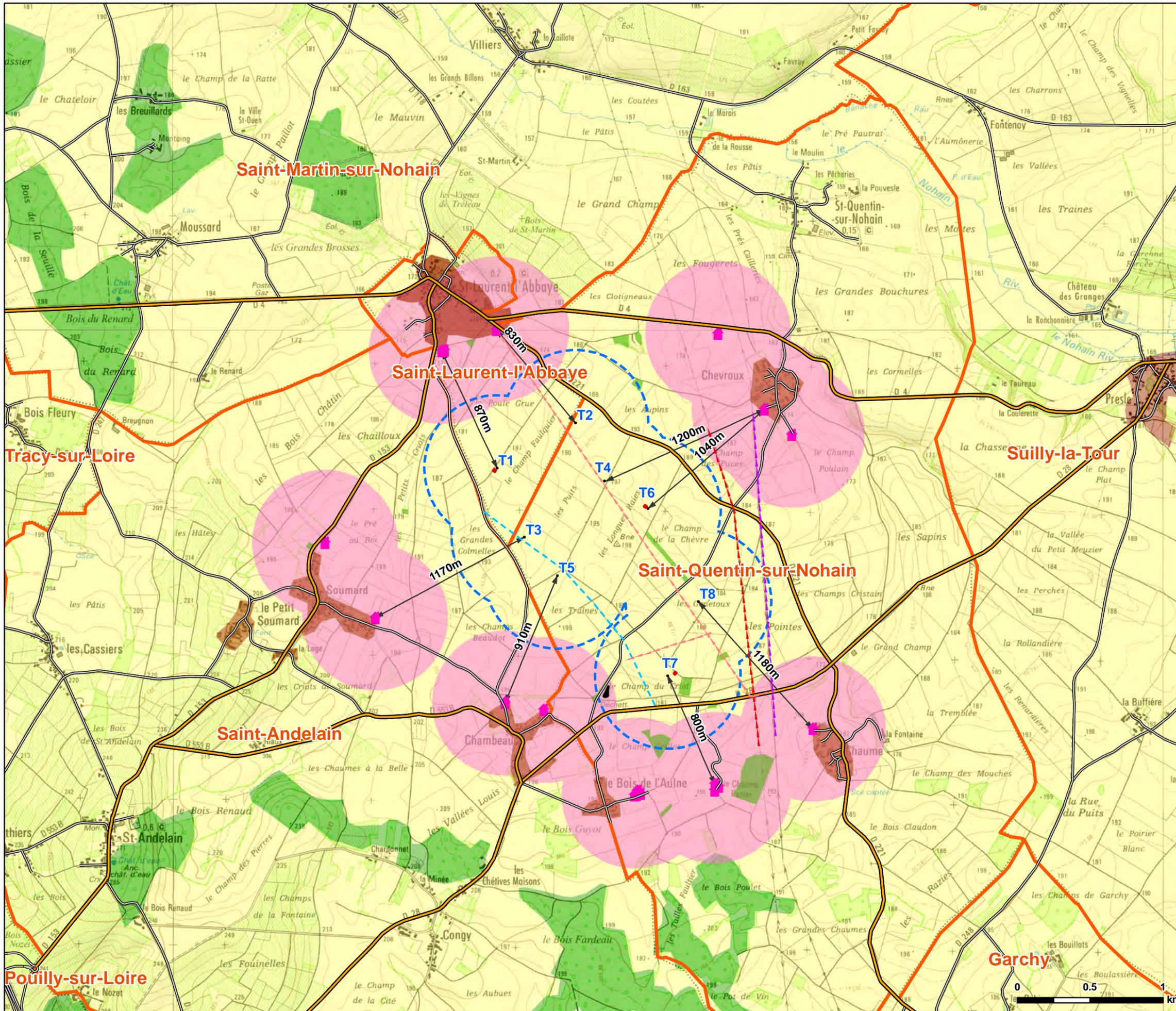
Projet éolien de Vents de Loire

Environnement materiel

CARTE N°	02984D2829-02		
FORMAT	A3	ECHELLE	1:15 000
COORDS	L93	DATE	130217
SCAN100D - Copyright IGN Reproduction interdite.			

LA FONTAINE
330 RUE DU MOURELET
ZI DE COURTINE
84000 AVIGNON, FRANCE
TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
FAX +33 (0) 4 32 76 03 01





Projet

- Embase de l'éolienne
- Structure de livraison
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Infrastructures

- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
- Route communale non structurante et chemin
- Fibre optique proche du projet
- Ligne électrique proche du projet
- 20kV
- 63kV
- 400kV

Environnement humain

- Habitation proche du projet
- Distance aux habitations proches du projet
- Zone tampon de 500m autour des habitations proches du projet
- Déchetterie

Occupation du sol

- Territoires artificialisés
- Territoires agricoles
- Forêts et milieux semi-naturels

Données administratives

- Limite communale

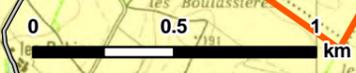
Source : GEOFLA, Corine Land Cover 2012, relevé géomètre, numérisation du SCAN 25



Projet éolien de Vents de Loire
Synthèse des environnements humain et matériel

CARTE N°	02984D2839-02		
FORMAT	A3	ECHELLE	1:25 000
COORDS	L93	DATE	230616
SCAN1000 - Copyright IGN Reproduction interdite.			

RES
 LA FONTAINE
 330 RUE DU MOURELET
 ZI DE COURTINE
 84000 AVIGNON, FRANCE
 TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
 FAX +33 (0) 4 32 76 03 01



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 (chapitre 6), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

5.1. Caractéristiques de l'installation

5.1.1. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

L'activité principale du parc éolien « Vents de Loire » est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

Capacité de production :	26,4 MW maximum
Energie primaire :	Vent
Technique de production utilisée :	Eolienne
Nombre de machines :	8

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

- Huit éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnées 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 les postes de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien »)
- Trois structures de livraison électrique (composées de deux postes), serviront à concentrer l'électricité des éoliennes et organiser 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 aux postes de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité)
- Un réseau de chemins d'accès
- Un mât de mesures de vent en phase d'étude.

Selon la réglementation, une installation soumise à la rubrique 2980 des Installations Classées correspond à un parc éolien exploité par un seul et même exploitant. Dans un souci de simplification, nous emploierons indifféremment les termes « parc éolien » ou « installation ».

❖ ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UN AEROGENERATEUR

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, 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 pour ce projet ont une hauteur maximale en bout de pales de 180 mètres et se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est composé de plusieurs sections soit en acier soit en béton. Son diamètre en pied d'éolienne est de 10 m maximum. 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. Ce transformateur peut également se trouver dans la nacelle.
- **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.
 - Eventuellement le transformateur

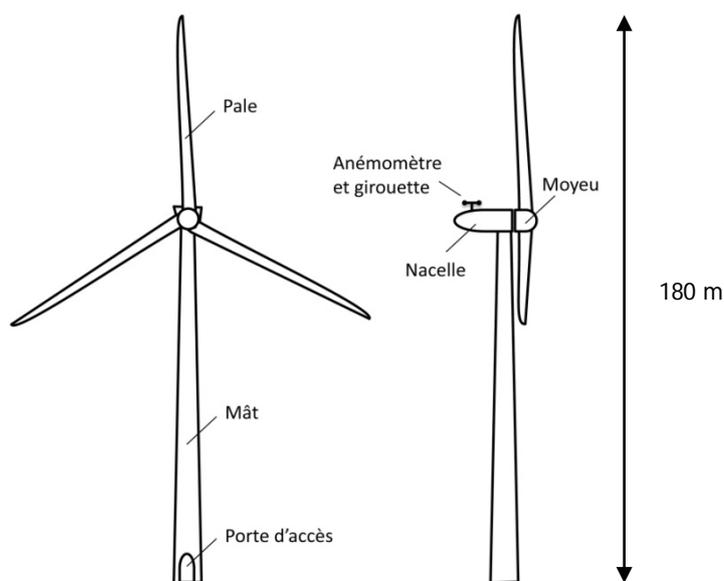


Schéma simplifié d'un aérogénérateur

❖ 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. Les massifs de fondations représenteront environ 450 m³ de béton armé.
- **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.

- **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.

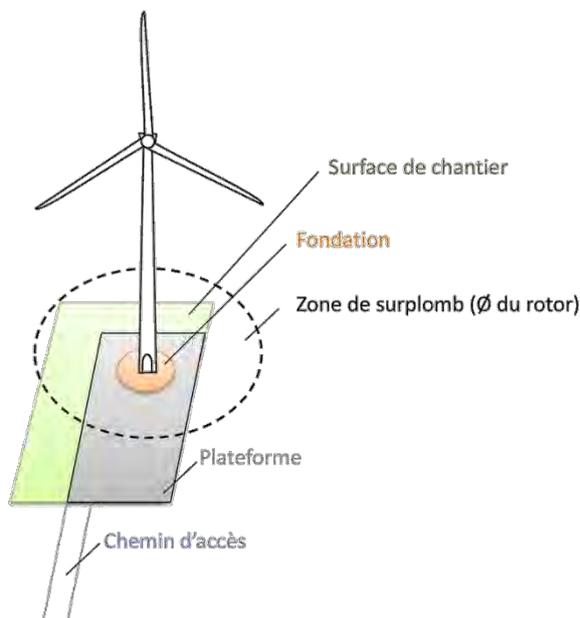


Illustration des emprises au sol d'une éolienne

Les 8 éoliennes du parc éolien « Vents de Loire » auront des plateformes comprises entre 2 800 m² et 3 200 m², pour un total d'environ 23 300 m² sur l'ensemble du parc éolien. Les surfaces chantier occuperont entre 2 760 m² et 3 140 m², soit un total d'environ 24 000 m². Contrairement aux plateformes, les surfaces chantier seront occupées temporairement pendant le temps des travaux et pourront être laissées à la recolonisation naturelle dans les boisements une fois le montage des éoliennes terminé.

❖ PISTES D'ACCES

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 pistes existantes ;
- De nouveaux chemins seront créés.

Quatre types de pistes se distinguent alors :

- Les pistes existantes : 4 100 m linéaire ;
- Les pistes existantes à améliorer : 5 440 m linéaire ;
- Les virages à aménager : 7 100 m².

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

Durant la phase d'exploitation, les chemins sont utilisés par des véhicules légers (maintenance régulière) ou par des engins permettant d'importantes opérations de maintenance (ex : changement de pale).

❖ AUTRES INSTALLATIONS

Aucun parking ou aire d'accueil n'est actuellement envisagé au sein du parc éolien « Vents de Loire ».

5.1.2. ACTIVITE DE L'INSTALLATION

L'activité du parc éolien « Vents de Loire » est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + pales) de 180 mètres. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

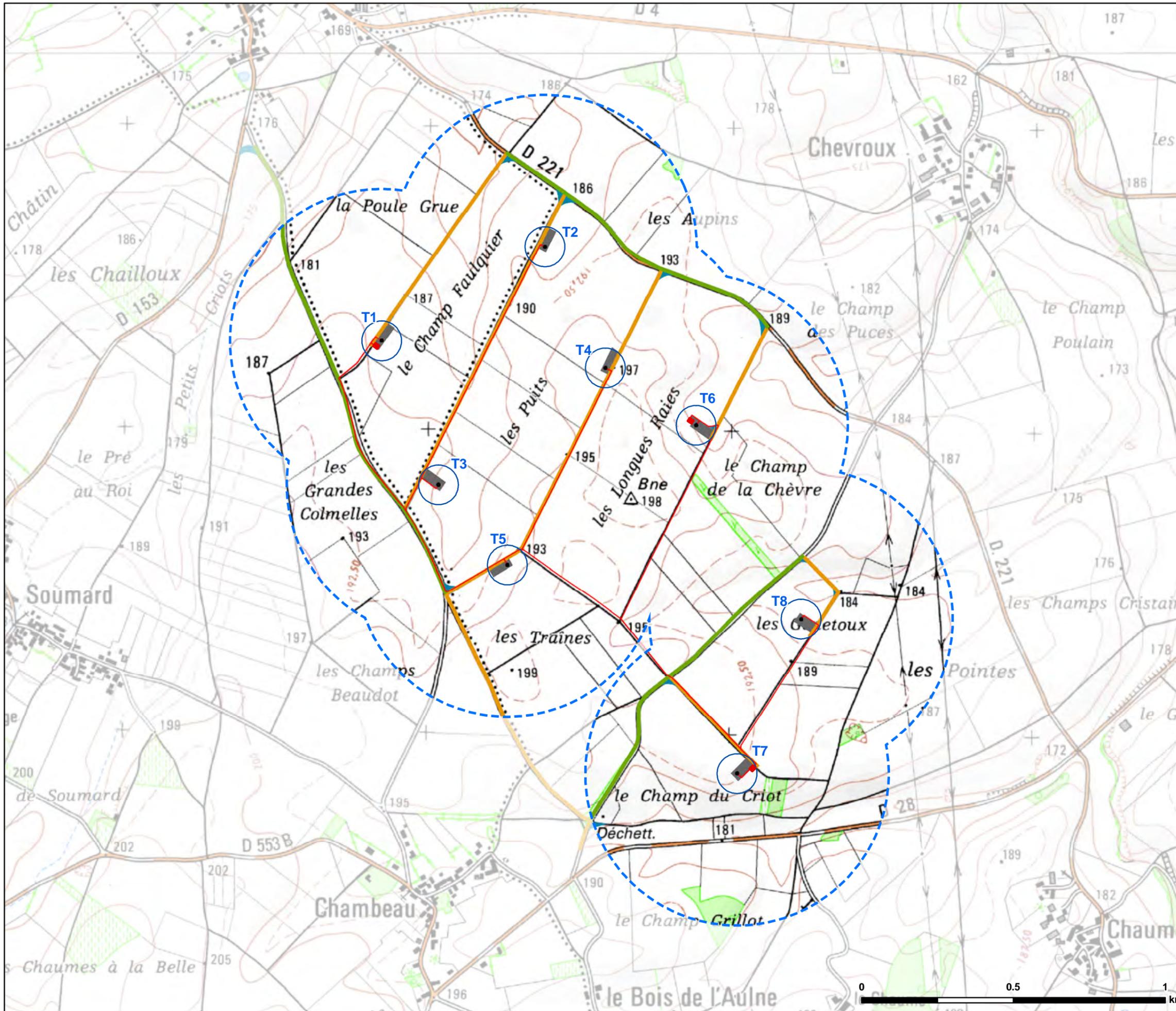
5.1.3. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien « Vents de Loire » est composé de 8 aérogénérateurs et de 3 structures de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 114 mètres et un diamètre de rotor de 131 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 180 mètres.⁷

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

Infrastructures	Coordonnées en WGS84 (Deg Mn Sec)		Cote NGF en m (source : MNT de l'IGN)
	Latitude	Longitude	
T1	N 47°19'53"	E 2°59'46"	189
T2	N 47°20'03"	E 3°00'11"	189
T3	N 47°19'38"	E 2°59'55"	190
T4	N 47°19'50"	E 3°00'21"	197
T5	N 47°19'29"	E 3°00'06"	193
T6	N 47°19'44"	E 3°00'35"	190
T7	N 47°19'07"	E 3°00'42"	192
T8	N 47°19'23"	E 3°00'52"	186
SdL1	N 47°19'53"	E 2°59'45"	189
SdL2	N 47°19'45"	E 3°00'34"	190
SdL3	N 47°19'08"	E 3°00'44"	192

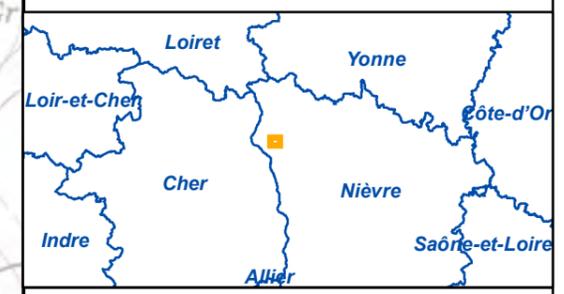
⁷ Hypothèse prise pour l'étude de dangers, sur la base d'une éolienne de hauteur maximale en bout de pale de 180m.



--- Périmètre de l'aire d'étude de dangers

Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Structure de livraison
- Aire de grutage
- Tranchée cable HTA
- Accès existant avec travaux
- Accès à améliorer
- Virage à créer

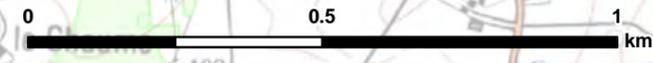


Projet éolien de Vents de Loire

Plan détaillé des installations

CARTE N°	02984D2830-02		
FORMAT	A3	ECHELLE	1:12 000
COORDS	L93	DATE	130217
SCAN1000 - Copyright IGN Reproduction interdite.			

RES
 "LA FONTAINE"
 330 RUE DU MOURELET
 Z.I. DE COURTINE
 84000 AVIGNON, FRANCE
 TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
 FAX +33 (0) 4 32 76 03 01



5.2. Fonctionnement de l'Installation

5.2.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES AEROGENERATEURS

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 3 m/s (10 km/h) et c'est seulement à partir de 4 m/s (15 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 11 m/s (40 km/h) à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite «nominale».

Pour un aérogénérateur de 3,3 MW par exemple, la production électrique atteint 3 300 kW dès que le vent atteint environ 11 m/s (40 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 27 m/s (100 km/h) (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

Le tableau ci-dessous permet de recenser tous les éléments présents dans un parc éolien avec leur fonction et caractéristiques propres, pour une éolienne :

Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Environ 450 m ³ pour une profondeur d'environ 3 mètres L'étude géotechnique permettra de dimensionner précisément les fondations de chaque éolienne
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Mât de plusieurs tronçons en acier ou en béton. Hauteur totale 114 m ⁸ , diamètre 10 m à la base, 7 m en moyenne, de couleur blanc grisé (RAL 7035 ou similaire)

⁸ Hypothèse prise pour l'étude de dangers, sur la base d'une éolienne de hauteur maximale en bout de pale de 180m.

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	Dimensions : 11 x 4 x 4 m Poids : 70 à 90 tonnes
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Rotor de 3 pales relié à la nacelle. La longueur d'une pale est de 65,5 m ⁹ . (diamètre du rotor 131 m)
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Les transformateurs moyenne tension sont situés à l'intérieur de la structure de l'éolienne (nacelle ou mât)
Structure de livraison	Disjoncteur général + compteurs d'énergie + supervision informatique	Deux bâtiments préfabriqués de mêmes dimensions (10,5 x 3 x 3 m) : <ul style="list-style-type: none"> - poste de livraison normalisé EDF et les systèmes de contrôle du parc éolien ; - circuit bouchon (Filtre de 175 Hz).

5.2.2. SECURITE DE L'INSTALLATION

L'ensemble des dispositions de l'arrêté ministériel en date du 26 août 2011 seront respectées.

Les dispositifs de sécurité sont les suivants :

Protection contre les survitesses : la régulation de la vitesse du rotor se fait au moyen de la régulation du calage de l'angle des pales, individuellement. Une chaîne de capteurs permet de mesurer constamment la vitesse du rotor. En cas de défaut de régulation, si le rotor prend une vitesse excessive, chaque pale est mise en drapeau (calage nul) réduisant ainsi la vitesse du rotor à ~3 tours / minute quasi instantanément. Ce système est conçu selon le principe « Fail safe », c'est-à-dire en position de repli, en sécurité. Les moyens employés par les constructeurs d'éoliennes varient. Ils sont tous reliés à l'automate de l'éolienne qui réalise, en cas de défaut, un report d'alarme automatique vers l'opérateur en charge de l'exploitation et de la maintenance de l'installation (SCADA). Un freinage d'urgence peut être complété par l'application du frein directement sur l'arbre raide de l'éolienne, selon les cas de déclenchement. La conception du frein est également « fail safe ».

Protection incendie : des détecteurs de fumée sont présents dans différents endroits de l'éolienne. En cas de déclenchement, une mise en sécurité immédiate est commandée automatiquement, mettant l'éolienne à l'arrêt, et isolant les circuits électriques. Il y a aussi un report d'alarme par SCADA. Présence d'extincteurs en pied de tour et dans la nacelle.

Protection contre le givre : chaque constructeur a sa stratégie de détection du givre sur les pales. Par exemple par détection de la déviation de la performance du rotor due à la glace, ou à l'emploi d'instruments de mesure du vent l'un réchauffé, l'autre pas, provoquant des différences de mesure en cas de givre, ou encore par la détection de vibrations caractéristiques de la glace sur le rotor. En cas de présence de givre, la turbine est mise à l'arrêt automatiquement. Le redémarrage pourra s'effectuer automatiquement si les conditions givrantes ont disparu, ou bien pourra être commandé par l'exploitant, selon un protocole de sécurité qu'il aura défini.

Balisage aérien : réalisé selon la norme OACI et le décret du 13 novembre 2009.

Surveillance des éoliennes : La surveillance est rendue possible par l'ensemble des capteurs d'état présent dans les éoliennes, tous reliés à l'automate qui la contrôle. Le report d'alarme se fait via le système de surveillance à distance, SCADA. L'entreprise chargée de l'entretien a la tâche primaire de surveiller le SCADA 24h/24 et de

⁹ Hypothèse prise pour l'étude de dangers, sur la base d'une éolienne de hauteur maximale en bout de pale de 180m.

déclencher les interventions nécessaires. Par ailleurs, l'exploitant possède une organisation d'exploitation capable de prendre en compte tout problème de sécurité se déclarant. Les moyens de prévenance sont divers : accès au SCADA via une connexion internet, réception SMS ou courriel. Par ailleurs, les capteurs embarqués sont utilisés à des fins de maintenance préventive, c'est-à-dire la détection de panne naissante, avant qu'elle n'ait de conséquence sur le fonctionnement de l'éolienne.

S'agissant d'une installation classée ICPE, à l'intérieur de laquelle des travaux considérés « dangereux » ont lieu de façon périodique, l'exploitant s'assure également de la conformité réglementaire de ses installations au regard de la sécurité des travailleurs et de l'environnement. Il veille notamment au contrôle par un organisme indépendant du maintien en bon état des équipements électriques, des moyens de protection contre le feu, des protections individuelles et collectives contre les chutes de hauteur, des moyens de levage, des ascenseurs de personnes et des équipements sous pression.

Par ailleurs, conformément à la réglementation ICPE, un suivi environnemental est effectué périodiquement, l'entretien est réalisé selon une périodicité définie dans le manuel d'entretien des éoliennes et l'ensemble des déchets est enlevé, trié puis retraité. Les équipements de sécurité des éoliennes, tels les systèmes de contrôle de survitesse, arrêt d'urgence ou la vérification du boulonnage des tours font l'objet de vérifications de maintenance particulières selon des protocoles définis par les constructeurs et suivi dans le cadre du système qualité de l'exploitant.

5.2.3. OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Depuis 2000, RES exploite des parcs éoliens qu'elle a construits, pour son propre compte ou pour le compte de tiers. En 2016, le portefeuille de parcs éoliens en exploitation est de 483 MW, soit 265 aérogénérateurs. La société vise à acquérir un maximum d'expertise en interne et veille donc à développer ses capacités d'ingénierie afin de toujours garantir une parfaite maîtrise technique des projets au cours de leur cycle de vie. RES veille par ailleurs à développer des partenariats stratégiques à long terme avec des fournisseurs clef, tels Areva, Schneider Electric, Vestas ou encore Siemens pour réaliser la maintenance des parcs dans des conditions techniques optimales. Par ailleurs, RES s'appuie sur l'expertise d'organismes de contrôle indépendants, tels Dekra ou Bureau Veritas, afin de valider la qualité de la maintenance réalisée.

Le département Exploitation & Maintenance s'assure du suivi des parcs éoliens une fois ceux-ci mis en service et jusqu'à leur démantèlement en fin de vie. Chaque parc éolien est suivi par un superviseur de site dont le rôle est de coordonner les activités techniques et de vérifier les bonnes conditions de sécurité de l'exploitation, notamment auprès des sous-traitants intervenant sur le parc. Il s'assure également de la traçabilité de l'ensemble des opérations par l'usage d'un registre consultable dans chaque éolienne et s'assure de la bonne mise en œuvre sur site de la politique Qualité Sécurité Environnement de RES. En cas d'urgence, un responsable technique de l'exploitant est joignable 7 jours sur 7 grâce à un système d'astreinte.

Par ailleurs, une surveillance à distance 24 heures sur 24 est établie par la société chargée de l'entretien des machines, en général le constructeur des éoliennes. Cette surveillance permet la remise en service à distance d'une machine à l'arrêt, lorsque possible, et l'envoi de techniciens de maintenance dans les autres cas.

Le système SCADA permet à l'exploitant d'être alerté des défauts de fonctionnement du parc éolien et de prendre des dispositions de sécurité très rapidement à distance (mise à l'arrêt de l'éolienne, mise hors tension du parc ...). Lorsqu'une intervention urgente sur site est nécessaire (entre 8h et 20h), les équipes de maintenance peuvent potentiellement être sur place dans un délai de deux heures.

L'exploitant veille également à maintenir, durant toute la vie du parc éolien, des contrats d'entretien concernant les éoliennes et les postes électriques présents sur le parc. Il veille également à l'entretien des chemins et bas côtés dans un souci de protection contre l'incendie.

L'entretien des éoliennes est réalisé par les fabricants qui possèdent toute l'expertise nécessaire, des techniciens formés, la documentation, les outillages, les pièces détachées, selon des contrats d'une durée de 5 à 15 ans. L'objectif de l'entretien est le maintien en état des éoliennes pour la durée de leur exploitation, soient 20 ans minimum, avec un niveau élevé de performance et dans le respect de la sécurité des intervenants ou des riverains.

Le plan d'entretien des éoliennes est rédigé par l'exploitant sur la base des recommandations de chaque constructeur d'éoliennes, et dans le respect des règles ICPE. Chaque constructeur d'éolienne construit ses matériels selon les normes européennes et respecte en particulier la norme IEC61400-1 définissant les besoins pour un plan de maintenance.

❖ ENTRETIEN PREVENTIF :

Typiquement et conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 26 août 2011, l'entretien est réalisé au cours de deux visites annuelles au cours desquelles on s'assure de :

- Etat des structures métalliques (tours, brides, pales) et bon serrage des fixations
- Lubrification des éléments tournants, appoints d'huile au niveau des boîtes de vitesse ou groupes hydrauliques
- Vérification des éléments de sécurité de l'éolienne, dont l'arrêt d'urgence, la protection contre les survitesses, la détection d'incendie
- Vérification des différents capteurs et automates de régulation
- Entretien des équipements de génération électrique
- Tâches de maintenance prédictive : surveillance de la qualité des huiles, état vibratoire...
- Propreté générale

❖ ENTRETIEN PREDICTIF

Afin d'optimiser les conditions d'exploitation et de réduire les coûts parfois associés à des arrêts de production non programmés, l'exploitant peut mettre en place un programme de maintenance prédictive qui va au delà des prescriptions usuelles du constructeur.

Cette anticipation de pannes est faite par la surveillance des paramètres d'exploitation des éoliennes, tels que les températures des équipements, l'analyse en laboratoire des lubrifiants et l'analyse des signatures vibratoires de certains équipements tournants. Ainsi, lorsqu'un paramètre dévie de sa plage normale de fonctionnement, l'exploitant déclenche une opération de maintenance ciblée sur le problème détecté, sans qu'une panne n'ait arrêté l'éolienne.

❖ ENTRETIEN CORRECTIF

Par ailleurs, tout au long de l'année, des interventions sont déclenchées au besoin lorsqu'un équipement tombe en panne. Il s'agit de maintenance corrective dans ce cas. Le centre de surveillance envoie une équipe de maintenance après l'avoir avertie de la nature de la panne observée et des éléments probables pouvant contribuer à la panne.

5.2.4. STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

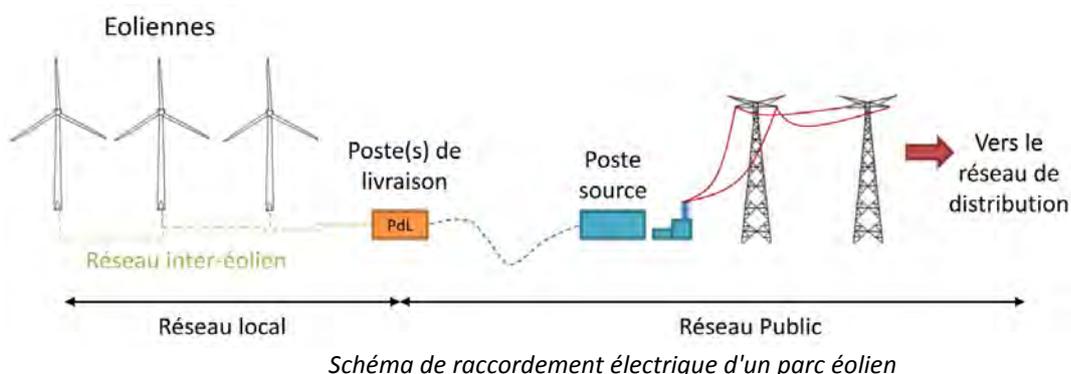
L'ensemble des déchets générés par la maintenance des éoliennes fait l'objet d'une collecte, d'un tri et d'un retraitement dans un centre agréé.

Une procédure en vigueur chez l'exploitant établit les conditions de gestion des déchets et permet la traçabilité de ce process. En général, le contrat d'entretien du parc régit les conditions de sous-traitance de cette activité à l'entreprise réalisant la maintenance des éoliennes.

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

5.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation

5.3.1. RACCORDEMENT ELECTRIQUE



❖ RESEAU INTER-EOLIEN

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne¹⁰, 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 d'environ 80 cm. Ce réseau représente une longueur d'environ 5 700 mètres.

❖ 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. De par sa taille en termes de puissance, ce parc possédera trois structures de livraisons (composées de deux postes de livraison).

Les structures de livraison seront situées sur les plateformes des machines T1, T6 et T7.

❖ RESEAU ELECTRIQUE EXTERNE

Le réseau électrique externe relie les trois structures de livraison au poste source d'injection du courant. Le point de raccordement du parc éolien au réseau public Haute Tension (postes sources) et le cheminement du raccordement électrique sont définis par ENEDIS (ex-ERDF) et réalisés sous leur Maîtrise d'Ouvrage et leur Maîtrise d'Œuvre au titre de l'article 2 du décret 2011-1697 du 1^{er} décembre 2011.

La solution privilégiée à ce jour pour le raccordement électrique du parc éolien est un raccordement sur le poste source de Sancerre situé à 14 km à vol d'oiseau par l'extension en souterrain du Réseau Public de Distribution 20 kV sur environ 17,0 km.

Le pétitionnaire n'est cependant pas en mesure de garantir définitivement ce point de raccordement ni le cheminement précis des câbles dans la mesure où Enedis (ex-ERDF) n'engagera pas d'études complémentaires détaillées avant l'obtention du Permis de Construire.

5.3.2. AUTRES RESEAUX

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

¹⁰ Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

5.3.3. CONFORMITE DES LIAISONS ELECTRIQUES INTERIEURES AVEC LA REGLEMENTATION TECHNIQUE EN VIGUEUR (PJ 3)

La demande d'autorisation unique valant demande d'approbation au titre de l'article L. 323-11 du code de l'énergie pour les liaisons électriques intérieures, le descriptif complet de ces liaisons électriques intérieures ainsi que le plan des ouvrages se trouve dans la description de la demande (Volume 3/8).

Toutefois, conformément au décret n°2014-450 du 2 mai 2014, les éléments justifiant de la conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur figurent dans l'étude de dangers et sont donc présentés dans les pages suivantes.

❖ CARACTERISTIQUES GENERALES

Les principaux éléments électriques constituant un parc éolien sont :

- Les éoliennes produisant de l'énergie électrique par l'intermédiaire d'une génératrice entraînée par la rotation des pâles. En sortie de la génératrice, le niveau de tension est inférieur à 1000 V (BT). Cette tension est ensuite élevée au niveau 20 kV (HTA) par un transformateur protégée par une cellule électrique de type disjoncteur. La sortie du disjoncteur est reliée à des cellules électriques de type interrupteur sectionneur.

- Le poste de livraison livrant toute l'énergie produite au réseau ENEDIS. Ce point de livraison est constitué par un poste électrique préfabriqué en béton normalisé ENEDIS. Ce poste électrique abrite la cellule disjoncteur général du parc ainsi que les compteurs électriques. Il constitue le point d'interface et la limite de propriété entre le réseau public de distribution d'électricité et la centrale de production d'énergie. La tension du réseau public est de 20 kV. Il n'est donc pas nécessaire d'installer un autre transformateur.

- Les câbles reliant les éoliennes entre elles et au poste de livraison de l'énergie : l'énergie produite par les éoliennes est collectée par ces câbles et ramenée au point de livraison où elle est comptée avant d'être envoyée directement sur le réseau de distribution (20 kV).

❖ RESPECT DES NORMES POUR LA CONCEPTION

- Les éoliennes :

Les éoliennes respectent la directive machine pour l'ensemble de la partie allant de la génératrice électrique jusqu'aux bornes du transformateur HTA/BT.

Pour la partie HTA et transformateur, l'ensemble des normes en vigueur est respecté dont la C13 200. Il faut également noter qu'un verrouillage Haute-tension/Basse tension/Transformateur (HT/BT/TR) est réalisé.

- Les postes de livraison :

Les postes électriques du parc éolien respectent l'ensemble des normes de conception électrique en vigueur. Ils respecteront notamment les normes NFC 15 100, NFC 13 100 et NFC 13 200.

- Les câbles électriques HTA :

L'ensemble des câbles électriques HTA seront du type C32 226 (normalisé Enedis). Leur installation sera conforme à l'arrêté du 17 mai 2001 illustré par le guide C11 001. Ainsi les câbles seront enterrés à un minimum de 80 m (tangente supérieure) en bordure des pistes.

❖ VERIFICATION DU RESPECT DES NORMES ET DE LA LEGISLATION

- Vérification par RES :

Tout au long du chantier, l'entreprise RES réalise des contrôles de qualité interne afin de vérifier notamment l'adéquation entre les plans et l'exécution du chantier, la qualité et la profondeur de l'enfouissement du câble, de tester le fonctionnement à vide du poste de livraison, ...

- Vérification par ENEDIS :

Afin de garantir que le matériel utilisé n'engendrera pas de perturbation sur son réseau, ENEDIS demande au producteur de lui fournir un dossier « Poste de livraison » où apparaissent la liste et les références de l'ensemble du matériel électrique du poste ainsi que le schéma unifilaire de l'installation. Grâce à cette liste, ENEDIS vérifie que les matériels utilisés sont conformes à ses exigences.

Enfin, une fois le matériel validé, ENEDIS procède au contrôle sur site du réglage de la protection générale du site. Les valeurs de ces réglages sont calculées par ses soins et communiquées au producteur dans la convention de raccordement.

- Vérification par un bureau de contrôle agréé :

Conformément à la législation en vigueur, RES missionnera un bureau de contrôle indépendant reconnu par l'État. Celui-ci procédera au contrôle des installations électriques du parc éolien. Il vérifiera notamment la conformité du poste électrique et des câbles électriques haute-tension aux normes en vigueur.

Le contrôleur établit sur la base de ses contrôles un rapport listant les points conformes ou non-conformes.

Il est important de mentionner ici que le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité n'autorisera pas le raccordement de l'installation tant que l'entreprise RES ne lui aura pas présenté un rapport vierge de remarques de la part du bureau de contrôle.

6. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS 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.

6.1. Potentiels de dangers liés aux produits

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien « Vents de Loire » 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, etc.), qui une fois usagés sont traités en tant que déchets industriels spéciaux
- Produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyants...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...)

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou les postes de livraison.

L'ensemble des déchets générés par la maintenance des éoliennes fait l'objet d'une collecte, d'un tri et d'un retraitement dans un centre agréé. Une procédure en vigueur chez l'exploitant établira les conditions de gestion des déchets et permettra la traçabilité de ce process. Ces déchets seront de type huiles usagées (environ 25% du total), chiffons et emballages souillés (environ 30% du total), piles, batteries néons, aérosols, DEEE (environ 5% du total), déchets industriels banals (ferraille, plastique, emballages, palettes bois, etc.) (environ 40% du total). Ces déchets représentent une quantité approximative de 190 kg/éolien/an.

6.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien « Vents de Loire » 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 :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'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	Transformer 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

6.3. Réduction des potentiels de dangers à la source

6.3.1. 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 choix techniques du projet éolien « Vents de Loire » se sont orientés selon les axes suivants :

❖ **CHOIX DE L'EMPLACEMENT DES INSTALLATIONS**
(POSSIBILITE DE LES PLACER A UNE DISTANCE PLUS IMPORTANTE DES ENJEUX POTENTIELS)

RES a cherché à s'éloigner au maximum des habitations afin d'éviter les impacts d'ordre acoustique. Les éoliennes ont été placées le plus loin possible des lieux habités (cf. 4.1.1). L'habitation la plus proche est au village de Saint-Quentin-Sur-Nohain (Le Chaume Panier) et se situe à plus de 800 m de la première éolienne.

D'autre part, il s'agit de considérer la présence des différentes infrastructures telles que les routes et de leur proximité aux éoliennes (voir paragraphe 4.3).

Le projet éolien dimensionné par RES intègre des distances de sécurité et les recommandations formulées par les gestionnaires de ces réseaux.

❖ **CHOIX DES EOLIENNES**

Les éoliennes qui seront installées sur le site des Vents de Loire sont des éoliennes de dernière génération intégrant l'ensemble des normes de sécurité en vigueur en France et en Europe et qui autorise un suivi en temps réel de leur fonctionnement.

Ces éoliennes sont composées de 3 pales en matériaux composites, d'une nacelle intégrant la génératrice et d'un pylône tubulaire reposant sur un socle en béton. La hauteur des éoliennes qui pourront être installées sur le site des Vents de Loire sera de 180 mètres en bout de pales. Le mât de l'éolienne mesurera 114 mètres. La vitesse de rotation du rotor pourra varier entre 12 et 18 tr/min, des dispositifs de sécurité étant prévus pour prévenir tous cas de survitesse.

6.3.2. 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.

7. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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 spécialisées, 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'accident 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.

7.1. Inventaire 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 « Vents de Loire ». 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 (mai 2012).

Plusieurs sources ont été utilisées pour effectuer le recensement des accidents et incidents au niveau français. Il s'agit à la fois de sources officielles, d'articles de presse locale ou de bases de données mises en place par des associations :

- Rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004)
- Base de données ARIA du Ministère du Développement Durable
- Communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens
- Site Internet de l'association « Vent de Colère »
- Site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable »
- Articles de presse divers
- Données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens 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.

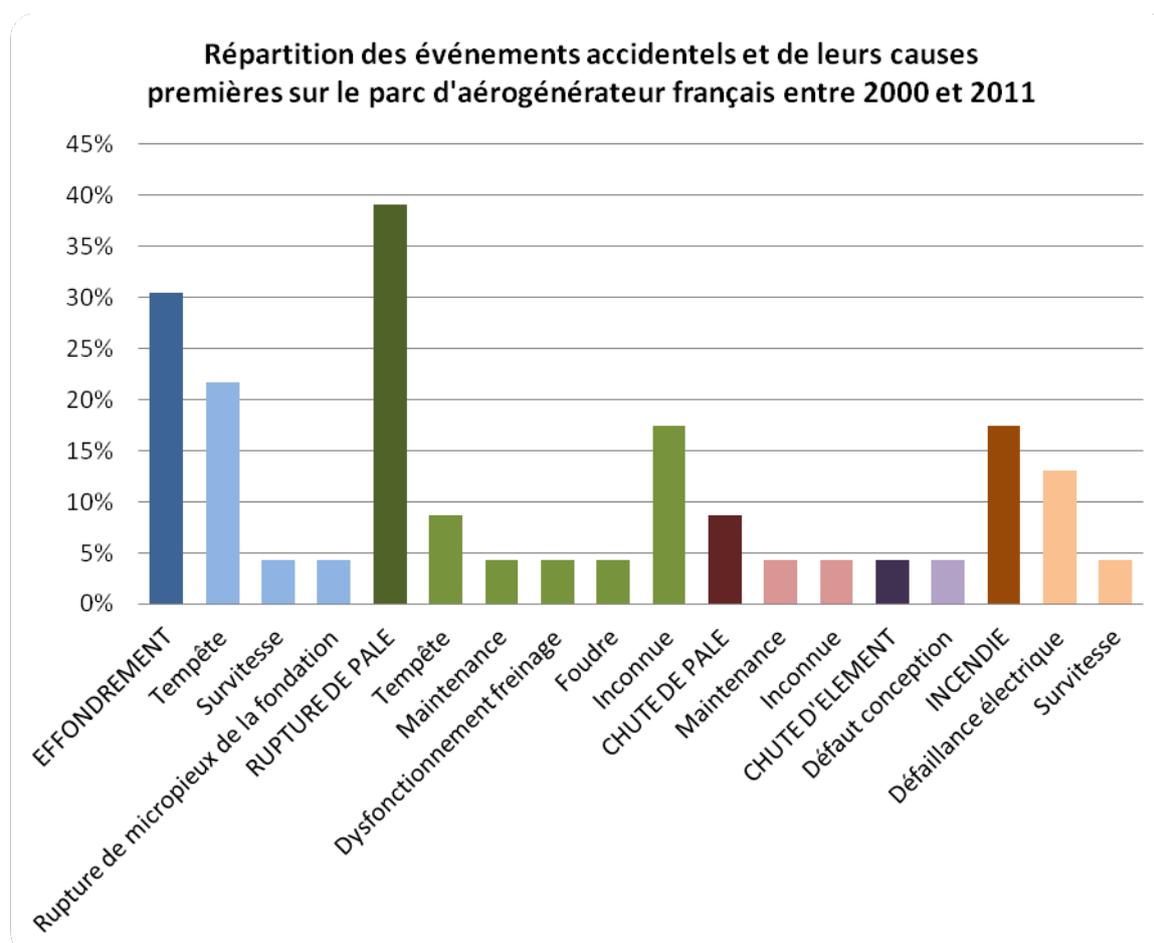
Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012 (voir tableau détaillé en annexe). 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 et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs.

Dans ce graphique sont présentés :

- 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.



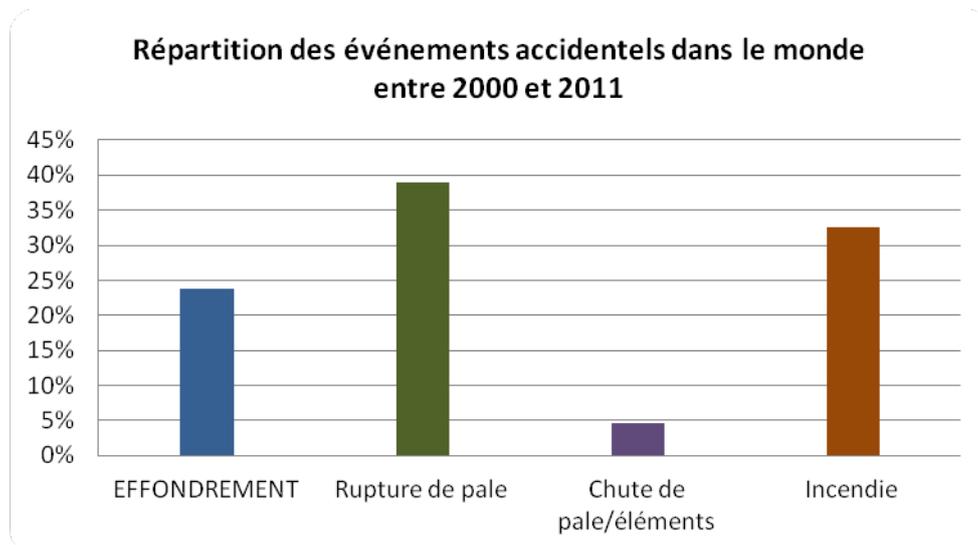
Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. Les principales causes de ces accidents sont les tempêtes.

7.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international

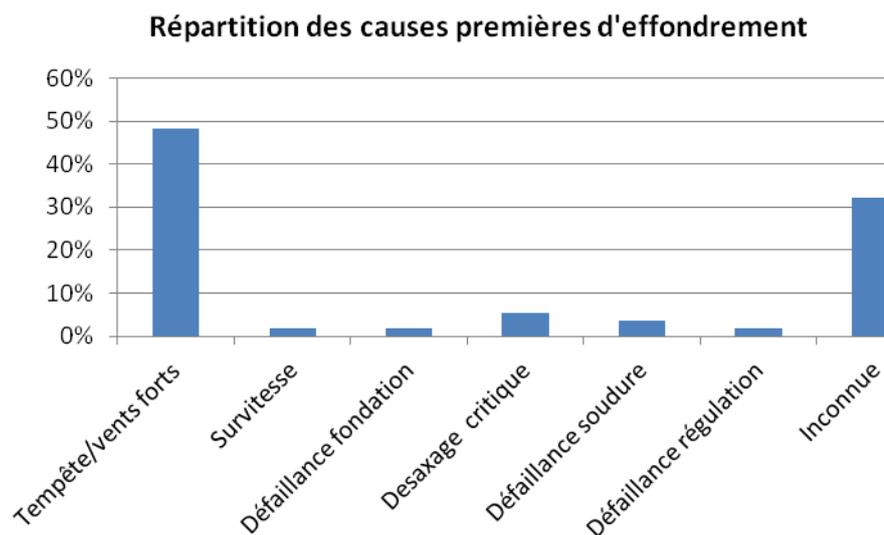
Un inventaire des incidents et accidents au niveau international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010.

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation par le groupe de travail précédemment mentionné, seuls 236 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.

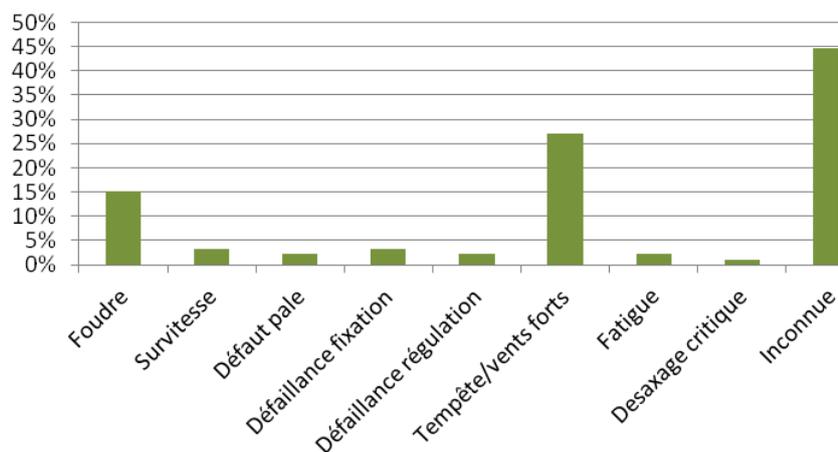
Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.



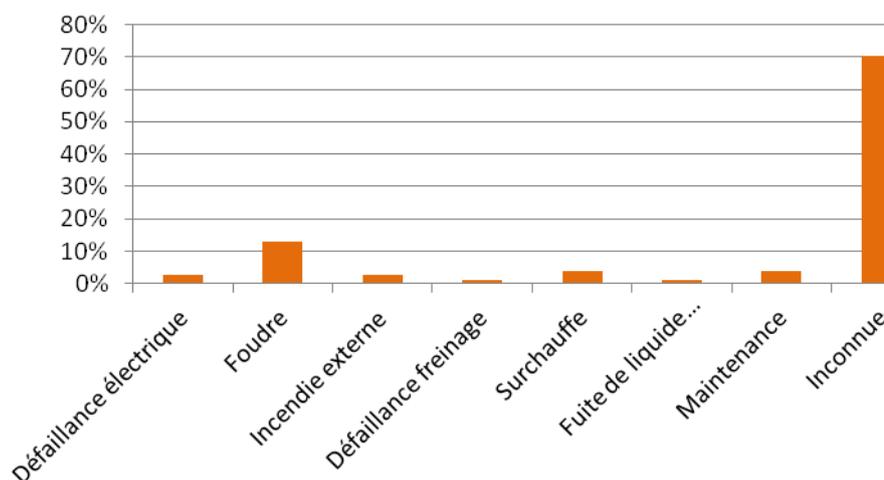
Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés).



Répartition des causes premières de rupture de pale



Répartition des causes premières d'incendie



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.

7.3. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

7.3.1. ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

A 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'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées. Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'incidents par an reste relativement constant.

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.

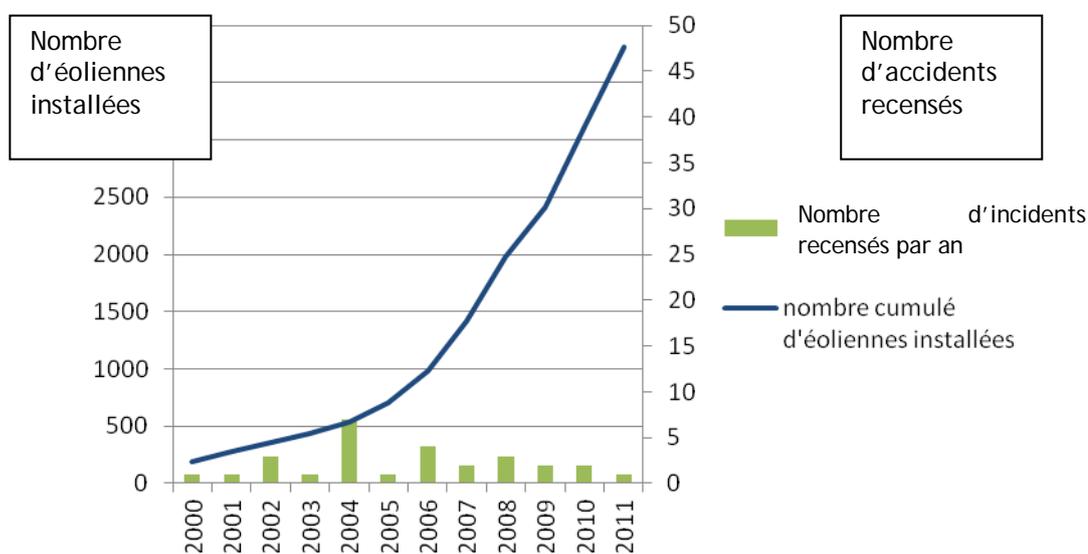


Figure 2 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'accident reste relativement constant

7.3.2. 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

7.4. 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.

8. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

8.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident 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 scénarios d'accident sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

8.2. Recensement des événements initiateurs 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.

8.3. Recensement des agressions externes potentielles

8.3.1. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

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

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	D221 : 180 m de T2 Route Communale entre Saint-Laurent-l'Abbaye et Chambeau : 135 m de T3 Route Communale entre Chevroux et Chambeau : 150 m de T8
Aérodrome (privé)	Loisir – Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	NA*
Ligne HT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Ligne MT 20 kV desservant Saint-Laurent-l'Abbaye : 15 m de l'éolienne T4 75 m de l'éolienne T8 80 m de l'éolienne T2 155 m de l'éolienne T6 190 m de l'éolienne T7 Des contre-mesures sont déjà en réflexion et présentées ci-avant.
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	NA*

* NA = non applicable = absence de l'infrastructure visée dans le rayon dédié pour l'agression

8.3.2. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Intensité maximale des vents observée dans le secteur : 37 m/s (133,2 km/h) en 1983*. L'emplacement n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux. Les éoliennes étant dimensionnées pour supporter des vents jusqu'à 250 km/h, il n'y a pas lieu de proposer de mesures particulières.
Foudre	Le parc éolien respectera la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou EN 62 305 – 3 (Décembre 2006)
Glissement de sols/ affaissement miniers	NA

* Source : MétéoFrance - Tempête de l'hiver 1983 (consulté en novembre 2015)

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.

8.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

Le tableau ci-dessous 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 scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience 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).

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	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
G02	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
I01	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
I02	Dysfonctionnement électrique	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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I03	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
I04	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
I05	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
I06	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
I07	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
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement 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
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
C3	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
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
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 fragments et chute 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 fragments et chute mât	2
E05	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 fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E08	Vents forts	Défaillance fondation	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 fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	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 fragments et chute mât	2

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

8.5. 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 générique 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 ».

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

Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est proposé de ne limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres.

8.6. Mise en place des mesures de sécurité

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc « Vents de Loire ». 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 de « 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.
- **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 de sécurité sont 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, pour permettre à l'inspection de comprendre leur fonctionnement.
- **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 scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »). Dans le cadre des études de dangers éoliennes, cette indépendance est mesurée à travers les questions suivantes :
 - Est-ce que la mesure de sécurité décrite a pour unique but d'agir pour la sécurité ? Il s'agit en effet ici de distinguer ces dernières de celles qui ont un rôle dans la sécurité mais aussi dans l'exploitation de l'aérogénérateur.
 - Cette mesure est-elle indépendante des autres mesures intervenant sur le scénario ?

- **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. Il s'agit ici de vérifier que la mesure de maîtrise des risques agira « à temps » pour prévenir ou pour limiter les accidents majeurs. L'estimation de ce temps de réponse peut être simplifiée et se contenter d'une estimation d'un temps de réponse maximum qui doit être atteint. Néanmoins, et pour rappel, la réglementation impose les temps de réponse suivants :
 - une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;
 - une seconde mesure maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes ;
- **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. Il s'agit de vérifier qu'une mesure de sécurité est bien dimensionnée pour remplir la fonction qui lui a été assigné.
- **Test (fréquence)** : dans ce champ sont rappelés 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.

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	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.		
Indépendance	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.		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	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
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA		
Maintenance	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
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	A préciser si possible		
Maintenance	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. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	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.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	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.		
Efficacité	100 %		
Tests	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.		
Maintenance	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 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	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.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	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.		

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours		
Description	DéTECTEURS de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme 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 est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	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. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement 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
Mesures de sécurité	DéTECTEURS de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution		
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. 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 : - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; - de récupérer les déchets absorbés. 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.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	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.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	A préciser si possible		
Maintenance	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (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	A préciser si possible		
Maintenance	A préciser si possible		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de cyclones dans les zones cycloniques	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	A préciser si possible		
Efficacité	100 %		
Tests	A préciser si possible		
Maintenance	Contrôle et entretien des équipements de repli cyclonique		

Fonction de sécurité	Prévenir l'endommagement du réseau électrique en cas d'effondrement d'une éolienne	N° de la fonction de sécurité	13
Mesures de sécurité	Enterrement des lignes électriques à une distance de moins d'une hauteur d'éolienne + 10 mètres.		
Description	Les lignes électriques 20 kV desservant Saint-Laurent-l'Abbaye seront enterrées par le gestionnaire du réseau, Enedis (ex-ERDF), à 85 cm de profondeur, de manière à ce que les câbles soient à une distance d'au moins une hauteur d'éolienne + 10 mètres, soient à 190 m de T2, T6, T8 et T7.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	A préciser si possible		

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

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.

8.7. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

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

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques) I01 à I03	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m^2 n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur I04 à I06	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C G01 et G02	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C , il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol F01 et F02	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

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

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

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

9. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

9.1. Rappels des définitions

Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux sont précisées dans l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005.

Cet arrêté ne prévoit de détermination de l'intensité et de la gravité que pour les effets de surpression, de rayonnement thermique et de toxique.

Cet arrêté est complété par la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

Cette circulaire précise en son point 1.2.2 qu'à l'exception de certains explosifs pour lesquels les effets de projection présentent un comportement caractéristique à faible distance, les projections et chutes liées à des ruptures ou fragmentations ne sont pas modélisées en intensité et gravité dans les études de dangers.

Force est néanmoins de constater que ce sont les seuls phénomènes dangereux susceptibles de se produire sur des éoliennes.

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

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

9.1.1. CINETIQUES

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

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

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

9.1.2. 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 [13]).

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 [13] caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques. Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

Dans le cas de scénarios de projection, l'annexe II de cet arrêté précise : « *Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection, l'évaluation des effets de projection d'un phénomène dangereux nécessite, le cas échéant, une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant. Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, cette délimitation s'appuie sur une analyse au cas par cas proposée par l'exploitant* ».

C'est pourquoi, pour chacun des événements accidentels retenus (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), deux valeurs de référence ont été retenues :

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

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

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

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

9.1.3. 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.

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

9.1.4. METHODE COMPTAGE DES PERSONNES

La méthode générale de détermination du nombre équivalent personnes permanentes est détaillée en annexe 1 du présent document.

Les différents types de terrain rencontrés au sein l'aire d'étude du projet « Vents de Loire » sont présentés dans le tableau ci-dessous ainsi que le détail de la méthode de calcul du nombre équivalent de personnes permanentes :

Nature des terrains	Typologie (Annexe 1)	Calcul de la surface
Chemins ruraux et communaux	Terrains aménagés peu fréquentés 1 personne/10 ha	Mesure du linéaire sur plan Multiplication par une largeur conservatoire déterminée après plusieurs mesures sur plans, vues aériennes et cadastre Largeur retenue : 7 mètres
Routes communales (<2000 véhicules/j)	Voie de circulation non structurantes - Terrains aménagés peu fréquentés 1 personne/10 ha	Mesure du linéaire sur plan Multiplication par une largeur conservatoire déterminée après plusieurs mesures sur plans, vues aériennes et cadastre Largeur retenue : 12 mètres
Routes départementales (<2000 véhicules/j)		Mesure du linéaire sur plan Multiplication par une largeur conservatoire déterminée après plusieurs mesures sur plans, vues aériennes et cadastre Largeur retenue : 14 mètres
Champs et prairies	Terrains non aménagés très peu fréquentés 1 personnes/100 ha	Calcul par différence entre la surface de la zone d'effet (Z_E) et la somme des surfaces des autres terrains
Bois et forêts		

9.1.5. 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 :

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 Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

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_{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_{rotation} = probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)

P_{atteinte} = probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation)

$P_{\text{présence}}$ = 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_{accident}) à la probabilité de l'événement redouté central (P_{ERC}) a été retenue.

9.2. Caractérisation des scénarios retenus

9.2.1. EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE

❖ 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 180 mètres maximum dans le cas des éoliennes du parc éolien « Vents de Loire ».

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (références [5] et [6]). 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.

❖ 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.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien « Vents de Loire ». R est la longueur de pale (R = 65,5 m) de forme triangulaire avec une base de largeur LB de 4 m, H la hauteur du mât (H = 114 m) et L la largeur du mât (L = 10 m à la base, 7 m en moyenne).

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit rayon ≤ 180 m)			
Zone d'impact en m^2 (Z_I)	Zone d'effet (Z_E) du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = H \times L + 3 \times R \times LB / 2$ Pour R = 65,5 m, H = 114 m, LB = 4 m et L = 7 m La zone d'impact est de 1 191 m^2	$Z_E = \pi \times (H+R)^2$ La zone d'effet est de 101 223 m^2	$d = Z_I / Z_E$ 1,12% ($1\% \leq d < 5\%$)	exposition forte

L'intensité du phénomène d'effondrement est nulle au-delà de la zone d'effondrement.

❖ Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe IX.1.3.), 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, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit rayon \leq 180 m)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes</i> <i>(ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
T1 à T8	< 0,2	Sérieuse

Pour toutes les éoliennes la zone d'effet est constituée de terrains non aménagés et très peu fréquentés (cultures) où il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha ainsi que de terrains aménagés mais peu fréquentés comme les chemins agricoles et les routes départementales/communales (< 2000 véhicules/jour, où il faut compter 1 personne par tranche de 10 ha.

Le niveau de gravité sera donc « Sérieux ».

❖ Probabilité

Pour l'effondrement d'une éolienne, les valeurs retenues dans la littérature sont détaillées dans le tableau suivant :

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances [6]	$1,8 \times 10^{-4}$ (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'expérience¹¹, 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 : « *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* ».

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 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

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 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.

¹¹ 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.

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* ».

❖ Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de « D », le risque d'effondrement pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 10 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien « Vents de Loire », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit rayon ≤ 180 m)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
T1 à T8	Sérieuse	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Vents de Loire », le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

9.2.2. CHUTE DE GLACE

❖ 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 [15], une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concerné 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 qui se forme en fine pellicule sur les pales de l'éolienne 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.

❖ 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 parc éolien « Vents de Loire », la zone d'effet à donc un rayon de 65,5 mètres maximum. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

❖ 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-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du parc éolien « Vents de Loire ». Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est la longueur de pale ($R= 65,5$ m), SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG= 1$ m²).

Le degré d'exposition est calculé pour un morceau de glace d'une surface de 1 m² (de façon à majorer la zone d'impact et donc le degré d'exposition) et pour un rotor de 131 m de diamètre.

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 65,5 m, zone de survol)			
<i>Zone d'impact en m²</i>	<i>Zone d'effet du phénomène étudié en m²</i>	<i>Degré d'exposition du phénomène étudié en %</i>	<i>Intensité</i>
$Z_I = SG$ 1 m^2	$Z_E = \pi \times R^2$ $13\,478 \text{ m}^2$	$d = Z_I / Z_E$ $0,007 \% (< 1 \%)$	<i>exposition modérée</i>

L'intensité est nulle hors de la zone de survol.

❖ **Gravité**

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe IX.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 »

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 :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 65,5 m, zone de survol)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
T1 à T8	<0.02	Modérée

Pour toutes les éoliennes la zone d'effet est constituée de terrains non aménagés et très peu fréquentés (cultures céréalières, bois) où il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha ainsi que sur les terrains aménagés mais peu fréquentés que constituent les chemins agricoles et les routes départementales/communales (< 2000 véhicules/jour) qui desservent les éoliennes, où il faut compter 1 personne par tranche de 10 ha.

Le niveau de gravité sera donc « Modérée ».

❖ **Probabilité**

De façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A », c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10^{-2} .

❖ Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de « A », le risque de chute de glace pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 1 dans la zone d'effet (gravité modérée).

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc des Vents de Loire, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 = 65,5$ m, zone de survol)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
T1 à T8	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Vents de Loire », 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 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, 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.

9.2.3. CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE

❖ 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.

❖ 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 de l'éolienne dans le cas du parc éolien « Vents de Loire ». d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_e la zone d'effet, R la longueur de pale ($R = 65,5$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB = 4$ m).

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 = 65,5$ m, zone de survol)			
<i>Zone d'impact en m^2</i>	<i>Zone d'effet du phénomène étudié en m^2</i>	<i>Degré d'exposition du phénomène étudié en %</i>	<i>Intensité</i>
$Z_i = R * LB / 2$ 131 m^2	$Z_e = \pi * R^2$ 13 478 m^2	0,97 % (< 1 %)	<i>exposition modérée</i>

L'intensité en dehors de la zone de survol est nulle.

❖ Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe IX.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 »

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 :

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = 65,5 m, zone de survol)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
T1 à T8	<0.02	Modérée

Pour toutes les éoliennes la zone d'effet est constituée de terrains non aménagés et très peu fréquentés (cultures céréalières, bois) où il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha ainsi que sur les terrains aménagés mais peu fréquentés que constituent les chemins agricoles et les routes départementales/communales (< 2000 véhicules/jour) qui desservent les éoliennes, où il faut compter 1 personne par tranche de 10 ha.

Le niveau de gravité sera donc « Modérée ».

❖ 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 4.47×10^{-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.

❖ Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de « C », le risque de chute d'éléments pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 10 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc des Vents de Loire, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2 = 65,5$ m, zone de survol)		
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Niveau de risque</i>
T1 à T8	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Vents de Loire », le phénomène de chute d'éléments des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

9.2.4. PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

❖ Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe, 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 [3].

L'analyse de ce recueil d'accidents indique une distance maximale de projection de l'ordre de 500 mètres à deux exceptions près :

- 1 300 m rapporté pour un accident à Hundhammerfjellet en Norvège le 20/01/2006
- 1 000 m rapporté pour un accident à Burgos en Espagne le 09/12/2000

Toutefois, pour ces deux accidents, les sources citées ont été vérifiées par le SER-FEE et aucune distance de projection n'y était mentionnée. Les distances ont ensuite été vérifiées auprès des constructeurs concernés et dans les deux cas elles n'excédaient pas 300 m.

Ensuite, pour l'ensemble des accidents pour lesquels une distance supérieure à 400 mètres était indiquée, les sources mentionnées dans le recueil ont été vérifiées de manière exhaustive (articles de journal par exemple), mais aucune d'elles ne mentionnait ces mêmes distances de projection. Quand une distance était écrite dans la source, il pouvait s'agir par exemple de la distance entre la maison la plus proche et l'éolienne, ou du périmètre de sécurité mis en place par les forces de l'ordre après l'accident, mais en aucun cas de la distance de projection réelle.

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études [5] et [6].

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.

❖ Intensité

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment 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 pales ou de fragments de pale dans le cas du parc éolien « Vents de Loire ». d est le degré d'exposition, r la longueur d'une pale, Z_i la zone d'impact, Z_e la zone d'effet où R est la zone de 500 m autour de chaque éolienne ($R = 500$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB = 4$ m).

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
<i>Zone d'impact en m²</i>	<i>Zone d'effet du phénomène étudié en m²</i>	<i>Degré d'exposition du phénomène étudié en %</i>	<i>Intensité</i>
$Z_i = r * LB / 2$ 131 m ²	$Z_E = \pi * R^2$ 785 398 m ²	$d = 0,02 \%$ ($< 1 \%$)	<i>Exposition modérée</i>

❖ **Gravité**

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe IX.1.3., 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 suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection et la gravité associée :

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
T1 à T6 et T8	< 0,9	Modérée
T7	< 16,9	Importante

Pour toutes les éoliennes la zone d'effet est constituée de terrains non aménagés et très peu fréquentés (cultures) où il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha ainsi que de terrains aménagés mais peu fréquentés comme les chemins agricoles et les routes départementales/communales (< 2000 véhicules/jour), où il faut compter 1 personne par tranche de 10 ha.

L'éolienne T7 est de plus concernée par la présence d'une déchetterie à 460 m à l'ouest. Celle-ci est fréquentée par 13 600 personnes par an, et 2 employés sur site aux horaires d'ouverture, d'après la Communauté de Communes Loire et Vignoble.

De plus, bien que les déchetteries ne soient pas considérées comme des ERP, il est tout de même possible de comptabiliser les utilisateurs, afin de conserver une approche conservatrice. Les 13 600 utilisateurs de la déchetterie se répartissent sur les 988 heures d'ouverture de l'année, ce qui fait une fréquentation moyenne de 13,8 utilisateurs par heure. Deux hypothèses majorantes sont faites : chaque utilisateur passe une heure complète à la déchetterie, et le nombre moyen de personnes présentes lors des horaires d'ouverture est assimilé au nombre de personnes permanentes. En additionnant les utilisateurs et les employés, il est donc considéré que la déchetterie entraîne 15,8 personnes permanentes dans l'aire d'étude de dangers de l'éolienne T7.

Le niveau de gravité sera donc « Modéré » à « Important » suivant les éoliennes.

❖ Probabilité

Les valeurs retenues dans la littérature pour une rupture de tout ou partie de pale sont détaillées dans le tableau suivant :

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project [4]	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$1,1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances [6]	$6,1 \times 10^{-4}$	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 évolué, 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 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* ».

❖ Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de « D », le risque de projection de tout ou partie de pale pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 1000 dans la zone d'effet.

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Vents de Loire », la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
T1 à T6 et T8	Modérée	Acceptable
T7	Important	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Vents de Loire », le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

9.2.5. PROJECTION DE GLACE

❖ 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.

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] 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 des éoliennes en cas de givre ou de glace :

$$\text{Distance d'effet} = 1,5 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{diamètre de rotor})$$

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures [17]. 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.

❖ 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 m²) 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 dans le cas du parc éolien « Vents de Loire ». d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R=65,5$ m), H la hauteur au moyeu ($H=114$ m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Le degré d'exposition est calculé dans le tableau ci-dessous pour une éolienne de 131 m de diamètre ($R=65,5$ m) et de 114 m de hauteur de moyeu ($H=114$ m), c'est-à-dire avec un rayon de zone d'effet (R_{PG}) égal à 367,5 m.

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne, $R_{PG} = 367,5$ m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = SG$ 1 m ²	$Z_E = \pi \times (1,5 \times (H+2R))^2$ 424 291 m ²	$2,4 \times 10^{-4} \%$ ($< 1 \%$)	Exposition modérée

❖ Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe IX.1.3., 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 [17] 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, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection de glace et la gravité associée :

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne, $R_{PG} = 367,5$ m)		
<i>Eolienne</i>	<i>Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)</i>	<i>Gravité</i>
T1 à T8	< 0,6	Modérée

Pour toutes les éoliennes la zone d'effet est constituée de terrains non aménagés et très peu fréquentés (cultures) où il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha ainsi que de terrains aménagés mais peu fréquentés comme les chemins agricoles et les routes départementales/communales (< 2000 véhicules/jour, où il faut compter 1 personne par tranche de 10 ha.

Le niveau de gravité sera modéré pour le parc éolien « Vents de Loire ».

❖ 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 ;
- le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace ;

Une probabilité forfaitaire « B – événement probable » est proposé pour cet événement.

❖ 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 parc des Vents de Loire, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne, $R_{PG} = 367,5$ m)			
<i>Eolienne</i>	<i>Gravité</i>	<i>Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage</i>	<i>Niveau de risque</i>
T1 à T8	Modérée	Oui	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Vents de Loire », le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

9.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques

9.3.1. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS

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 regrouperont les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Il est important de noter que l'agrégation des éoliennes au sein d'un même profil de risque ne débouche pas sur une agrégation de leur niveau de probabilité ni du nombre de personnes exposées car les zones d'effet sont différentes.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne (S1)	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (180 m)	Rapide	exposition forte	D (pour des éoliennes récentes) ¹²	Sérieuse Pour les éoliennes T1 à T8
Chute d'élément de l'éolienne (S2)	Zone de survol (65,5 m)	Rapide	exposition modérée	C	Modérée Pour les éoliennes T1 à T8
Chute de glace (S3)	Zone de survol (65,5 m)	Rapide	exposition modérée	A	Modérée Pour les éoliennes T1 à T8
Projection de pale (S4)	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes) ¹³	Importante Pour les éoliennes T7 Modérée Pour les éoliennes T1 à T6 et T8
Projection de glace (S5)	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne (367,5m)	Rapide	exposition modérée	B	Modérée Pour les éoliennes T1 à T8

¹² Voir paragraphe IX.2.1

¹³ Voir paragraphe IX.2.4

9.3.2. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTATION DES RISQUES

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

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

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		(S4 – T7)*			
Sérieux		(S1)*			
Modéré		(S4 – T1 à T6 et T8)*			

* (Sx) signifie scénario x (voir page précédente)

Légende de la matrice

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

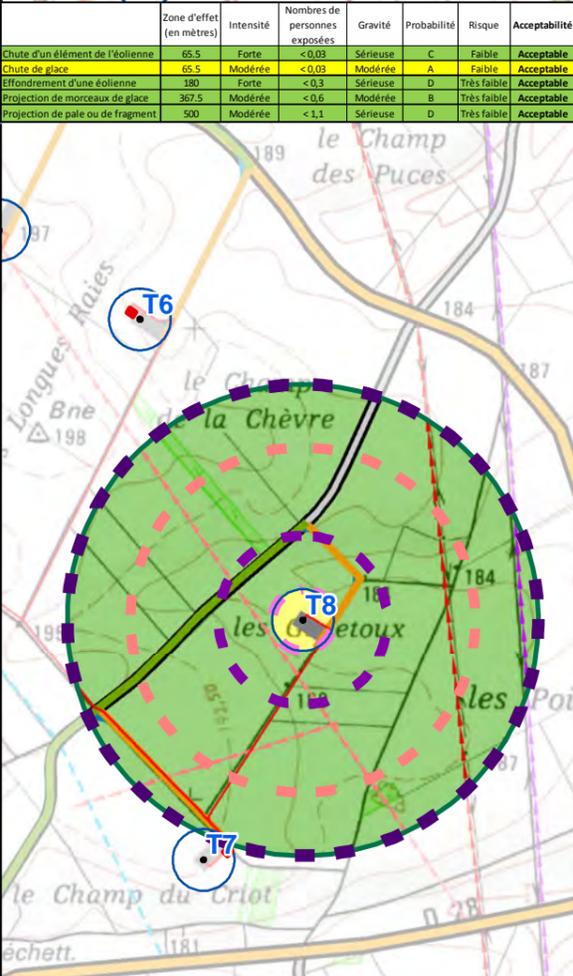
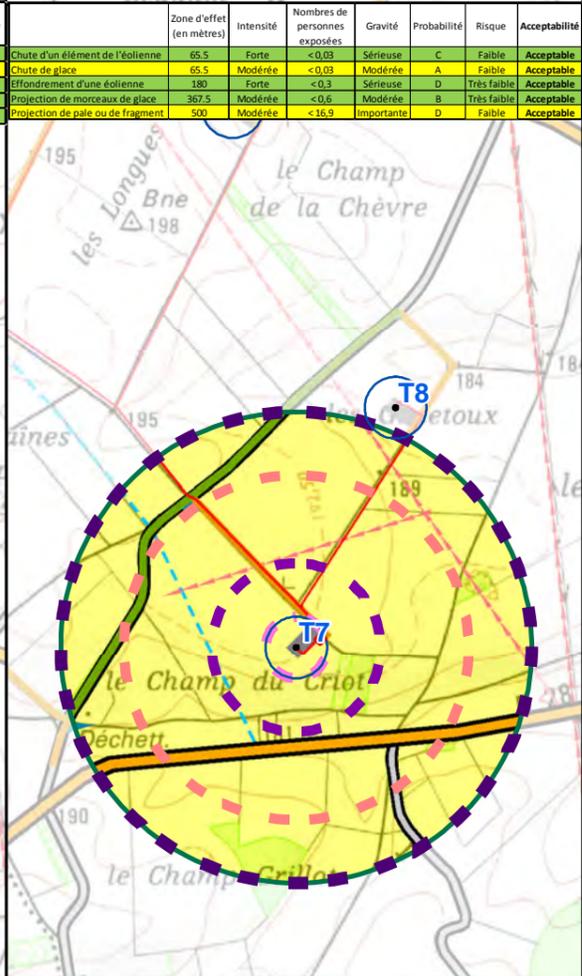
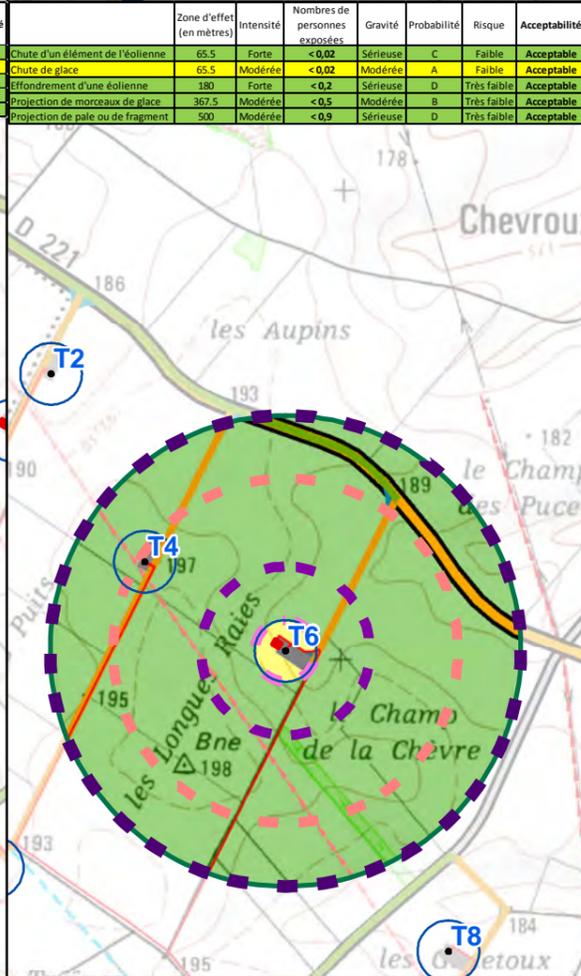
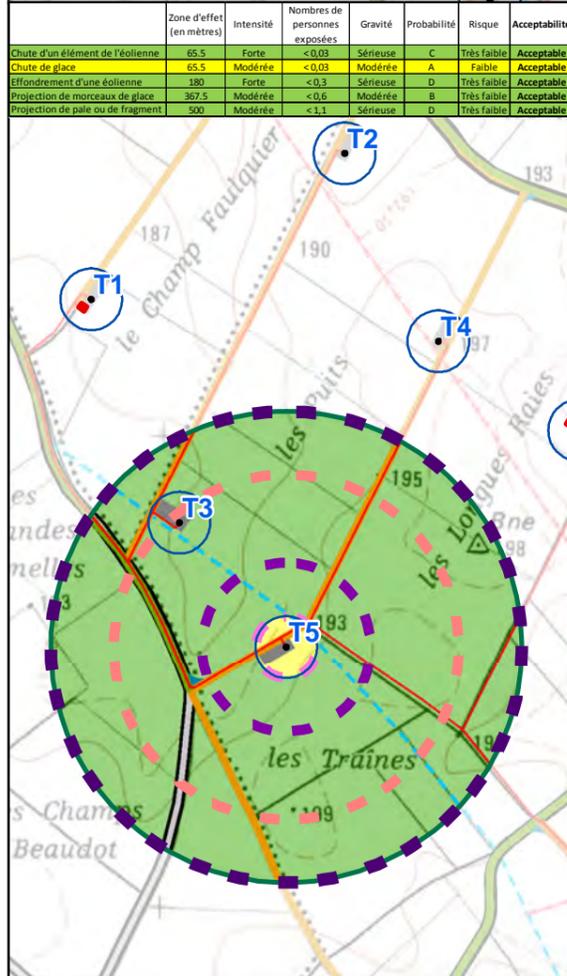
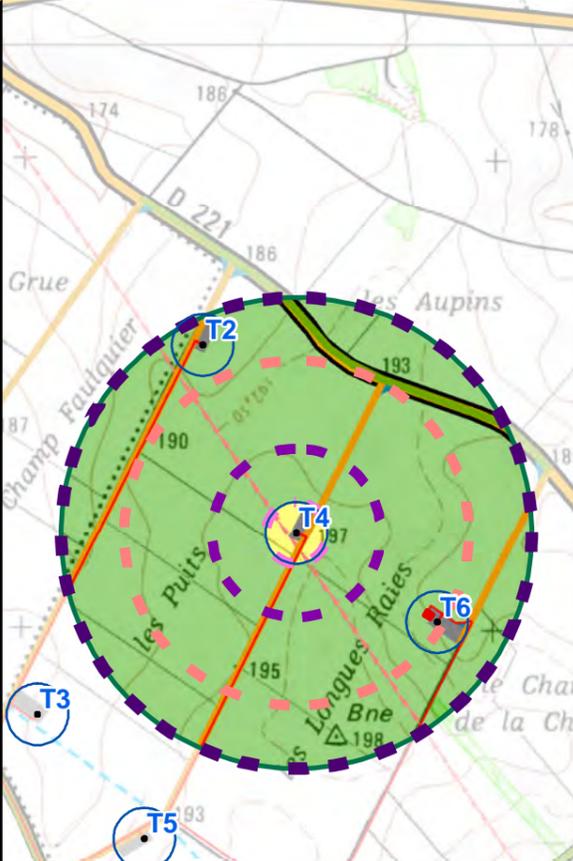
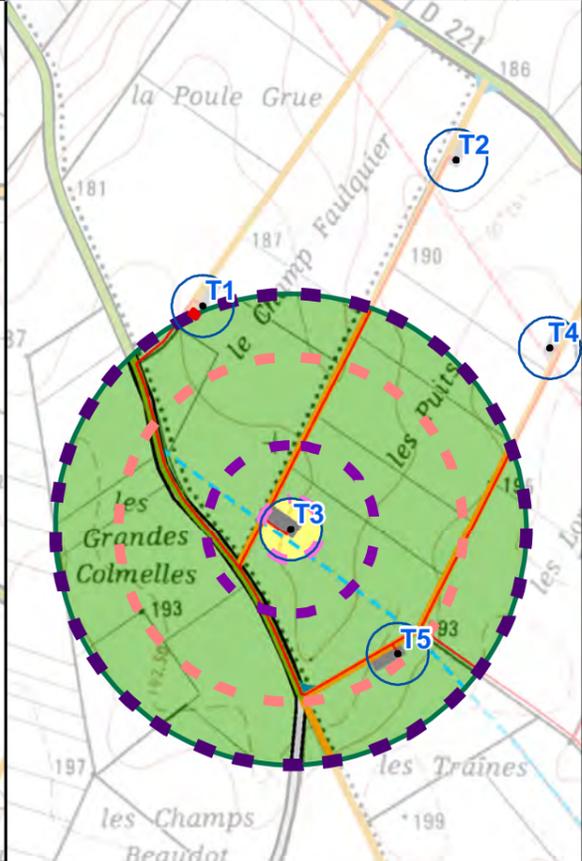
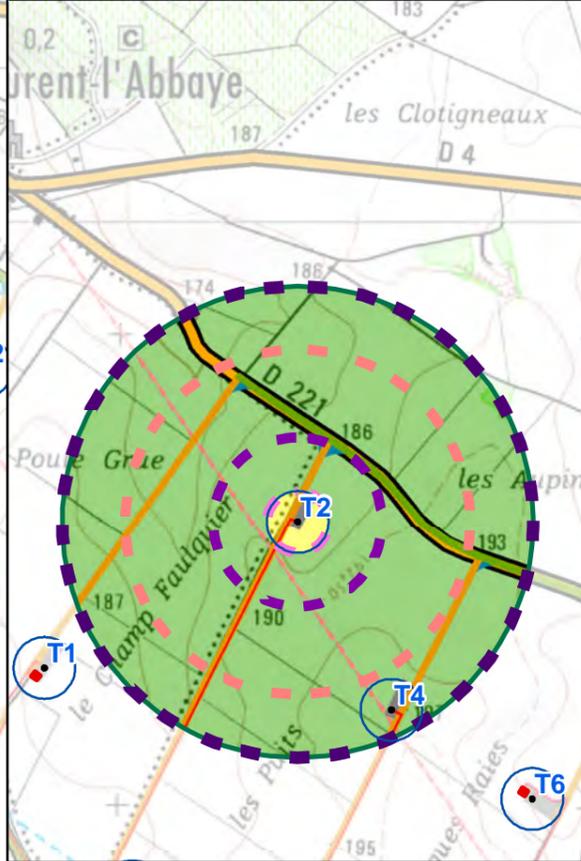
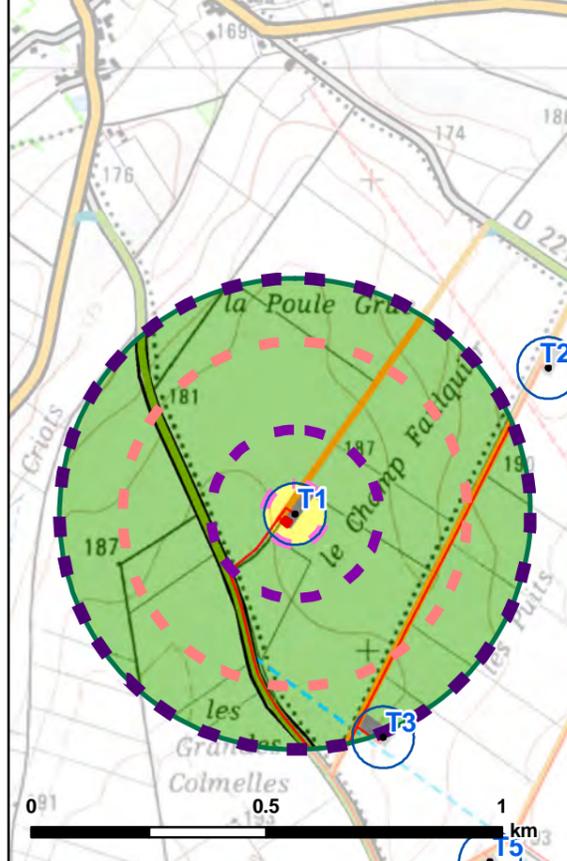
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 de l'étude de dangers sont mises en place (exemple : détection de glace).

	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65,5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65,5	Moderée	<0,03	Moderée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367,5	Moderée	<0,6	Moderée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Moderée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65,5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65,5	Moderée	<0,03	Moderée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367,5	Moderée	<0,6	Moderée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Moderée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65,5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65,5	Moderée	<0,03	Moderée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367,5	Moderée	<0,6	Moderée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Moderée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65,5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65,5	Moderée	<0,03	Moderée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367,5	Moderée	<0,6	Moderée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Moderée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable



Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Aire de grutage
- Structure de livraison
- Tranchée cable HTA
- Accès existant avec travaux
- Accès à améliorer
- Virage à créer

Infrastructures

- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
- Route communale non structurante et chemin
- Fibre optique proche du projet
- Ligne électrique proche du projet
- 20kV
- 63kV
- 400kV

Périmètres d'analyse des risques

- Périmètre d'analyse du risque de chute de glace et d'éléments de l'éolienne (65,5m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de glace (367,5m)
- Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne (180m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500m)
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers (500m)

Synthèse des risques

- Très faible
- Faible



Projet éolien de Vents de Loire

Synthèse des risques

CARTE N° 02984D2840-03

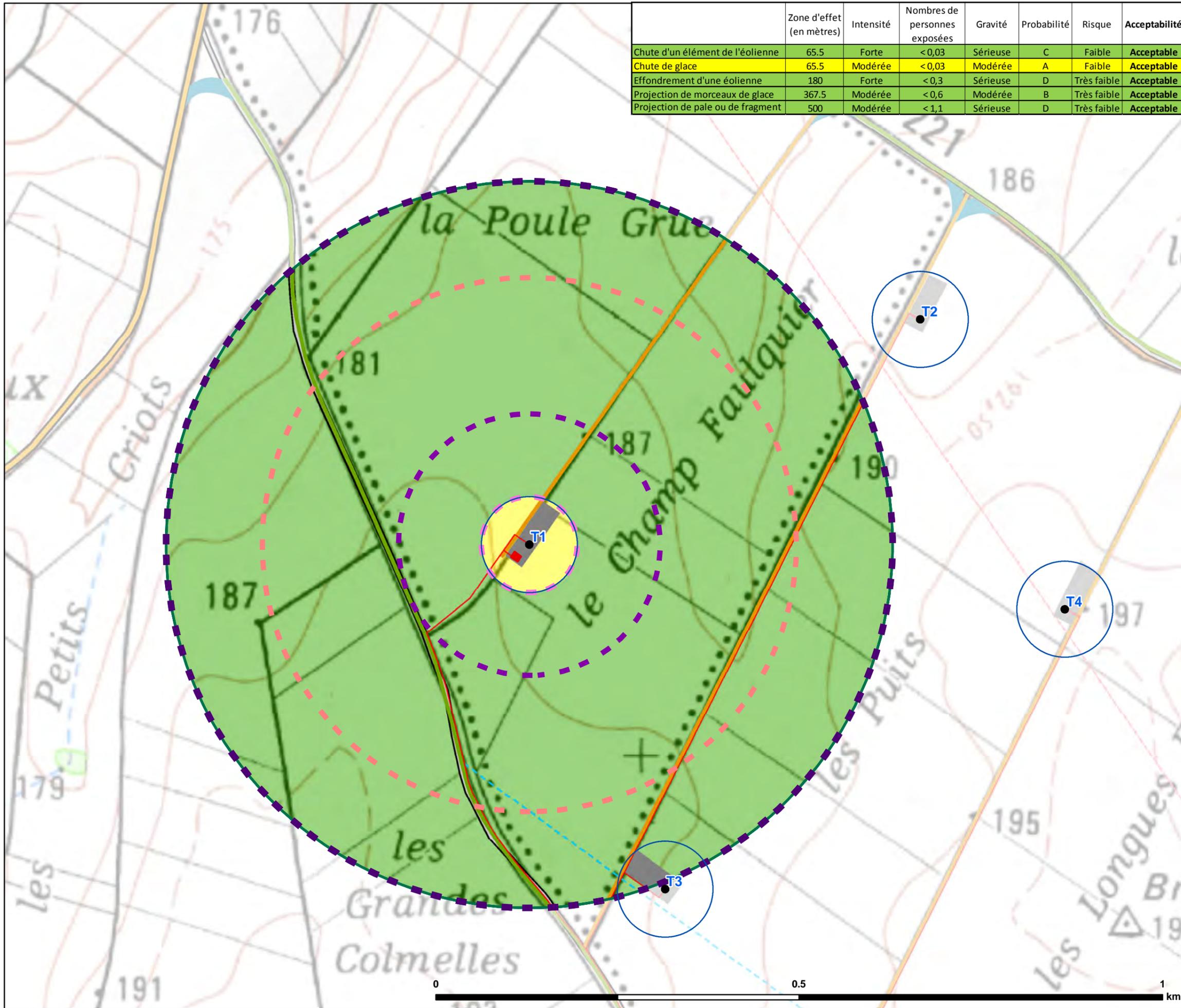
FORMAT A3 ECHELLE 1:15 000

COORDS L93 DATE 210217

SCAN100D - Copyright IGN
Reproduction interdite.



LA FONTAINE
330 RUE DU MOURELET
ZI DE COURTINE
84000 AVIGNON, FRANCE
TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
FAX +33 (0) 4 32 76 03 01



	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65.5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65.5	Modérée	<0,03	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367.5	Modérée	<0,6	Modérée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Structure de livraison
- Tranchée câble HTA
- Accès existant avec travaux
- Accès à améliorer
- Virage à créer
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers (500m)

Infrastructures

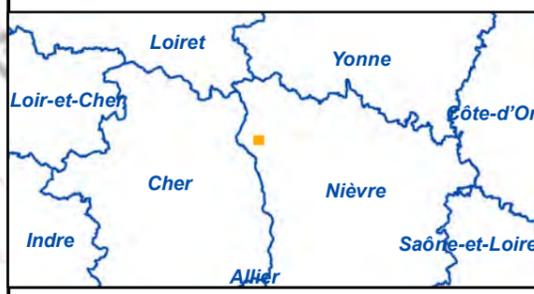
- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
- Route communale non structurante et chemin
- Fibre optique proche du projet
- Ligne électrique proche du projet
 - 20kV
 - 63kV
 - 400kV

Périmètres d'analyse des risques

- Périmètre d'analyse du risque de chute de glace et d'éléments de l'éolienne (65,5m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de glace (367,5m)
- Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne (180m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500m)

Synthèse des risques

- Très faible
- Faible



Projet éolien de Vents de Loire

Synthèse des risques Eolienne T1

CARTE N°	02984D2831-01
FORMAT	A3
ECHELLE	1:5 000
COORDS	L93
DATE	230616

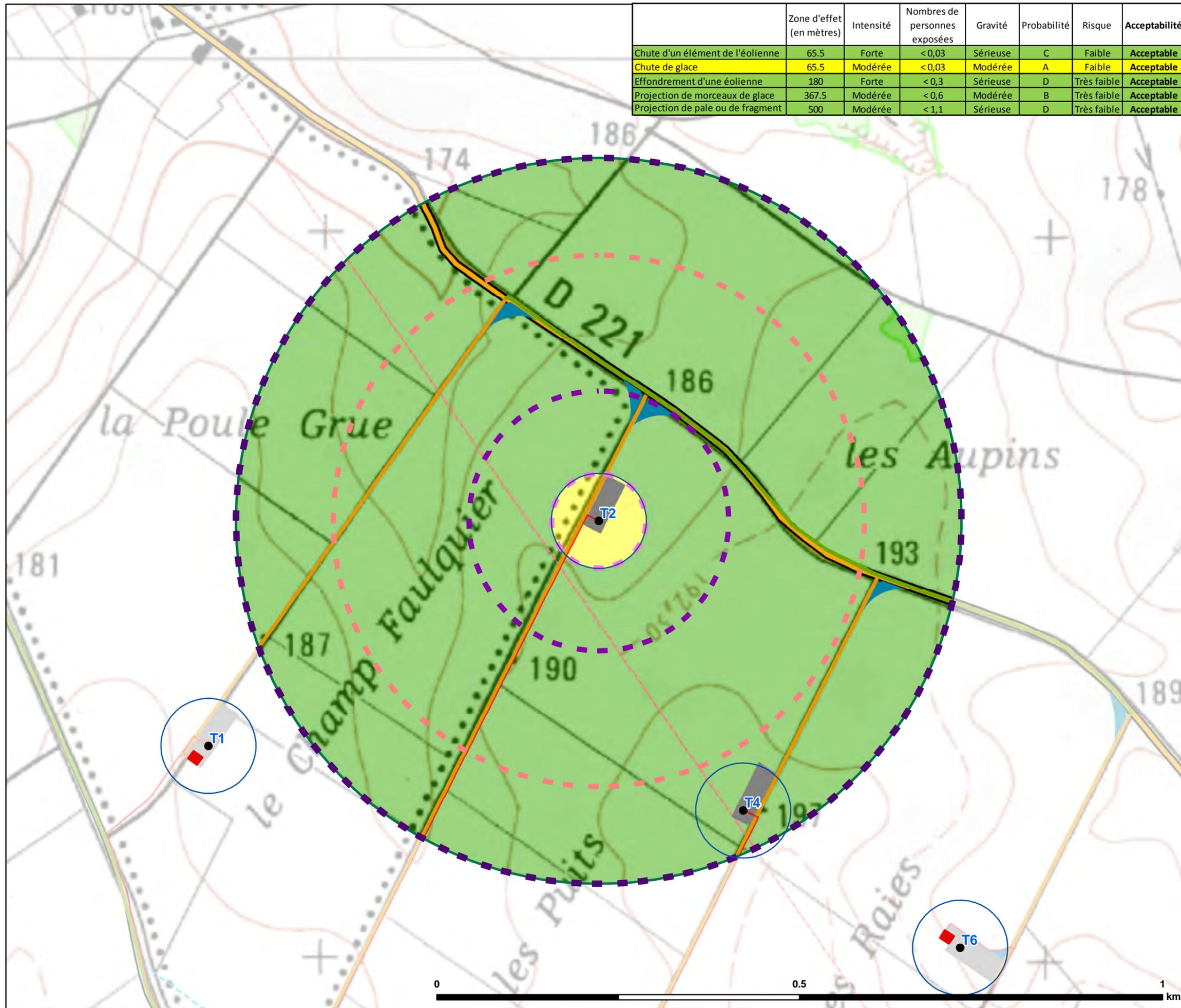
RES

LA FONTAINE
330 RUE DU MOURELET
ZI DE COURTINE
84000 AVIGNON, FRANCE

TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
FAX +33 (0) 4 32 76 03 01



	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65.5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65.5	Modérée	<0,03	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367.5	Modérée	<0,6	Modérée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable



Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Structure de livraison
- Tranchée câble HTA
- Accès existant avec travaux
- Accès à améliorer
- Virage à créer
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers (500m)

Infrastructures

- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
- Route communale non structurante et chemin
- Fibre optique proche du projet

Ligne électrique proche du projet

- 20kV
- 63kV
- 400kV

Périmètres d'analyse des risques

- Périmètre d'analyse du risque de chute de glace et d'éléments de l'éolienne (65,5m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de glace (367,5m)
- Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne (180m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500m)

Synthèse des risques

- Très faible
- Faible



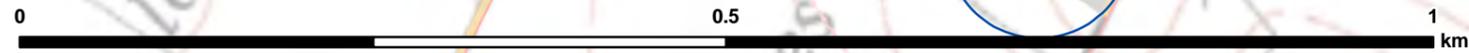
Projet éolien de Vents de Loire

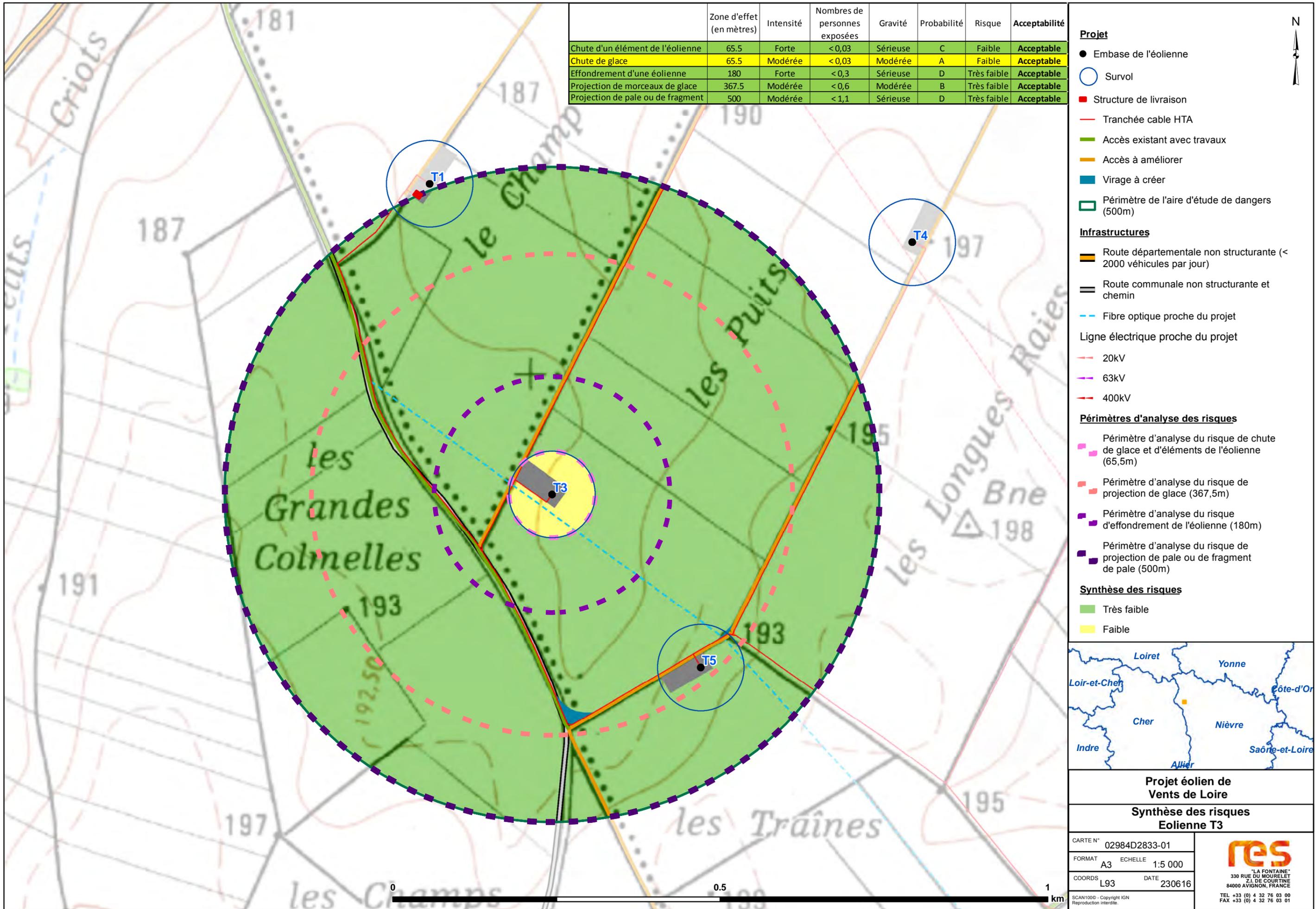
Synthèse des risques Eolienne T2

CARTE N°	02984D2832-02
FORMAT	A3
ECHELLE	1:5 000
COORDS	L93
DATE	200217

SCAN100D - Copyright IGN
Reproduction interdite.

RES
"LA FONTAINE"
330 RUE DU MOURELET
ZI DE COURTINE
84000 AVIGNON, FRANCE
TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
FAX +33 (0) 4 32 76 03 01





	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65,5	Forte	< 0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65,5	Modérée	< 0,03	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	< 0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367,5	Modérée	< 0,6	Modérée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	< 1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

- Projet**
- Embase de l'éolienne
 - Survol
 - Structure de livraison
 - Tranchée câble HTA
 - Accès existant avec travaux
 - Accès à améliorer
 - Virage à créer
 - Périmètre de l'aire d'étude de dangers (500m)
- Infrastructures**
- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
 - Route communale non structurante et chemin
 - Fibre optique proche du projet
- Ligne électrique proche du projet
- 20kV
 - 63kV
 - 400kV
- Périmètres d'analyse des risques**
- Périmètre d'analyse du risque de chute de glace et d'éléments de l'éolienne (65,5m)
 - Périmètre d'analyse du risque de projection de glace (367,5m)
 - Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne (180m)
 - Périmètre d'analyse du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500m)
- Synthèse des risques**
- Très faible
 - Faible

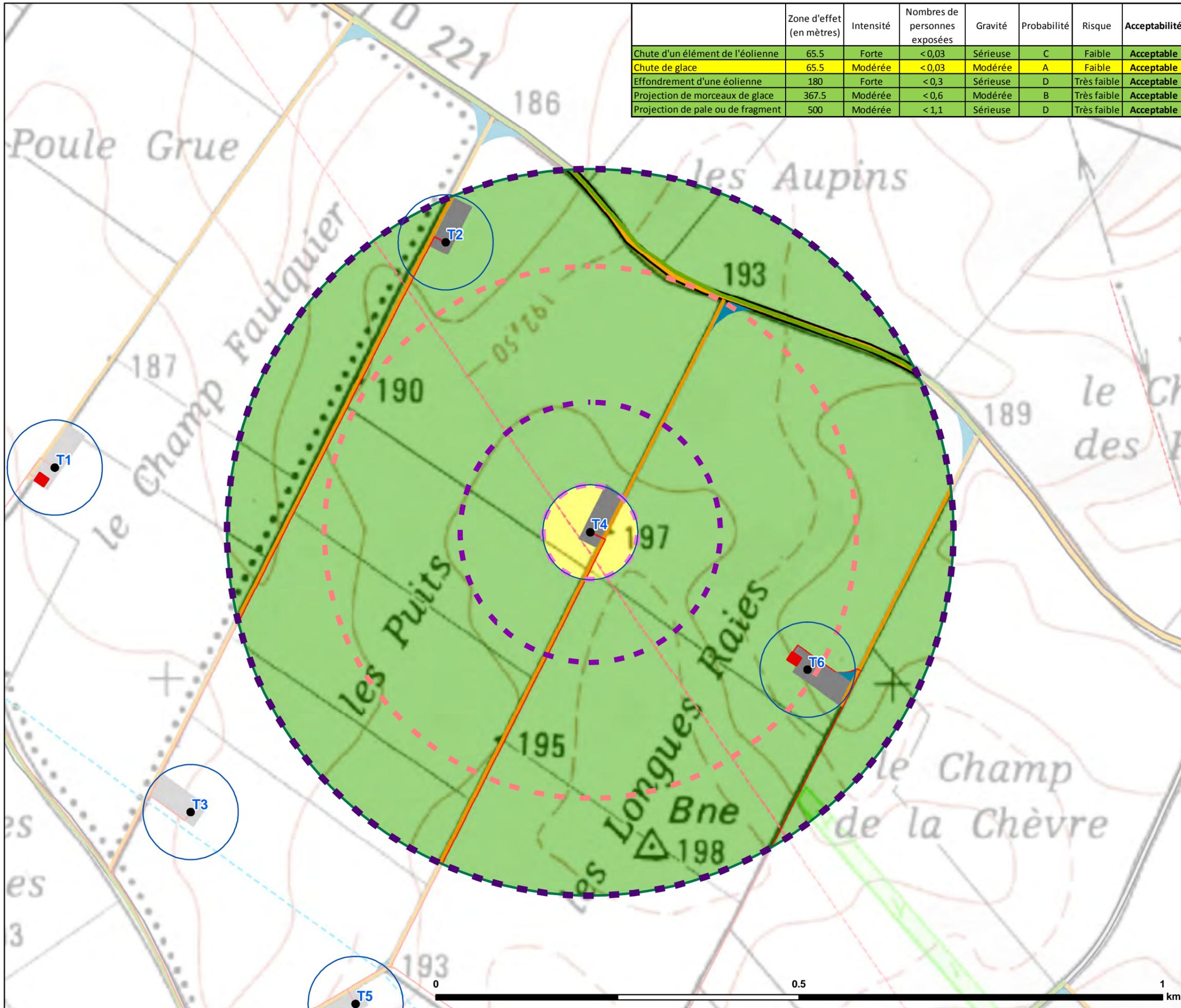


Projet éolien de Vents de Loire

Synthèse des risques Eolienne T3

CARTE N° 02984D2833-01
 FORMAT A3 ECHELLE 1:5 000
 COORDS L93 DATE 230616
 SCAN100D - Copyright IGN
 Reproduction interdite.

RES
 "LA FONTAINE"
 330 RUE DU MOURELET
 Z.I. DE COURTINE
 84000 AVIGNON, FRANCE
 TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
 FAX +33 (0) 4 32 76 03 01



	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65.5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65.5	Modérée	<0,03	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367.5	Modérée	<0,6	Modérée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Structure de livraison
- Tranchée câble HTA
- Accès existant avec travaux
- Accès à améliorer
- Virage à créer
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers (500m)

Infrastructures

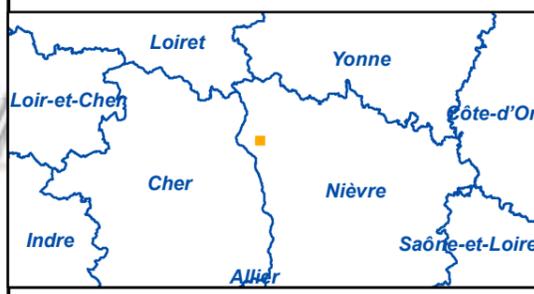
- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
- Route communale non structurante et chemin
- Fibre optique proche du projet
- Ligne électrique proche du projet
 - 20kV
 - 63kV
 - 400kV

Périmètres d'analyse des risques

- Périmètre d'analyse du risque de chute de glace et d'éléments de l'éolienne (65,5m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de glace (367,5m)
- Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne (180m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500m)

Synthèse des risques

- Très faible
- Faible



Projet éolien de Vents de Loire

Synthèse des risques Eolienne T4

CARTE N°	02984D2834-02
FORMAT	A3
ECHELLE	1:5 000
COORDS	L93
DATE	200217

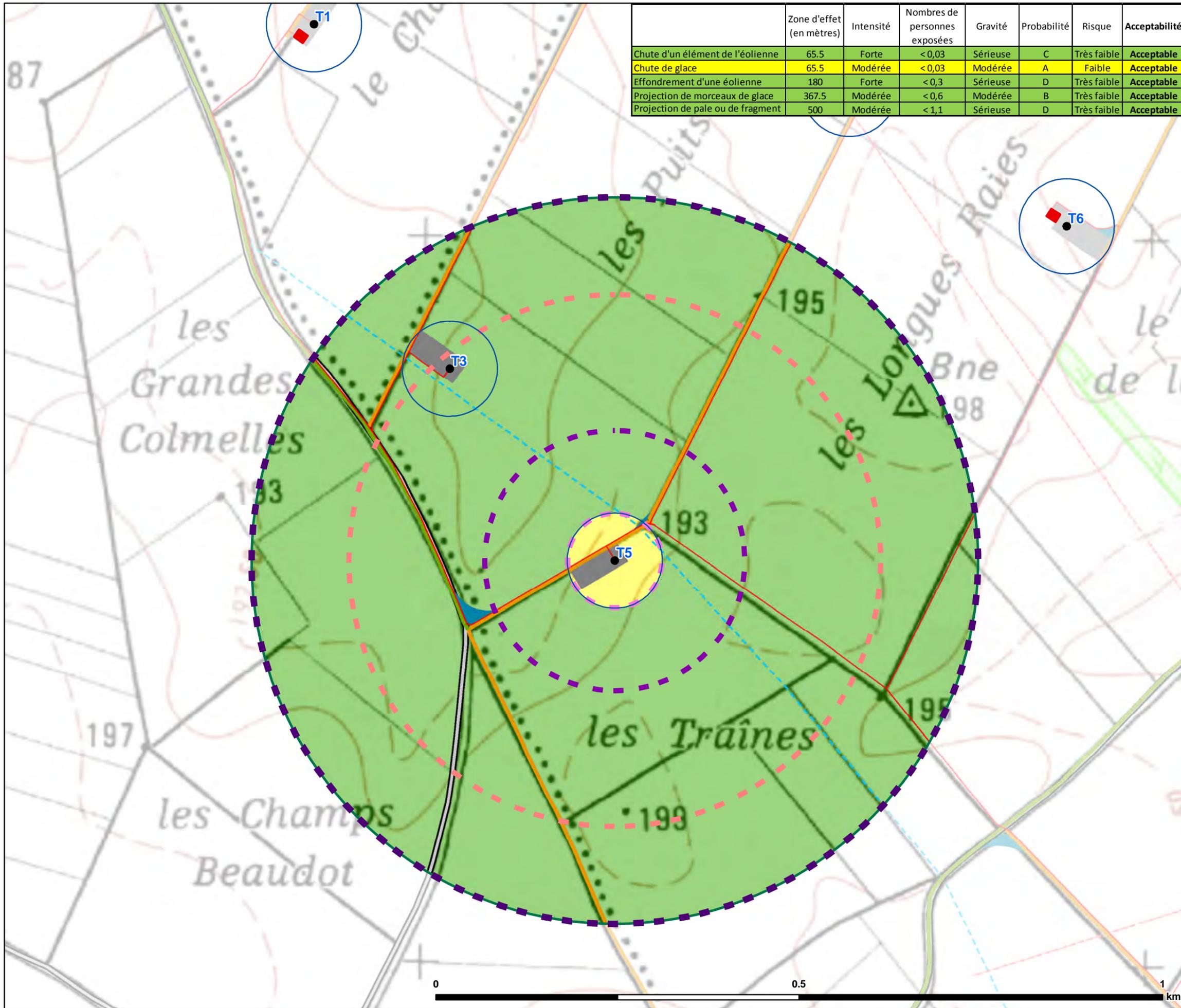
RES

LA FONTAINE
330 RUE DU MOURELET
ZI DE COURTINE
84000 AVIGNON, FRANCE

TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
FAX +33 (0) 4 32 76 03 01

SCAN100D - Copyright IGN
Reproduction interdite.





	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65.5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Très faible	Acceptable
Chute de glace	65.5	Modérée	<0,03	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367.5	Modérée	<0,6	Modérée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	<1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Structure de livraison
- Tranchée câble HTA
- Accès existant avec travaux
- Accès à améliorer
- Virage à créer
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers (500m)

Infrastructures

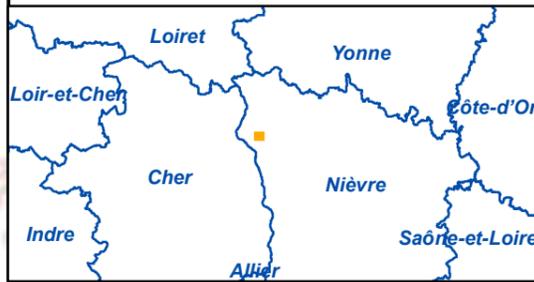
- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
- Route communale non structurante et chemin
- Fibre optique proche du projet
- Ligne électrique proche du projet
 - 20kV
 - 63kV
 - 400kV

Périmètres d'analyse des risques

- Périmètre d'analyse du risque de chute de glace et d'éléments de l'éolienne (65,5m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de glace (367,5m)
- Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne (180m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500m)

Synthèse des risques

- Très faible
- Faible

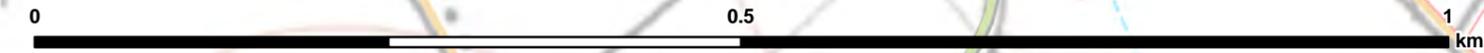


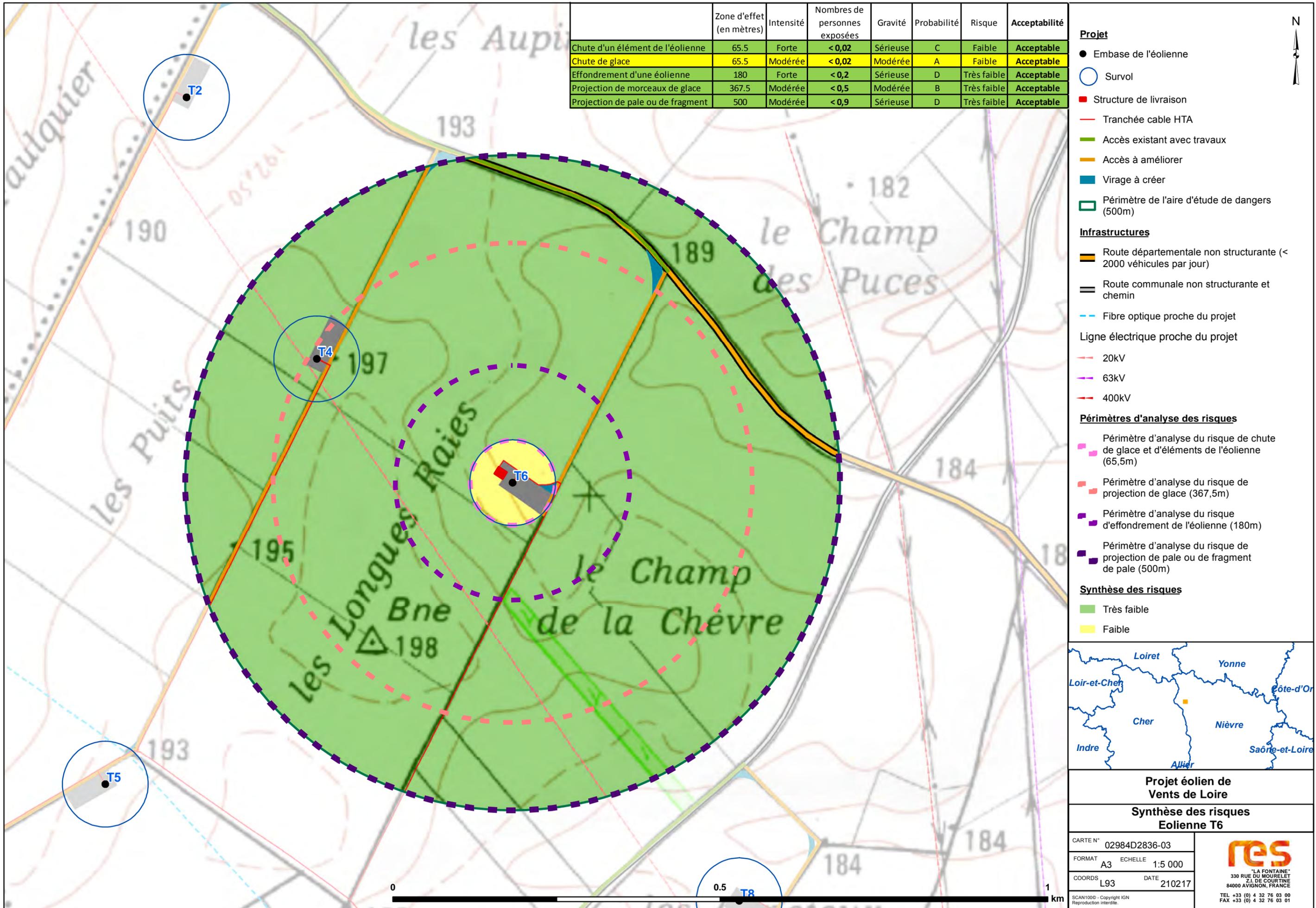
Projet éolien de Vents de Loire

Synthèse des risques Eolienne T5

CARTE N°	02984D2835-02
FORMAT	A3
ECHELLE	1:5 000
COORDS	L93
DATE	200217

RES
 "LA FONTAINE"
 330 RUE DU MOURELET
 Z.I. DE COURTINE
 84000 AVIGNON, FRANCE
 TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
 FAX +33 (0) 4 32 76 03 01





	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65.5	Forte	< 0,02	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65.5	Modérée	< 0,02	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	< 0,2	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367.5	Modérée	< 0,5	Modérée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	< 0,9	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Structure de livraison
- Tranchée câble HTA
- Accès existant avec travaux
- Accès à améliorer
- Virage à créer
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers (500m)

Infrastructures

- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
- Route communale non structurante et chemin
- Fibre optique proche du projet
- Ligne électrique proche du projet
 - 20kV
 - 63kV
 - 400kV

Périmètres d'analyse des risques

- Périmètre d'analyse du risque de chute de glace et d'éléments de l'éolienne (65,5m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de glace (367,5m)
- Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne (180m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500m)

Synthèse des risques

- Très faible
- Faible

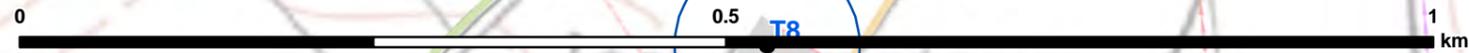


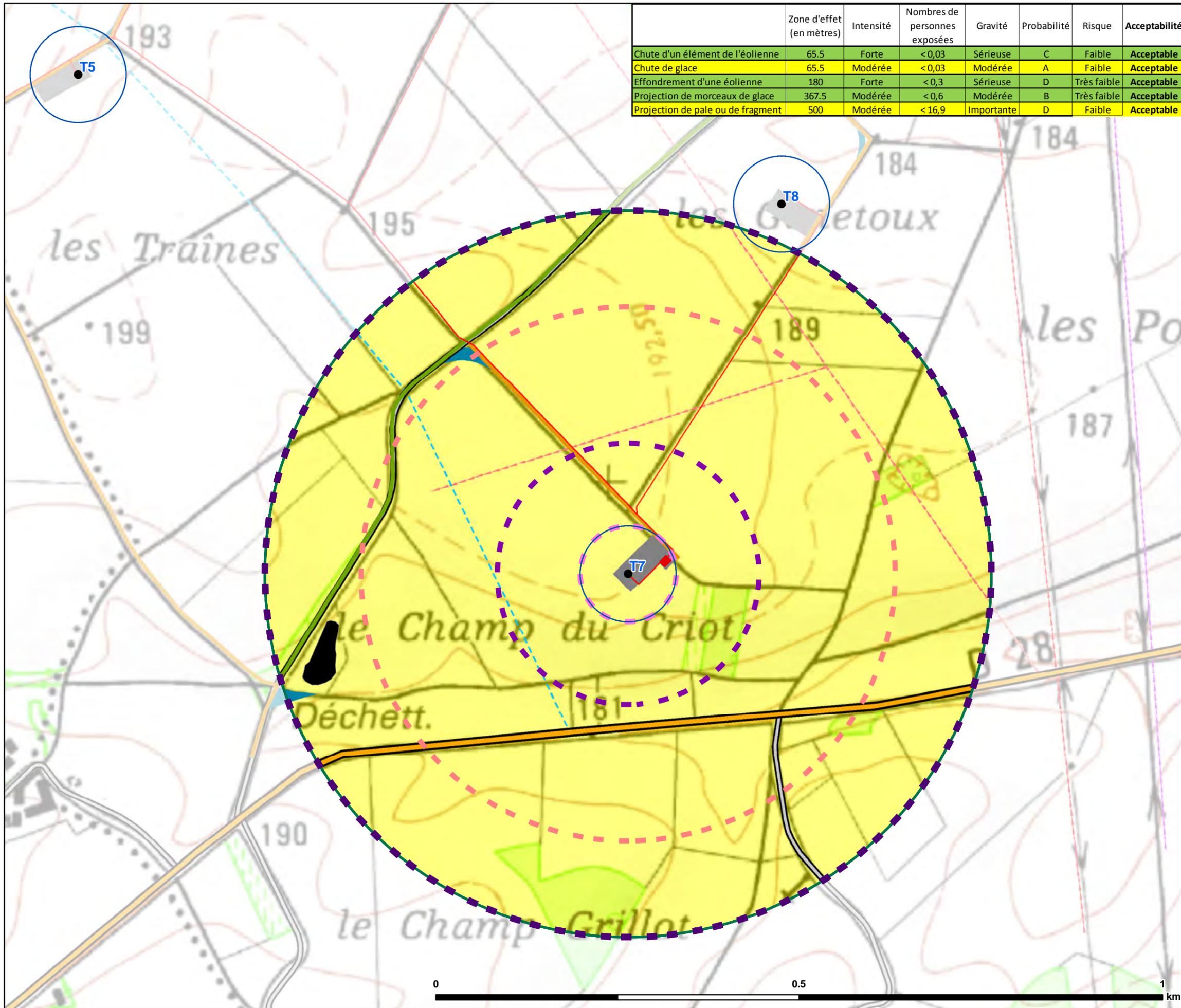
Projet éolien de Vents de Loire

Synthèse des risques Eolienne T6

CARTE N°	02984D2836-03
FORMAT	A3
ECHELLE	1:5 000
COORDS	L93
DATE	210217

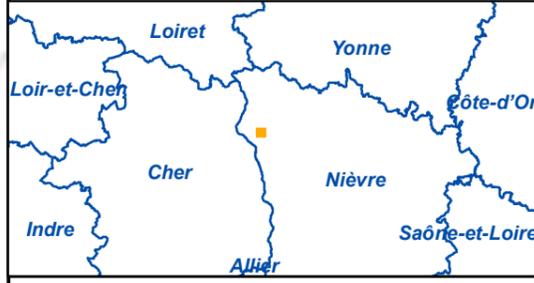
RES
 "LA FONTAINE"
 330 RUE DU MOURELET
 Z.I. DE COURTINE
 84000 AVIGNON, FRANCE
 TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
 FAX +33 (0) 4 32 76 03 01





	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65.5	Forte	<0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65.5	Modérée	<0,03	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	<0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367.5	Modérée	<0,6	Modérée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	<16,9	Importante	D	Faible	Acceptable

- Projet**
- Embase de l'éolienne
 - Survol
 - Structure de livraison
 - Tranchée cable HTA
 - Accès existant avec travaux
 - Accès à améliorer
 - Virage à créer
 - Périmètre de l'aire d'étude de dangers (500m)
- Infrastructures**
- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
 - Route communale non structurante et chemin
 - Fibre optique proche du projet
- Ligne électrique proche du projet**
- 20kV
 - 63kV
 - 400kV
- Environnement humain**
- Déchetterie
- Périmètres d'analyse des risques**
- Périmètre d'analyse du risque de chute de glace et d'éléments de l'éolienne (65,5m)
 - Périmètre d'analyse du risque de projection de glace (367,5m)
 - Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne (180m)
 - Périmètre d'analyse du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500m)
- Synthèse des risques**
- Très faible
 - Faible

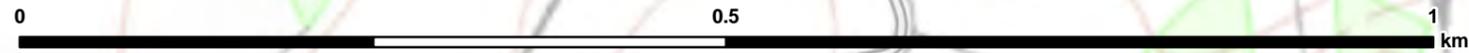


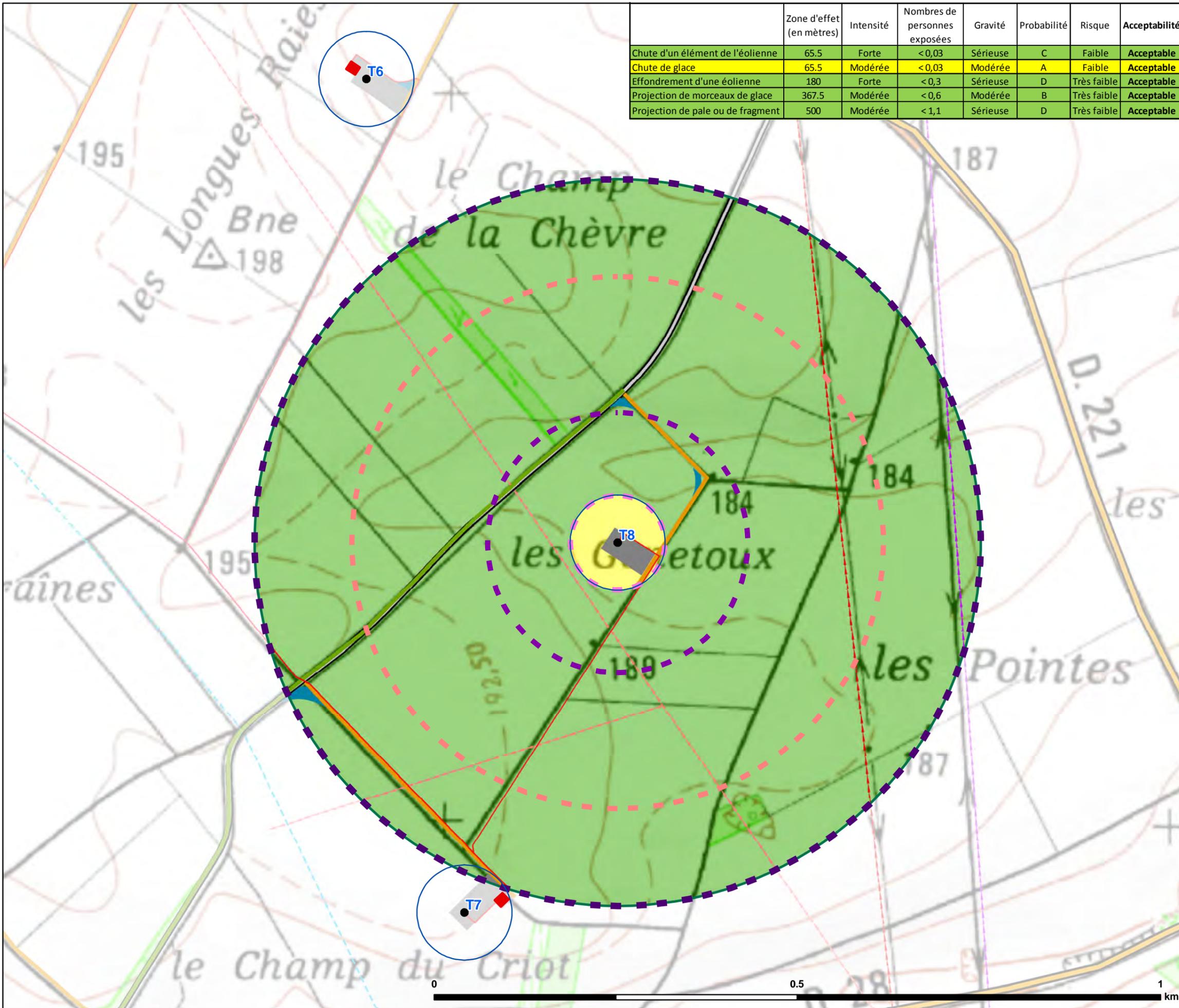
Projet éolien de Vents de Loire

Synthèse des risques Eolienne T7

CARTE N°	02984D2837-01
FORMAT	A3
ECHELLE	1:5 000
COORDS	L93
DATE	230616

RES
 "LA FONTAINE"
 330 RUE DU MOURELET
 Z.I. DE COURTINE
 84000 AVIGNON, FRANCE
 TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
 FAX +33 (0) 4 32 76 03 01





	Zone d'effet (en mètres)	Intensité	Nombres de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Chute d'un élément de l'éolienne	65.5	Forte	< 0,03	Sérieuse	C	Faible	Acceptable
Chute de glace	65.5	Modérée	< 0,03	Modérée	A	Faible	Acceptable
Effondrement d'une éolienne	180	Forte	< 0,3	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable
Projection de morceaux de glace	367.5	Modérée	< 0,6	Modérée	B	Très faible	Acceptable
Projection de pale ou de fragment	500	Modérée	< 1,1	Sérieuse	D	Très faible	Acceptable

Projet

- Embase de l'éolienne
- Survol
- Structure de livraison
- Tranchée câble HTA
- Accès existant avec travaux
- Accès à améliorer
- Virage à créer
- Périmètre de l'aire d'étude de dangers (500m)

Infrastructures

- Route départementale non structurante (< 2000 véhicules par jour)
- Route communale non structurante et chemin
- Fibre optique proche du projet

Ligne électrique proche du projet

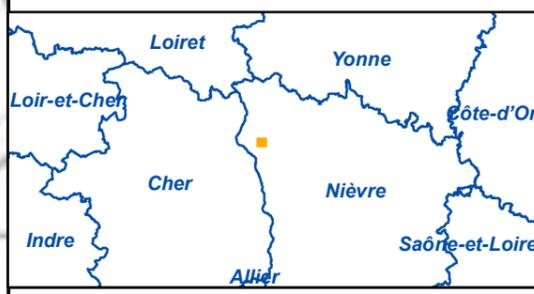
- 20kV
- 63kV
- 400kV

Périmètres d'analyse des risques

- Périmètre d'analyse du risque de chute de glace et d'éléments de l'éolienne (65,5m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de glace (367,5m)
- Périmètre d'analyse du risque d'effondrement de l'éolienne (180m)
- Périmètre d'analyse du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500m)

Synthèse des risques

- Très faible
- Faible

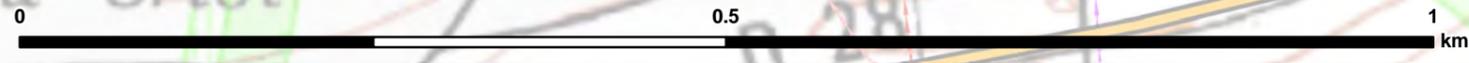


Projet éolien de Vents de Loire

Synthèse des risques Eolienne T8

CARTE N° 02984D2838-02
 FORMAT A3 ECHELLE 1:5 000
 COORDS L93 DATE 200217

RES
 "LA FONTAINE"
 330 RUE DU MOURELET
 Z.I. DE COURTINE
 84000 AVIGNON, FRANCE
 TEL +33 (0) 4 32 76 03 00
 FAX +33 (0) 4 32 76 03 01



10. CONCLUSION

Au vu du recensement de l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et fin 2011, il apparaît que le risque est limité et qu'aucune victime n'a été à déplorer jusqu'à présent. Les éoliennes sont aujourd'hui des Installations de plus en plus sûres et fiables. Les constructeurs ont su profiter du retour d'expérience pour améliorer leurs technologies et ainsi limiter les risques d'incident et d'accident. Sur les installations récentes, c'est-à-dire mis en service après le 1er janvier 2000, on dénombre :

- 5 incendies, dont 2 liés à des actes de vandalisme ;
- 1 chute de pale ;
- 3 ruptures ou chutes de fragment de pale ;
- 1 effondrement.

Ces phénomènes ont été étudiés dans la présente étude de danger.

Les principaux accidents pris en compte dans l'étude sont :

- l'effondrement de l'éolienne dont la probabilité d'occurrence est faible (D) et la gravité sérieuse ;
- la chute d'éléments de l'éolienne dont la probabilité d'occurrence est modérée (C) et la gravité sérieuse ;
- la chute de glace dont la probabilité d'occurrence est très forte (A) et la gravité modérée ;
- la projection d'éléments de l'éolienne dont la probabilité d'occurrence est faible (D) et la gravité de modérée ;
- la projection de glace dont la probabilité d'occurrence est forte (B) et la gravité modérée.

Notons tout d'abord que, compte tenu des distances maximales d'éjection des pales aucune habitation ne sera impactée par le risque de bris de pale ou de ruine des éoliennes.

Les résultats obtenus permettent d'ores et déjà de conclure que les niveaux de risques sont faibles à très faibles et acceptables.

L'implantation des éoliennes telle que proposée par RES, ne pose pas du point de vue probabiliste, de risque majeur particulier pour les usagers. La prise de risque sera d'autant plus modérée que la société RES a pris l'engagement d'installer exclusivement des éoliennes certifiées sur le plan européen (Norme CEI 61-400).

Les niveaux de gravité observés sont faibles ou très faibles. Il apparaît que la probabilité de rencontrer un de ces événements aboutie à une acceptabilité correcte du risque.

Pour l'ensemble des phénomènes étudiés, le risque est acceptable pour le parc éolien « Vents de Loire ».

ANNEXE 1 – 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 bâtis

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 : $20\ 000\ \text{véhicules/jour sur une zone de } 500\ \text{m} = 0,4 \times 0,5 \times 20\ 000/100 = 40\ \text{personnes}$.

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'activité

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.

Détail des calculs par éolienne dans le cas du projet Vents de Loire

Chute de glace ou d'un élément d'éolienne

T1	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	65.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	1.347821788
Longueur (m)	0	0	Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	1.347821788
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.013478218			

T2	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	65.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	1.347821788
Longueur (m)		0	Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	1.347821788
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.013478218			

T3	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	65.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	1.347821788
Longueur (m)			Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	1.347821788
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.013478218			

T4	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	65.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	1.347821788
Longueur (m)		0	Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	1.347821788
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.013478218			

T5	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	65.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	1.347821788
Longueur (m)			Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	1.347821788
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.013478218			

T6	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	65.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	1.347821788
Longueur (m)			Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	1.347821788
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.013478218			

T7	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	65.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	1.347821788
Longueur (m)			Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	1.347821788
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.013478218			

T8	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	65.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	1.347821788
Longueur (m)			Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	1.347821788
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.013478218			

Effondrement d'une éolienne

T1	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	180
Largeur (m)	12	14	S (ha)	10.1787602
Longueur (m)	0	0	Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	10.1787602
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.101787602			

T2	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	180
Largeur (m)	12	14	S (ha)	10.1787602
Longueur (m)		0	Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	10.1787602
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.101787602			

T3	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	180
Largeur (m)	12	14	S (ha)	10.1787602
Longueur (m)	213		Moins Routes	0.2556
S routes (ha)	0.2556		S champs (ha)	9.923160198
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.124791602			

T4	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	180
Largeur (m)	12	14	S (ha)	10.1787602
Longueur (m)		0	Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	10.1787602
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.101787602			

T5	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	180
Largeur (m)	12	14	S (ha)	10.1787602
Longueur (m)			Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	10.1787602
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.101787602			

T6	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	180
Largeur (m)	12	14	S (ha)	10.1787602
Longueur (m)			Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	10.1787602
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.101787602			

T7	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	180
Largeur (m)	12	14	S (ha)	10.1787602
Longueur (m)			Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	10.1787602
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.101787602			

T8	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	180
Largeur (m)	12	14	S (ha)	10.1787602
Longueur (m)	193		Moins Routes	0.2316
S routes (ha)	0.2316		S champs (ha)	9.947160198
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.122631602			

Projection de pôle

T1	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	500
Largeur (m)	12	14	S (ha)	78.53981634
Longueur (m)	1000	0	Moins Routes	1.2
S routes (ha)	1.2		S champs (ha)	77.33981634
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.893398163			

T2	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	500
Largeur (m)	12	14	S (ha)	78.53981634
Longueur (m)		920	Moins Routes	1.288
S routes (ha)	1.288		S champs (ha)	77.25181634
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.901318163			

T3	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	500
Largeur (m)	12	14	S (ha)	78.53981634
Longueur (m)	950		Moins Routes	1.14
S routes (ha)	1.14		S champs (ha)	77.39981634
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.887998163			

T4	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	500
Largeur (m)	12	14	S (ha)	78.53981634
Longueur (m)		530	Moins Routes	0.742
S routes (ha)	0.742		S champs (ha)	77.79781634
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.852178163			

T5	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	500
Largeur (m)	12	14	S (ha)	78.53981634
Longueur (m)	780		Moins Routes	0.936
S routes (ha)	0.936		S champs (ha)	77.60381634
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.869638163			

T6	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	500
Largeur (m)	12	14	S (ha)	78.53981634
Longueur (m)		743	Moins Routes	1.0402
S routes (ha)	1.0402		S champs (ha)	77.49961634
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.879016163			

T7	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	500
Largeur (m)	12	14	S (ha)	78.53981634
Longueur (m)	1070	900	Moins Routes	2.544
S routes (ha)	2.544		S champs (ha)	75.99581634
hab	0.1		hab	0.01
Tot	1.014358163			

T8	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	500
Largeur (m)	12	14	S (ha)	78.53981634
Longueur (m)	936		Moins Routes	1.1232
S routes (ha)	1.1232		S champs (ha)	77.41661634
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.886486163			

Projection de glace

T1	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	376.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	44.53278272
Longueur (m)	630		Moins Routes	0.756
S routes (ha)	0.756		S champs (ha)	43.77678272
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.513367827			

T2	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	376.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	44.53278272
Longueur (m)		700	Moins Routes	0.98
S routes (ha)	0.98		S champs (ha)	43.55278272
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.533527827			

T3	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	376.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	44.53278272
Longueur (m)	710		Moins Routes	0.852
S routes (ha)	0.852		S champs (ha)	43.68078272
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.522007827			

T4	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	376.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	44.53278272
Longueur (m)		160	Moins Routes	0.224
S routes (ha)	0.224		S champs (ha)	44.30878272
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.465487827			

T5	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	376.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	44.53278272
Longueur (m)	500		Moins Routes	0.6
S routes (ha)	0.6		S champs (ha)	43.93278272
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.499327827			

T6	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	376.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	44.53278272
Longueur (m)			Moins Routes	0
S routes (ha)	0		S champs (ha)	44.53278272
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.445327827			

T7	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	376.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	44.53278272
Longueur (m)		650	Moins Routes	0.91
S routes (ha)	0.91		S champs (ha)	43.62278272
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.527227827			

T8	Route		Champs	
	Communale	Départementale	Rayon (m)	376.5
Largeur (m)	12	14	S (ha)	44.53278272
Longueur (m)	670		Moins Routes	0.804
S routes (ha)	0.804		S champs (ha)	43.72878272
hab	0.1		hab	0.01
Tot	0.517687827			

ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

Le tableau ci-dessous a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et fin 2011. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de la trame type de l'étude de dangers.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	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	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV 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	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	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	0,75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	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	0,75	2002	Non	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	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 8 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux 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	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât 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)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	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)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	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	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m 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	0,66	2001	Oui	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	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	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	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	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)	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Emballlement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballlement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	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)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	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	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	30/10/2009	Freysenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	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	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	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-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
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)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	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 essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-

ANNEXE 3 – 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'accident 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).

Scénarios relatifs aux risques liés à 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.

① **Note :** Si les enjeux principaux seront principalement humains, il conviendra d'évoquer les enjeux matériels, avec la présence éventuelle d'éléments internes au parc éolien (poste de livraisons, sous-stations), ou extérieurs sous le surplomb de la machine.

Scénario G02

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d'éventuels redémarrage 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.

Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)

Les éventuels incendies interviendront dans le cas où 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'emballement 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'emballement 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 danger une description des protocoles qui seront mis en place en cas de pertes d'utilités.

Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à 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 danger. 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 dispersa 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.

Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à 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.

Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à 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.

Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à 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 4 – 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_{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_{rotation} = probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)

P_{atteinte} = probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation)

$P_{\text{présence}}$ = 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-dessous récapitule les probabilités d'atteinte en fonction de l'événement redouté central.

Evènement 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 5 – 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 : Événement, 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 : Événement 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) vivantes ou matérielles, 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 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

ANNEXE 6 – 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 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 Gütsch : 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